

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВРАЧЕЙ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

На правах рукописи

СИНИЦЫН МАКСИМ ВЛАДИМИРОВИЧ

**СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ
С ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИЕЙ**

3.1.5 – офтальмология (медицинские науки)

Диссертация

на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
доктор медицинских наук, профессор
Поздеева Надежда Александровна

Москва 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	19
1.1. КОРРЕКЦИЯ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ЕСТЕСТВЕННЫМ ХРУСТАЛИКОМ.....	19
1.1.1. Манипуляции с роговичными швами	20
1.1.2. Очковая и контактная коррекция	23
1.1.3. Кератотомия, клиновидная резекция и послабляющие разрезы.....	29
1.1.4. Рефракционные лазерные операции.....	36
1.1.5. Имплантация торических факичных интраокулярных линз.....	41
1.1.6. Интрастромальная кератопластика с имплантацией роговичных колец и сегментов	45
1.2. КОРРЕКЦИЯ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ	53
1.3. СПОСОБЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОГО АСТИГМАТИЗМА ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ.....	60
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	66
2.1. ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ.....	66
2.2. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДУЕМЫХ ПАЦИЕНТОВ С ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИЕЙ.....	70
2.2.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов после сквозной кератопластики с прозрачным хрусталиком.....	70
2.2.2. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов после сквозной кератопластики с катарактой...	76
2.3. КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ.....	81
2.3.1. Стандартные методы исследования	82
2.3.2. Специальные методы исследования.....	83
2.4. ХАРАКТЕРИСТИКА, ПОДБОР ЖЕСТКИХ ГАЗОПРОНИЦАЕМЫХ СКЛЕРАЛЬНЫХ ЛИНЗ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ ИМПЛАНТОВ.....	88
2.4.1. Характеристика и подбор жестких газопроницаемых склеральных линз.....	88
2.4.2. Характеристика интрастромальных колец и расчет их параметров	89

2.4.3. Характеристика интрастромальных роговичных сегментов и расчет их параметров.....	91
2.5. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКИ.....	92
2.6. ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКОЭМУЛЬСИФИКАТОРА, ИМПЛАНТИРУЕМЫХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ И СПОСОБ ИХ РАСЧЕТА	94
2.7. ТЕХНОЛОГИЯ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНОГО КОЛЬЦА В РОГОВИЧНЫЙ ТРАНСПЛАНТАТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА	97
2.8. ТЕХНОЛОГИЯ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ РОГОВИЧНЫХ СЕГМЕНТОВ В РОГОВИЧНЫЙ ТРАНСПЛАНТАТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА	101
2.9. ТЕХНИКА ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ ТОРИЧЕСКОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ	103
2.10. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ.....	104
ГЛАВА 3. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ.....	105
3.1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИНИКИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО ПЕРИОДА ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ КОЛЕЦ И СЕГМЕНТОВ И ОЦЕНКА ПОДБОРА ЖЕСТКИХ ГАЗОПРОНИЦАЕМЫХ СКЛЕРАЛЬНЫХ ЛИНЗ....	105
3.2. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕТРОСПЕКТИВНОГО СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ ЖЕСТКИМИ ГАЗОПРОНИЦАЕМЫМИ СКЛЕРАЛЬНЫМИ КОНТАКТНЫМИ ЛИНЗАМИ, ИМПЛАНТАЦИЕЙ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ КОЛЕЦ И СЕГМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА.....	109
3.2.1. Сравнительные клиничко-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами, имплантацией интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера.....	110
3.2.2. Сравнительные клиничко-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии жесткими газопроницаемыми склеральными линзами и имплантацией интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера.....	125

3.3. АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ КОЛЕЦ, СЕГМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА И НОШЕНИЯ ЖЕСТКИХ ГАЗОПРОНИЦАЕМЫХ СКЛЕРАЛЬНЫХ ЛИНЗ ПРИ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ.....	129
--	------------

ГЛАВА 4. ОПТИМИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ.....	136
--	------------

4.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ДООПЕРАЦИОННОГО КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ.....	136
4.2. РАЗРАБОТКА ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА РЕФРАКЦИОННОГО ЭФФЕКТА ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНОГО КОЛЬЦА В РОГОВИЧНЫЙ ТРАНСПЛАНТАТ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	142
4.3. РАЗРАБОТКА ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА РЕФРАКЦИОННОГО ЭФФЕКТА ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ РОГОВИЧНЫХ СЕГМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	145
4.4. АНАЛИЗ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ ПО ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	157
4.4.1. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком методом имплантации интрастромального кольца по оптимизированной и существующей технологиям	158
4.4.2. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов по оптимизированной и существующей технологиям.....	161
4.4.3. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами по оптимизированной и существующей технологиям	166

ГЛАВА 5. КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ.....	173
--	------------

5.1. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ МЕТОДОМ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ ТОРИЧЕСКОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ.....	174
--	------------

5.2. АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ МЕТОДОМ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ ТОРИЧЕСКОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ.....	181
5.3 АНАЛИЗ ПРЕДСКАЗУЕМОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ПСЕВДОФАКИЧНОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ СКВОЗНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ.....	183
5.4. ПРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ МЕТОДОМ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ ТОРИЧЕСКОЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ, РАССЧИТАННОЙ ПО ВЫБРАННОМУ ПРЕДСКАЗУЕМОМУ СПОСОБУ	189
5.4.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов.....	189
5.4.2. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу.....	193
ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ ПРИ ВЫСОКОМ РЕГУЛЯРНОМ И ИРРЕГУЛЯРНОМ АСТИГМАТИЗМЕ.....	201
6.1. ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ ПРИ ВЫСОКОМ РЕГУЛЯРНОМ И ИРРЕГУЛЯРНОМ РОГОВИЧНОМ АСТИГМАТИЗМЕ	202
6.1.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов.....	203
6.1.2. Характеристика хирургических методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном астигматизме.....	208
6.1.3. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой комбинированным методом при высоком регулярном и иррегулярном роговичном астигматизме	211
6.1.4. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой	

комбинированным методом при иррегулярном роговичном астигматизме с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения.....	218
6.2. РАЗРАБОТКА ФОРМУЛЫ ПОПРАВКИ К РЕФРАКЦИИ ЦЕЛИ ПРИ РАСЧЕТЕ ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ У ПАЦИЕНТОВ С ИМПЛАНТИРОВАННЫМ В РОГОВИЧНЫЙ ТРАНСПЛАНТАТ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫМ КОЛЬЦОМ.....	228
6.3. Клинико-функциональные результаты коррекции ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ И ИМПЛАНТИРОВАННЫМ В РОГОВИЧНЫЙ ТРАНСПЛАНТАТ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫМ КОЛЬЦОМ МЕТОДОМ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ С ИМПЛАНТАЦИЕЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ ЛИНЗЫ, РАССЧИТАННОЙ ПО РАЗРАБОТАННОЙ ФОРМУЛЕ ПОПРАВКИ К РЕФРАКЦИИ ЦЕЛИ	231
6.3.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов.....	231
6.3.2. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели и стандартным способом	234
6.4. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ.....	238
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	256
ВЫВОДЫ.....	302
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	306
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	309
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	311

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Выполнение как сквозной (СКП), так и глубокой передней послойной кератопластики (ГППК) 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 (Копаева 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 -4,75 дптр и выше отмечается у пациентов после СКП в 16-28% случаев (Слонимский Ю.Б. и др., 2002; Слонимский А.Ю., 2002).

В настоящее время для коррекции посткератопластической аметропии (ПА) существуют нехирургические методы, представленные очковой и контактной коррекцией, а также большое количество различных хирургических операций, которые в зависимости от прозрачности хрусталика разделяются на две большие группы. Для коррекции ПА при прозрачном хрусталике выполняются: кератотомия (КТ), клиновидная резекция (КР) и послабляющие разрезы (ПР) на роговице, факоаспирация прозрачного хрусталика с имплантацией торической интраокулярной линзы (тИОЛ), имплантация факичной тИОЛ, рефракционные лазерные операции – фоторефракционная кератэктомия (ФРК), лазерный *in situ* кератомилез (ЛАЗИК), ReLEx SMILE (small incision lenticula extraction), а также имплантация интрастромальных колец (ИК) и роговичных сегментов (ИРС). У пациентов с катарактой для коррекции ПА проводится экстракция катаракты с имплантацией тИОЛ при регулярном посткератопластическом астигматизме или монофокальной ИОЛ – при его иррегулярной форме (Wade M. et al., 2014; Lockington D. et al., 2014; Allard K. et al., 2018; Den S. et al.,

2018; Cung L.X. et al., 2019; Танаш Мохаммед А.М. и др., 2019; Tourabaly M. et al., 2021; Reddy J.K. et al., 2021; Pellegrini M., 2022).

Степень разработанности темы исследования

Среди нехирургических методов оптической коррекции ПА очковая коррекция применяется при невысоких ее значениях, регулярной форме РА, а также при отсутствии анизометропии. Применение жестких газопроницаемых склеральных линз (ЖГСЛ) является наиболее эффективным методом коррекции ПА. В то же время у ряда пациентов возникает непереносимость ЖГСЛ, а также встречаются случаи отказа от ЖГСЛ вследствие возникших осложнений при их ношении (Price F.W. Jr. et al., 1991; Chang D.H. et al., 2005; Аляева О.О. и др., 2018; Тихонова О.И. и др., 2019; Penbe A. et al., 2021; Паштаев А.Н. и др., 2022).

Клиновидная резекция, кератотомия и послабляющие разрезы являются достаточно эффективными при высокой степени посткератопластического астигматизма. Однако в связи с большим сроком стабилизации рефракционного результата и отсутствием его четкой предсказуемости эти методы являются альтернативными способами коррекции ПА (Lindstrom R.L. et al., 1988; Малюгин Б.Э. и др., 1991; Костенев С.В., 2012; Hashemian M.N. et al., 2017; Стройко М.С. и др., 2018; Mainguy A. et al., 2022).

На сегодняшний день рефракционно-лазерные методы коррекции ПА выполняются при помощи топографически ориентированной абляции по данным aberрометрической карты или кератотопограммы в один или два этапа. Однако в отдаленном послеоперационном периоде рядом авторов отмечается регресс полученного рефракционного результата (Слонимский Ю.Б. и др., 2004; Donoso R. et al., 2015; Малюгин Б.Э. и др., 2017).

Факоаспирация прозрачного хрусталика с имплантацией тИОЛ и имплантация факичных тИОЛ не вошли широко в клиническую практику в связи с потерей аккомодации у молодых пациентов после замены хрусталика, а также необходимости достаточного количества плотности эндотелиальных

клеток (ПЭК) и регулярного РА при этих операциях (Nuijts R.M. et al., 2004; Tahzib N.G. et al., 2006; Bartels M.C. et al., 2006; Tiveron M.C. Jr. et al., 2017; Alfonso-Bartolozzi B. et al., 2022).

Имплантация ИРС выполняется как для коррекции регулярной формы РА, так и при его иррегулярной форме по типу «галстук-бабочка» и является обратимой и безопасной. Однако их применение ограничено высокой степенью миопии (как правило, более -9,0 дптр), и необходимостью имплантации в пределах роговичного трансплантата (Coskunseven E. et al., 2007; Arriola-Villalobos P. et al., 2009; Coscarelli S. et al., 2012; Lisa C. et al., 2013; Калинин Ю.Ю. и др., 2015; Малюгин Б.Э. и др., 2017; Измайлова С.Б. и др., 2021; Шелудченко В.М. и др., 2021). Применение цельного ИК, предложенного в 2007 г. Daheg A., позволяет скорректировать при ПА Sph до -20,0 дптр и Cyl до -4,5 дптр. Однако данная методика не применяется для коррекции гиперметропической рефракции и смешанного астигматизма.

При возникновении катаракты у пациента после СКП методом выбора является экстракция катаракты с имплантацией тИОЛ. Данный метод эффективен при регулярном РА не более -12,0 дптр из-за ограничения по значению торического компонента выпускаемых тИОЛ. При иррегулярном РА в ходе экстракции катаракты имплантируется монофокальная ИОЛ, что не позволяет получить высокий рефракционный результат из-за нескорректированного РА. Ограничением для данной операции является также и низкая ПЭК (Lockington D. et al., 2014; Den S. et al., 2018; Cung L.X. et al., 2019; Танах М.А. и др., 2020; Pellegrini M. et al., 2022).

Выбор наиболее оптимального оптического метода коррекции ПА в зависимости от исходных индивидуальных клинико-функциональных параметров пациента остается на сегодняшний день достаточно актуальной проблемой. Это связано с большим разнообразием хирургических подходов исходя из степени помутнения хрусталика, их недостатками и преимуществами. В литературных источниках содержится ограниченная информация об отдаленных результатах применения хирургических методов

коррекции ПА на большом клиническом материале, а также влиянии на роговичный трансплантат длительного периода ношения ЖГСЛ. Отсутствуют формулы расчета параметров ИК и ИРС в зависимости от значения корригируемого Sph, величины РА и глубины их имплантации. Отсутствуют четкие рекомендации по расчету тИОЛ (оптической силы, торического компонента) при выполнении факоэмульсификации катаракты (ФЭК) у пациентов после СКП. Следующим нерешенным вопросом является отсутствие четкого понимания, какие приборы более точно измеряют показатели передней и задней поверхностей роговичного трансплантата. Отсутствуют сравнительные исследования по применению различных современных формул и калькуляторов расчета ИОЛ. Возникает необходимость разработки хирургического лечения ПА у пациентов с катарактой при наличии регулярного РА выше -12,0 дптр, превышающего значение торического компонента выпускаемых тИОЛ, и иррегулярного РА, а также алгоритма дифференцированного подхода к выбору наиболее оптимального метода оптической коррекции ПА у каждого пациента. Таким образом, отсутствие систематизированного подхода к выбору оптимального оптического метода коррекции ПА у пациентов после СКП в зависимости от прозрачности хрусталика обусловили 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 факоэмульсификации катаракты.

5. На основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой доказать эффективность факоэмульсификации 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 факоэмульсификации 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 исследований

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 – факоемульсификации 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 – факоемульсификации 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, аберрометрией, 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 учитываются 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 по дифференцированному подходу 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 применением 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 БГМУ Минздрава России, включены в программу лекционного курса на сертификационном цикле по офтальмологии в ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашской Республики и в Уфимском научно-исследовательском институте глазных болезней БГМУ Минздрава России, а также курсах тематического усовершенствования по диагностике и лечению патологии рефракции ГАУ

ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашской Республики.

Личный вклад автора в проведенное исследование

Автором выбрано направление исследования с разработкой его цели и задач. Вклад автора также заключался в разработке дизайна исследования, выполнения 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 собственных исследований, 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.

Работа выполнена на кафедре хирургии с курсом офтальмологии ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашии.

Клиническая часть работа выполнена в Чебоксарском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России.

Математические расчеты (разработка формул) проводили на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», под руководством профессора кафедры теоретической и прикладной механики Бауэр Светланы Михайловны.

ГЛАВА 1. МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Сквозная кератопластика (СКП) на сегодняшний день остается единственным хирургическим методом лечения при многих патологиях роговицы, особенно на последней стадии, несмотря на стремительное развитие все новых технологий кератопластики [41, 43, 54, 187]. К требованиям, предъявляемым пациентом к результату выполненной СКП, в настоящее время относятся не только прозрачное приживление сквозного роговичного трансплантата и более высокая острота зрения по сравнению с дооперационной, а восстановление зрения до уровня, которое было у него до появления патологии роговицы [70, 76]. После СКП у каждого пациента возникает индуцированный астигматизм различной степени, причем нередко встречается и его иррегулярная форма [7, 22, 122]. Это в свою очередь приводит к низкой послеоперационной остроте зрения и неудовлетворенности пациента рефракционным результатом выполненной операции [32, 147]. Пациенты после СКП с развитием помутнения естественного хрусталика ожидают также получить после экстракции катаракты остроту зрения не ниже той, которая была до его возникновения [102]. Это приводит к необходимости определения клинически значимых показателей, влияющих на точность расчета ИОЛ, и выбора диагностической аппаратуры. Решение возникших выше вопросов необходимо начать с систематизации имеющейся по ним информации в литературных источниках.

1.1. Коррекция посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным естественным хрусталиком

Все методы коррекции посткератопластической аметропии (ПА) можно разделить на нехирургические, представленные очковой и контактной

коррекцией, и хирургические. Хирургические методы коррекции ПА в зависимости от прозрачности хрусталика разделяются еще на две группы. Для коррекции ПА при прозрачном хрусталике выполняются: кератотомия (КТ), клиновидная резекция (КР) и послабляющие разрезы (ПР) на роговице, факоаспирация прозрачного хрусталика с имплантацией торической интраокулярной линзы (тИОЛ), имплантация факичной тИОЛ, рефракционные лазерные операции, а также имплантация интрастромальных колец (ИК) и роговичных сегментов (ИРС). Для коррекции ПА у пациентов с катарактой проводится экстракция катаракты с имплантацией тИОЛ при регулярном посткератопластическом астигматизме или монофокальной ИОЛ при его иррегулярной форме.

1.1.1. Манипуляции с роговичными швами

По мнению большинства авторов, швы после СКП рекомендуется снимать спустя 1 год после операции [13, 39, 41, 42, 187]. Чем дольше период, через который снимается роговичный шов, тем меньше риск дезадаптации посткератопластического рубца и развития инфекционного процесса [69, 96, 100, 188]. По данным литературы, факторами риска дезадаптации посткератопластического рубца после снятия роговичного шва являются: недостаточно прочный рубец по данным денситометрии, оптической когерентной томографии (ОКТ) роговицы, конфокальной микроскопии, полное снятие роговичного шва до 12 мес. после СКП или (ГППК), выполнение кератопластики на отечной роговице, например, при остром кератоконусе или язве роговицы, длительное местное применение глюкокортикостероидов после снятия роговичного шва и т.д. [57]. С другой стороны, чем длительнее период до снятия роговичного шва, тем больше риск развития реакции эпителия роговичного трансплантата на шовный материал в виде помутнения, которое может переходить в некоторых случаях на боуменову мембрану и передние слои стромы роговичного трансплантата в проекции расположения швов, а также повышается риск спонтанного

разрыва роговичного шва. При несвоевременном обращении пациента к офтальмологу при разрыве роговичного шва увеличивается риск локальной травматизации его кончиками роговичного трансплантата, присоединения инфекции с развитием кератита и локальным врастанием новообразованных сосудов с образованием помутнения [114].

Для профилактики высоких значений РА в после СКП выполняется удаление узловых роговичных швов, расположенных в проекции сильного меридиана роговичного трансплантата или перераспределение натяжения непрерывного роговичного шва под контролем кератоскопа [196]. Снятие части узловых роговичных швов может быть начато уже через полгода после СКП при условии, что смежные роговичные швы будут удалены не раньше, чем через 12 мес. после кератопластики [213]. Регулирование натяжения стяжков непрерывного обвивного роговичного шва может проводиться не ранее, чем через 1 месяц после СКП [92].

Проведение СКП и ГППК с применением фемтосекундного лазера (ФСЛ) позволяет сформировать различные виды роговичных профилей в роговице донора и реципиента: прямой, грибовидный, шляпковидный, зигзагообразный, скошено-прямоугольный, комбинированный и т.д. Это обеспечивает четкое расположение роговицы донора в ложе реципиента, облегчает симметричность и равномерность наложения роговичного шва, повышает в послеоперационном периоде биомеханическую стабильность роговичного трансплантата и, в итоге, способствует снижению послеоперационного астигматизма [27, 34].

Karabatsas С.Н. с соавт. (1998) в клиническом исследовании, выполненном на 95 глазах (95 пациентов) после СКП не отметили разницы в РА, измеренном через 12 мес. как после снятия непрерывных узловых роговичных швов (24 стяжка) (I группа), так и после снятия комбинированного роговичного шва (12 узловых и 1 непрерывный) (II группа). Причем у пациентов с комбинированным роговичным швом узловые швы снимались вначале по сильному меридиану кератотрансплантата. После

снижения РА снимались остальные швы. Снятие роговичных швов начинали не ранее 10 мес. после СКП. Су1 в I группе составил $3,12 \pm 2,62$ дптр, во II группе – $2,66 \pm 1,70$ дптр [120]. Аналогичные результаты также были представлены и другими исследователями [58, 95, 115, 190]. Однако рядом авторов было выявлено более низкое значение РА у пациентов после СКП, у которых до полного снятия всех роговичных швов в течение 12 мес. выполнялась корректировка натяжения непрерывного роговичного шва или при комбинированной технике – снятие узловых роговичных швов, расположенных по сильному меридиану кератотрансплантата в сравнении с пациентами, у которых снятие всех роговичных швов происходило сразу [162, 207].

В 1998 г. Busin M. с соавт. на 62 глазах 62 пациентов проанализировали результаты клинического исследования о влиянии различных техник наложения роговичных швов на регулярность и значение РА после СКП. Все пациенты были разделены на 4 группы. В I группе роговичный трансплантат пришивали при помощи 16 узловых роговичных швов, во II группе – 2 непрерывными роговичными швами с 8 стяжками каждый, в III группе – 2 непрерывными роговичными швами с 12 стяжками каждый, в IV группе – 2 непрерывными роговичными швами с 16 стяжками каждый. Наиболее регулярный и наименьший по величине РА был получен в IV группе, наименее регулярный и наибольший по величине РА – в I группе [72]. Сходные результаты были получены в клиническом исследовании Nuzzi R. с соавт. (2022) на 100 глазах (100 пациентов), в котором наименьшее значение посткератопластического астигматизма после снятия роговичных швов спустя 1 год после операции было получено при пришивании роговичного трансплантата двумя непрерывными роговичными швами по сравнению с одним непрерывным или узловыми роговичными швами [170]. Однако в 2002 г. при проведении 3-летнего клинического исследования на 68 глазах (68 пациентов) после СКП Spadea L. с соавт. сообщили об отсутствии разницы в значении посткератопластического астигматизма после снятия

роговичного шва, как при применении техник из двух или одного ряда непрерывных швов, так и при пришивании роговичного трансплантата узловыми швами [191].

Sarhan A.R. с соавт. (2000) было проведено клиническое исследование по величине снижения рефракционного, кератометрического и топографического астигматизма на 37 глазах (37 пациентов) после снятия узловых роговичных швов после СКП. У всех пациентов было выполнено снятие роговичных швов только по сильному меридиану кератотрансплантата через 5 мес. и позже после выполненной СКП. Все пациенты были разделены на две группы. В I группу вошли пациенты, у которых до снятия роговичных швов не было соответствия между значением расположения сильной оси главного меридиана роговичного трансплантата по данным рефрактометра, кератометра и топографа. Во II группе при проведении вышеуказанных исследований расположение сильной оси главного меридиана роговичного трансплантата совпадало. В I группе рефракционный астигматизм снизился на $-3,45 \pm 2,34$ дптр, кератометрический – на $-3,57 \pm 1,63$ дптр, топографический – на $-2,83 \pm 1,68$ дптр. Во II группе рефракционный астигматизм снизился на $-5,95 \pm 3,52$ дптр, кератометрический – на $-5,37 \pm 3,29$ дптр, топографический – на $-4,71 \pm 2,68$ дптр. По результатам исследования авторы сделали вывод, что наибольшее снижение астигматизма возникает после снятия роговичных швов при совпадении расположения сильной оси главного меридиана, измеренной по данным рефрактокератометрии и кератотопографии, что обычно встречается при регулярной его форме [186].

1.1.2. Очковая и контактная коррекция

Преимуществом очковой коррекции является возможность ее применения еще до снятия роговичного шва [196]. Однако очковой коррекцией возможно скорректировать только небольшие степени посткератопластического астигматизма, причем, в основном, регулярной

формы [104]. Данный вид коррекции в большинстве случаев позволяет только снизить степень сферического и цилиндрического компонентов рефракции при сходных рефракциях обоих глаз и будет абсолютно неэффективным при анизометропии [166].

Применение ЖГСЛ позволяет отлично справиться с этой задачей. Слезный мениск под склеральной линзой сглаживает все неровности роговичного трансплантата, что приводит к практически полной коррекции индуцированных роговичных аберраций, особенно высших порядков, и в итоге пациент получает высокую остроту зрения, близкую к той, которая была с коррекцией до развития заболевания, по поводу которого была выполнена кератопластика [121]. Однако, как и любой метод, применение ЖГСЛ имеет и свои недостатки. Часть пациентов прекращают носить ЖГСЛ в связи со сложностями при их одевании или снятии, у некоторых пациентов могут быть противопоказания к их ношению в виду условий их работы (например, работа в жарких цехах и т.д.), ограничивает также их применение у некоторых пациентов и цена [152, 182]. Возможны и осложнения при ношении ЖГСЛ (реакция отторжения роговичного трансплантата, кератиты, язвы роговицы, врастание новообразованных сосудов и т.д.), большинство из которых возникает вследствие нарушения длительности их ношения, погрешности подбора (особенно низкие значения центрального и лимбального клиренсов), правил ухода за ЖГСЛ, попадание инфекции под линзу и т.д. [35, 93, 116].

Severinsky В. с соавт. (2014) провели исследование на 36 глазах 31 пациента по оценке эффективности применения ЖГСЛ с целью улучшения остроты зрения после СКП. Средняя продолжительность наблюдения после подбора линз составила $5,2 \pm 2,2$ года, среднее значение интервала от СКП до ношения ЖГСЛ – $12,2 \pm 10,7$ года, среднее значение остроты зрения в ЖГСЛ – $0,78 \pm 0,25$. 23 пациента (82%) достигли остроты зрения в ЖГСЛ 0,5 и выше. За исследуемый период в 10 случаях (30%) была отмечена реакция отторжения трансплантата, в 2 (6%) – микробный кератит. Авторы пришли к

выводу, что ЖГСЛ являются эффективным методом коррекции ПА, однако данный метод оптической коррекции не лишен осложнений [188].

В 2016 г. Barnett M. с соавт. представили клинические результаты ретроспективного исследования, проведенного на 48 глазах 34 пациентов после СКП, которым с целью коррекции ПА были подобраны ЖГСЛ. У всех пациентов в среднем острота зрения в ЖГСЛ была на 2 строки выше, чем скорректированная острота зрения (КОЗ) в очках. 44 глаза (91,7%) достигли остроты зрения в ЖГСЛ 0,5 и выше. На 6 глазах (12,5%) развилась реакция отторжения трансплантата. После проведенного консервативного лечения 3 пациента смогли возобновить ношение ЖГСЛ. В 19 случаях (39,5%) ношение ЖГСЛ было прекращено по разным причинам, наиболее частая из которых – сложность с надеванием или снятием ЖГСЛ (8 глаз – 42,1%). Авторы сделали вывод, что ЖГСЛ – эффективный метод коррекции ПА у пациентов после ранее выполненной СКП, однако необходимо дальнейшее наблюдение за пациентами для оценки влияния ЖГСЛ на развитие болезни трансплантата [66].

Nguyen L.T. с соавт. (2018) сообщили о трех случаях транзиторных эпителиальных макрокист на фоне ношения ЖГСЛ после СКП. Авторы пришли к выводу, что, учитывая транзиторный характер эпителиальных макрокист и отсутствие их разрыва в течение нескольких лет наблюдения, данной категории пациентов возможно продолжать пользоваться ЖГСЛ под динамическим наблюдением офтальмолога [165].

В 2018 г. Аляева О.О. с соавт. представили результаты клинического исследования по оценке эффективности применения склеральных линз Zenlens диаметром от 14,8 до 17,0 мм на 28 глазах (22 пациента) после СКП. В очках КОЗ составила $0,44 \pm 0,27$, в ЖГСЛ после 8-10 часового ношения – $0,81 \pm 0,16$. Авторы сделали вывод, что ЖГСЛ можно успешно использовать для оптической коррекции у пациентов после СКП [2].

В 2019 г. Тихонова О.И. с соавт. проанализировали изменения функциональных показателей и аберраций до подбора и во время ношения

ЖГСЛ OKV-RGP Onefit Med (Канада) на 8 глазах (8 пациентов) после СКП. Средний возраст пациентов – $38,0 \pm 8,88$ лет. КОЗ в очках составила $0,39 \pm 0,36$, среднее значение сферозквивалента (СЭ) рефракции – $1,92 \pm 1,18$ дптр, РА – $-7,75 \pm 2,07$ дптр. В ЖГСЛ острота зрения составила $0,75 \pm 0,07$. Благодаря ЖГСЛ значительно скорректировались аберрации высших порядков [48].

В 2020 г Kumar M. с соавт. представили клиническое исследование изменения толщины сквозного роговичного трансплантата после снятия ЖГСЛ спустя 6 ч их ношения. В исследование вошли 18 глаз (18 пациентов), которые были разбиты на две равные группы. В I группу вошли пациенты, которым была выполнена СКП, во II группу – пациенты со здоровой роговицей. После снятия ЖГСЛ спустя 6 часов их очередного ношения в I группе толщина роговичного трансплантата в центре увеличилась на 2,99%, что было в 3 раза выше, чем толщина роговицы во II группе. Авторы отмечали наибольший отек роговичного трансплантата в I группе по нижнему краю посткератопластического рубца [131].

Penbe A. с соавт. (2021) представили результаты проспективного клинического исследования по оценке эффективности коррекции ПА и роговичных аберраций высших порядков ЖГСЛ. В исследование были включены 38 глаз (35 пациентов) после ранее выполненной СКП. Некорригированная острота зрения (НКОЗ) до ношения ЖГСЛ составляла $0,08 \pm 0,04$; КОЗ – $0,15 \pm 0,08$, через 8 часов ношения ЖГСЛ – $0,7 \pm 0,1$. Авторами также было отмечено значительное снижение суммарных роговичных аберраций высшего порядка. Потеря ПЭК через 6 мес. ношения ЖГСЛ не превышала физиологическую норму. Было отмечено два случая реакции отторжения роговичного трансплантата, которые были успешно пролечены консервативно при помощи глюкокортикостероидов. Затем эти пациенты снова носили ЖГСЛ. Авторы сделали вывод, что ЖГСЛ являются безопасным и эффективным вариантом коррекции ПА, РА и роговичных аберраций высших порядков после СКП [173].

Murillo S.E. с соавт. (2021) представили результаты трех случаев острого отека роговицы, развившего спустя 33-35 лет после выполненной СКП с прозрачными приживлением роговичного трансплантата у пациентов, носящих ЖГСЛ. В каждом глазу при биомикроскопии была отмечена эктазия роговичного трансплантата с микрокистозным эпителиальным и стромальным отеками, переходящими частично на роговицу реципиента. Разрыва десцеметовой мембраны отмечено не было, тем не менее, авторы связали развитие описанной клинической картины с эпизодами водянки роговичного трансплантата [164].

В 2022 г. Kumar M. с соавт. представили результаты сравнительного клинического исследования влияния на биомеханику роговицы и ВГД ношения ЖГСЛ у пациентов после СКП и при кератоконусе. В исследование было включено 37 глаз (23 пациента), из которых на 11 глазах ранее была выполнена СКП (I группа), на 26 – был диагностирован кератоконус (II группа). Биомеханические параметры роговицы и ВГД в обеих группах измеряли с помощью CORVIS ST до и после снятия ЖГСЛ (Keracare, Acculens, Денвер, Колорадо) спустя 8 часов очередного ношения. По результатам исследования, статистически значимых изменений биомеханических параметров роговицы или ВГД после ношения ЖГСЛ в обеих группах отмечено не было [132].

В 2022 г. Kawulok E.R. с соавт. описали три клинических случая, в двух из которых был выявлен бактериальный, в одном случае – грибковый кератит на фоне ношения ЖГСЛ для коррекции ПА, которые были успешно пролечены на фоне применения этиотропной терапии [123].

В 2022 г. Рябенко О.И. с соавт. провели клиническое исследование по оценке эффективности коррекции ПА ЖГСЛ SkyOptix диаметром 16 и 17 мм на 91 глазу после ранее выполненной СКП (I группа), 9 глазах после ГППК (II группа) и 6 глазах после СКП+ФЭК+ИОЛ (III группа). Средний возраст трансплантата роговицы в трех группах составил $11,2 \pm 11,4$ года. КОЗ в очках в I группе составила $0,41 \pm 0,18$, в ЖГСЛ – $0,89 \pm 0,21$. Во II группе КОЗ в очках

составила $0,42 \pm 0,21$, в ЖГСЛ – $0,96 \pm 0,05$. В III группе КОЗ в очках составила $0,41 \pm 0,15$, в ЖГСЛ – $0,91 \pm 0,05$. Шесть пациентов (6 глаз) прекратили использование ЖГСЛ после различных периодов успешного ношения (средний период наблюдения 8 мес.). Причинами прекращения применения линз были трудности с манипуляциями их надевания и снятия – 2 пациента (2 глаза), эпителиошизис – 1 пациент (1 глаз), дискомфорт при ношении линзы – 2 пациента (2 глаза), двоение – 1 пациент (1 глаз). В 43% случаев были отмечены конъюнктивальные складки (пролапс конъюнктивы), которые клинически не влияли ни на состояние трансплантата роговицы, ни на эффективность склеральных линз. Авторы сделали вывод, что применение ЖГСЛ значительно улучшает остроту зрения пациентов за счет создания оптимальной передней поверхности роговичного трансплантата с соответствующей рефракционной коррекцией [38]. Однако у ряда пациентов может встречаться непереносимость ЖГСЛ, а также возможны и осложнения при их ношении.

Рядом авторов была проанализирована эффективность и безопасность коррекции ПА при помощи минисклеральных жестких газопроницаемых линз (МЖГЛ) в связи с большим удобством их применения пациентами. МЖГЛ имеют меньший диаметр, превышающий горизонтальный видимый диаметр радужки на величину до 6 мм, по сравнению со стандартными ЖГСЛ, у которых диаметр превышает горизонтальный видимый диаметр радужки на величину более 6 мм.

Rocha G.A. с соавт. (2017) представили результаты ношения МЖГЛ у пациентов для коррекции ПА после СКП. В ретроспективное исследование вошли 27 глаз (21 пациент), которым были подобраны МЖГЛ в сроки от 1 года до 29 лет после СКП (в среднем $10,6 \pm 7,3$ года). Острота зрения в линзах составила $0,85 \pm 0,12$ (от 0,32 до 1,0). Авторы сделали вывод, что применение МЖГЛ позволяет успешно восстановить остроту зрения у пациентов после СКП [180].

В 2018 г. Guillon N.C. с соавт. описали клинический случай развития реакции отторжения роговичного трансплантата у 58-летней пациентки после 4 мес. успешного ношения МЖГЛ, которая была успешно пролечена консервативно на фоне их отмены. Однако после полного восстановления прозрачности роговичного трансплантата пациентка снова начала носить МЖГЛ, после чего произошла повторная реакция его отторжения. Авторы сделали вывод, что МЖГЛ могут оказывать влияние на развитие болезни трансплантата. Для выявления причинно-следственных связей необходимо проведение исследования на большем клиническом материале [103].

Kim H. с соавт. в 2021 г. представили два клинических случая применения МЖГЛ диаметром 14,7 мм для коррекции ПА у пациентов после СКП. Максимальное значение кератометрии (K_{max}) в описанных случаях составили 52,8 и 76,9 дптр до ношения МЖГЛ. Центральный клиренс роговицы в обоих случаях составил более 250 мкм, также был отмечен достаточный лимбальный клиренс по данным ОКТ роговицы. Острота зрения в обоих случаях на фоне МЖГЛ была 0,65. Авторы сделали вывод, что применение МЖГЛ достаточно эффективно у пациентов с высокой кривизной роговичных трансплантатов после СКП [125].

1.1.3. Кератотомия, клиновидная резекция и послабляющие разрезы

В 1970 г. Troutman R.C. была предложена методика клиновидной резекции (КР) для коррекции высоких значений РА более 10,0 дптр [99, 108]. Операция заключалась в иссечении лоскута роговицы реципиента клиновидной формы, расположенного по слабой оси кератометрии роговичного трансплантата и граничащего с посткератопластическим рубцом, протяженностью до 90° и шириной 1,5 мм. Недостатками КР были длительный срок зрительной реабилитации пациентов, непредсказуемый рефракционный результат, микро- и макроперфорации и т.д. В дальнейшем автором было предложено сочетать КР с послабляющими разрезами (ПР). В

1995 г. Belmont S.C. и Troutman R.C. с соавт. представили результаты комбинированного хирургического лечения посткератопластического астигматизма, включающего КР с ПР на 9 глазах 9 пациентов, не переносивших очки и контактные линзы. Глубина ПР роговицы составляла 0,5 мм, ширина клиновидных резекций роговицы – 0,75 мм. ПР приводили к уплощению более крутого меридиана, КР – к усилению более плоского меридиана. Среднее значение дооперационного РА составляло -7,44 дптр (от -3,50 до -11,00 дптр), Cyl – -5,56 дптр (от -4,00 до -8,00 дптр), СЭ рефракции – 0,08 дптр (от -7,00 до 4,25 дптр). После операции РА составил -2,97 дптр (от -1,00 до -5,00 дптр), Cyl – -2,58 дптр (от 0,00 до -5,00 дптр), СЭ рефракции – 0,32 дптр [68].

Выполнение ПР также является достаточно эффективным методом коррекции высоких значений посткератопластического астигматизма и может проводиться как на самом роговичном трансплантате или роговице реципиента, так и по посткератопластическому рубцу. По рубцу роговичного трансплантата ПР выполняются по сильной оси кератометрии длиной от 60 до 80° на глубине 50-75% от толщины посткератопластического рубца. В результате РА снижается в среднем на 5,0 дптр. Тем не менее, результат операции достаточно непредсказуем и в значительной степени зависит от прочности рубца и типа его рубцевания [197, 198]. Для усиления рефракционного эффекта выполнение ПР сочетают с наложением компрессионных швов в противоположном меридиане роговичного трансплантата. В результате снижение РА может достигать до 6,0 дптр [156]. По данным Малюгина Б.Э. (1994), наложение только компрессионных швов позволяет уменьшить посткератопластический астигматизм в среднем на $3,54 \pm 0,11$ дптр [28].

Рядом авторов рекомендуется комбинировать выполнение ПР на роговичном трансплантате, располагая их на 0,5 сантиметра кнутри от посткератопластического рубца, с дополнительным наложением трех компрессионных швов с каждой стороны относительно сильной оси

кератометрии кератотрансплантата. По их мнению, применение такой комбинированной методики позволяет снизить РА в среднем на 7,0 дптр [151, 159, 175]. Основными недостатками ПР, как и кератотомии, являются: длительная стабилизация и невысокая предсказуемость рефракционного результата, высокий риск микро- и макроперфораций и т.д. [127].

В 1980 г. Ruiz L.A. с соавт. выполнили трапецевидную кератотомию для коррекции посткератопластического астигматизма, которая до этого в основном применялась только для коррекции высоких значений врожденного астигматизма [182, 183]. Суть операции заключалась в нанесении по сильной оси роговичного трансплантата по пять тангенциальных надрезов, по бокам от которых выполнялось еще по два радиальных надреза, направленных в сторону центральной оптической оси пациента. Трапецевидная кератотомия позволяла скорректировать до 11,0 дптр РА. Однако встречались и осложнения: васкуляризация надрезов, макро- и микроперфораций, гипо- и гиперкоррекции и т.д. [117, 137, 145, 160].

В 1994 г. Малюгиным Б.Э. были разработаны следующие варианты кератотомии на роговичном трансплантате: циркулярно-радиальная и радиально-секторально-тангенциальная [28]. При выполнении циркулярно-радиальной кератотомии надрезы выполнялись перпендикулярно сильной оси кератометрии роговичного трансплантата по обеим сторонам от центральной оптической зоны, снаружи на 0,5 сантиметра от посткератопластического рубца. Затем от краев выполненных разрезов к центру кератотрансплантата проводились радиальные надрезы до 1,0 мм в длину. В результате выполненной кератотомии получалось снизить среднее значение РА на $6,19 \pm 0,12$ дптр. Радиально-секторально-тангенциальная кератотомия проводилась путем нанесения по два тангенциальных и радиальных надреза по сильной оси кератометрии кератотрансплантата по обе стороны от центральной оптической зоны. Надрезы были расположены на кератотрансплантате и на роговице реципиента. В результате операции было скомпенсировано среднее значение РА в $5,75 \pm 0,24$ дптр. В настоящее

время данные методики также применяются хирургами для коррекции посткератопластического астигматизма после СКП и ГППК.

В настоящее время с целью повышения безопасности и эффективности выполнения кератотомии и КР используются фемтосекундные лазеры (ФСЛ) [24, 56, 110, 111, 133, 168, 195]. Azar D.T. и Ghanem R.C. (2006) опубликовали результаты экспериментального исследования по оценке КР с применением ФСЛ после ранее выполненной СКП на роговице свиней. Было получено снижение РА в среднем на 14,5 дптр. Авторами был сделан вывод, что выполнение КР с применением ФСЛ позволило упростить операцию и сделать ее более предсказуемой и контролируемой [101].

В 2008 г. Azar D. с соавт. впервые представили предварительные клинические результаты аркуатной кератотомии (АК) с применением ФСЛ на глазах после СКП. В своем клиническом исследовании Kiraly L. с соавт. выполнили АК с помощью ФСЛ Femtec (длина волны 1052 нм) на 10 глазах (10 пациентов). Всем пациентам выполнялось по два симметричных роговичных разреза с помощью ФСЛ, расположенных напротив друг друга по сильной оси кератометрии в пределах роговичного трансплантата. После операции на 2 глазах острота зрения не изменилась, на 8 глазах среднее значение РА снизилось на 3,0 дптр, Cyl – на 4,0 дптр [126]. Harissi-Dagher M. и Azar D.T. выполнили АК с применением ФСЛ для коррекции посткератопластического астигматизма на 2 глазах 2 пациентов. У первого пациента РА снизился с 8,5 до 4,9 дптр, КОЗ выросла с 0,2 до 0,65. У второго пациента РА уменьшился с 7,0 до 4,7 дптр, КОЗ повысилась с 0,1 до 0,3. По результатам исследования авторы пришли к заключению, что АК с применением ФСЛ является эффективным и безопасным методом коррекции посткератопластического астигматизма. Применение ФСЛ позволяет контролировать четкое расположение разрезов, их глубину, длину, угол наклона, что минимизирует риск интраоперационных осложнений [108].

В настоящее время применяются различные номограммы для расчета рефракционного результата после АК. Наиболее популярные из них

представлены on-line и опубликованы в открытых источниках, например, номограмма Линдстрема и Ханна [118, 142].

В 2009 г. Kymionis G.D. с соавт. представили результаты АК с применением ФСЛ при иррегулярном астигматизме у 68-летней пациентки, выполненной через 28 лет после СКП. Для коррекции РА и уменьшения его иррегулярности на роговичном трансплантате был сделан боковой разрез в 6,5 мм оптической зоне на глубину 400 мкм. Интра- и послеоперационных осложнений у авторов не было выявлено. Через 6 мес. после операции НКОЗ улучшилась с 0,3 до 0,4, КОЗ – с 0,4 до 0,6, РА снизился с 4,00 до 0,50 дптр. По результатам кератотопографии было отмечено значительное повышение регулярности роговичного трансплантата [135].

В 2009 г. Nubile M. с соавт. представили результаты АК с применением ФСЛ Femtec с целью коррекции РА высокой степени после СКП на 12 глазах (12 пациентов). Средний возраст пациентов составил $44,9 \pm 9,5$ лет. Парные дугообразные разрезы формировались по сильному меридиану кератометрии под углом 90° , на глубине 90% от толщины роговичного трансплантата в месте их расположения и на 1,0 мм кнутри от его края. После операции среднее значение НКОЗ улучшилось с $0,09 \pm 0,08$ до $0,25 \pm 0,12$, КОЗ – с $0,6 \pm 0,16$ до $0,75 \pm 0,11$, Су1 снизился с $7,16 \pm 3,07$ до $2,23 \pm 1,55$ дптр и больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. Конфокальная микроскопия *in vivo* показала умеренный отек и активацию кератоцитов по краям разреза вместе с начальным врастанием эпителия внутрь раны с последующим умеренным фиброзным рубцеванием зоны кератотомии [167].

В 2009 г. Buzzonetti L. с соавт. представили результаты коррекции посткератопластического астигматизма методом АК с применением ФСЛ IntraLase (Abbott Medical Optics) на 9 глазах (9 пациентов). Средний возраст пациентов составил $45 \pm 7,5$ лет. Всем пациентам с помощью ФСЛ были выполнены парные вертикальные аркуатные разрезы по сильному меридиану кератотрансплантата длиной 70° , на глубине 80% от толщины роговичного трансплантата в месте их формирования. Средняя оптическая зона составила

5,9 мм. Боковой срез был 90° . После операции КОЗ повысилась в среднем с 0,65 до 0,8, Cyl снизился на 6,00 дптр, РА – на 4,60 дптр [74]. Сходные рефракционные результаты были получены и другими исследователями [111, 112].

подавляющим большинством исследователей разрезы при АК с применением ФСЛ выполнялись под углом 90° , как и при мануальной технике, за исключением исследований, выполненных Ruckl T. и Cleary C. с соавт., в которых они использовали расположение кератотомических разрезов под углом 60° и 135° соответственно. Так, Cleary C. с соавт. (2013) при проведении ОКТ роговицы в области, выполненных под углом 135° кератотомических разрезов на 6 глазах (6 пациентов) после СКП, выявили смещение боуменова слоя роговичного трансплантата вперед и кпереди от разрезов на 126 ± 38 мкм без зияния раны. Среднее значение РА после операции снизилось с $9,8 \pm 2,9$ до $4,5 \pm 3,2$ дптр, НКОЗ улучшилась с $0,06 \pm 0,09$ до $0,18 \pm 0,08$, КОЗ – с $0,35 \pm 0,13$ до $0,6 \pm 0,14$. Полученные послеоперационные результаты были стабильны у 5 из 6 пациентов, у 1 пациента был отмечен регресс рефракционного результата в период наблюдения от 1 до 3 мес. после операции [78]. Ruckl T. с соавт. (2013) представили результаты выполнения кератотомических разрезов под углом 60° с применением ФСЛ на 16 глазах (16 пациентов). После операции Cyl снизился с $-1,41 \pm 0,66$ до $-0,33 \pm 0,42$ дптр, РА – с $-1,50 \pm 0,47$ до $-0,63 \pm 0,34$ дптр. Результаты были стабильными на протяжении 6 мес. наблюдения [181].

В 2019 г. Al-Qurashi M. с соавт. представили сравнительные результаты коррекции посткератопластического астигматизма на 103 глазах (103 пациента) методом АК, выполненной с помощью ФСЛ и мануально. Все пациенты были разделены на две группы. В I группу вошли 52 пациента (52 глаза), у которых кератотомия проводилась с помощью ФСЛ, во II группу – 53 глаза 51 пациента, на которых кератотомия проводилась мануально. После операции в I группе НКОЗ увеличилась в среднем с $0,13 \pm 0,03$ до $0,25 \pm 0,08$, во II группе – статистически значимо не изменилась и составила $0,13 \pm 0,04$. В

I группе КОЗ улучшилась с $0,5 \pm 0,11$ до $0,65 \pm 0,14$, во II группе – с $0,5 \pm 0,12$ до $0,6 \pm 0,13$. Послеоперационные результаты остроты зрения были статистически сопоставимы в обеих группах. В I группе СуI снизился с $7,15 \pm 1,32$ до $-5,19 \pm 2,25$ дптр, во II группе – с $-6,38 \pm 3,73$ до $-5,06 \pm 2,06$ дптр. В I группе была отмечена перфорация на 3 глазах (5,8%), гиперкоррекция – на 12 глазах (23,07%) и регресс рефракционного результата – на 1 глазу (1,92%). Во II группе на 1 глазу была отмечена макроперфорация (1,9%), на 7 глазах (13,21%) – гиперкоррекция и на 8 глазах (15,09%) – регресс рефракционного эффекта [60].

Появляются публикации о повторных выполнениях АК с применением ФСЛ на роговичном трансплантате. Так, Levinger N. с соавт. в 2022 г. описал на 11 глазах (11 пациентов) выполнение через 6 мес. после первой АК с применением ФСЛ повторной операции. После повторного вмешательства РА снизился с $-9,59 \pm 2,36$ до $-5,38 \pm 1,79$ дптр. Результат был стабильным в течение 2 лет наблюдения [141].

За последние годы появляется все больше публикаций по модификации номограмм Линдстрема и Ханна в зависимости от результатов операций.

В 2018 г. Стройко М.С. и Костеневым С.В. была разработана номограмма проведения АК на тонкой роговице с применением ФСЛ LenSx (Alcon, США) для коррекции сложного миопического астигматизма, учитывающая диаметр зоны расположения разрезов, их длину, форму и глубину. При наличии остаточной аметропии авторами была разработана сочетанная технология, заключающаяся в ее докоррекции на II этапе при помощи топографически ориентированной ФРК, выполняемой не ранее чем через 1 мес. после АК на I этапе для стабилизации рефракционного эффекта и завершения процесса рубцевания стромы роговицы. При проведении сравнительного исследования разработанной сочетанной технологии и жестких торических контактных линз на 30 глазах (30 пациентов) в каждой группе был получен сопоставимый рефракционный результат коррекции

сложного миопического астигматизма. В каждой группе НКОЗ 0,5 и выше, СЭ рефракции в пределах $\pm 0,5$ дптр были отмечены на 21 глазу. Ни в одном случае не было выявлено формирования ятрогенной кератэктазии и потери строк КОЗ [45].

В 2022 г. Mainguu A. с соавт. представили результаты АК с помощью ФСЛ Ziemer LDVZ6, выполненной по модифицированной номограмме Линдстрема на 24 глазах (24 пациента) после СКП. Через 3 мес. после операции КОЗ повысилась с $0,45 \pm 0,13$ до $0,6 \pm 0,14$. Причем в 54% случаев улучшилось значение КОЗ, в 25% она не изменилась, несмотря на снижение РА в среднем на 3,3 дптр. Среднее значение РА снизилось после операции с $-9,5 \pm 3,2$ до $-6,2 \pm 2,8$ дптр. Через 3 мес. после операции в 20,8% случаев РА составил -3,0 дптр. В 21% случаев была выполнена повторная АК через 3-6 мес. из-за неудовлетворенности рефракционным результатом [153].

В настоящее время АК, КР и ПР применяются чаще всего в качестве альтернативных хирургических методов коррекции посткератопластического астигматизма в основном высокой степени в связи с недостаточной предсказуемостью послеоперационного результата, длительным периодом реабилитации и наличием интраоперационных осложнений.

1.1.4. Рефракционные лазерные операции

С целью коррекции ПА в настоящее время широко используются эксимерлазерные операции – ФРК [155, 158, 161], ЛАЗИК (ФемтоЛАЗИК) [75, 134, 212] и ReLEx SMILE [124, 136]. Впервые операцию ЛАЗИК для коррекции ПА после СКП выполнили Arenas и Maglione в 1997 году [63]. Преимуществами операции ЛАЗИК (ФемтоЛАЗИК) являются небольшая степень роговичного синдрома, в основном, в первые часы после операции, быстрый реабилитационный период в связи с формированием флепа, а также высокая предсказуемость рефракционного результата [175, 192, 216] и возможность в среднем корректировать до -5,0 дптр Су1 за одну операцию [90, 97, 138]. Однако при выполнении ЛАЗИК на сквозном роговичном

трансплантате можно встретиться со следующими осложнениями: дезадаптация посткератопластического рубца во время наложения вакуумного кольца или при поднятии флепа, особенно при неполном его прорезании по рубцу при наличии локальных участков со II и III типом рубцевания роговичного трансплантата [119, 140].

Рядом авторов описан регресс рефракционного результата коррекции ПА после ЛАЗИК. В 2004 г. Слонимским А.Ю. были проанализированы отдаленные результаты ЛАЗИК, выполненного на 46 глазах. Через 1,5-4,5 года после операции на 21 глазу выявлен сдвиг в сторону миопической рефракции по Sph на 2,0-3,0 дптр без увеличения Cyl [39]. Donoso R. с соавт. (2015) представили результаты коррекции ПА на 19 глазах 14 пациентов. ЛАЗИК после СКП был выполнен через 6 лет. Среднее значение СЭ рефракции снизилось после ЛАЗИК с -2,6 до -0,36 дптр, Cyl – с -3,43 до -1,37 дптр. Однако через 1 год после ЛАЗИК авторы отмечали регресс СЭ рефракции в среднем до -1,28 дптр и практически полный регресс Cyl до -3,21 дптр [91]. В 2017 г. Токмаковой А.Н. с соавт. был проведен ретроспективный анализ 15 глаз (15 пациентов), прооперированных методом ЛАЗИК. Через 2 года после операции авторы отмечали полный регресс Cyl до $-5,31 \pm 2,69$ дптр (до операции $-4,87 \pm 3,24$ дптр) [29].

С целью минимизации рефракционного регресса и более точной коррекции ПА методом ЛАЗИК было предложено разделить данную операцию на два этапа. На первом этапе формировали флеп. Затем через 3-6 мес. на втором этапе выполняли поднятие флепа и лазерную абляцию. Такое двухэтапное выполнение ЛАЗИК было связано со стабилизацией кератотопографических показателей в течение 2-3 мес. после формирования флепа. Однако не всегда получалось поднять флеп, что требовало его повторного формирования с помощью ФСЛ или микрокератома, что увеличивало риск его неконгруентного расположения в проекции

посткератопластического рубца, а также врастания под него эпителия [4, 5, 61, 151].

До сих пор спорным является вопрос: формировать роговичный клапан только в пределах кератотрансплантата или возможно безопасно выходить за пределы посткератопластического рубца? В работе Слонимского А.Ю. (2004) рекомендуется выполнять формирование клапана только в пределах кератотрансплантата из-за меньшего механического влияния на посткератопластический рубец [39]. Однако выполнение данной методики ограничено самим диаметром кератотрансплантата, который должен быть достаточно большим, а также зафиксированным достаточно симметрично относительно зрительной оси пациента. В противном случае будет получено значительное уменьшение оптической зоны, общей зоны абляции, а также снижение качества зрения в мезопических условиях и повышение риска рефракционного регресса [43]. Формирование флепа через посткератопластический рубец может привести к снижению его прочности в проекции клапана и увеличению риска интраоперационных осложнений, начиная от неполного формирования флепа до дезадаптации посткератопластического рубца [124, 139, 140, 142, 147]. Расположение роговичного флепа за пределами кератотрансплантата опасно для пациентов после СКП, выполненной по поводу кератоконуса, так как формирование клапана на истонченной ободке роговицы реципиента приведет к ее истончению после этапа абляции и повысит риск развития вторичной эктазии [143]. Обеспечить предсказуемость, точность и снизить травматичность при формировании флепа в пределах кератотрансплантата позволяет применение ФСЛ. Однако оно ограничено прозрачностью роговицы реципиента, влияющей на прохождение лазерного луча [65].

ФРК также имеет свои преимущества: поверхностное воздействие, отсутствие интраоперационных осложнений, связанных с формированием флепа, а также выполнение коррекции ПА при меньшей толщине роговичного трансплантата в связи с отсутствием клапана [155, 158, 161].

Однако выполнение ФРК на сквозном роговичном трансплантате может сопровождаться возникновением более выраженного роговичного синдрома по сравнению с другими методами рефракционной лазерной коррекции, риском воспалительных заболеваний роговицы в связи с дезэпителизацией роговичного трансплантата, субэпителиальной фиброплазией и регрессом рефракционного результата при коррекции гиперметропии и астигматизма [204, 215].

Огромный вклад в коррекцию иррегулярного астигматизма после СКП внесли результаты исследования Доги А.В., Бранчевской Е.С. с соавт. (2015) по разработке трансэпителиальной топографически ориентированной ФРК на эксимерной установке «Микроскан Визум» у пациентов с кератоконусом, стабилизированным методом имплантации ИРС или кросслинкингом. Авторами был разработан комплекс обследований пациентов с неправильной формой РА для оценки оптических и морфометрических параметров роговицы у пациентов с кератоконусом, используемые для расчета персонализированного профиля абляции. При помощи математического моделирования были сформированы предельные возможности и параметры эксимерлазерного воздействия для коррекции неправильной формы РА [11, 12].

В настоящее время при коррекции ПА применяется персонализированный вариант абляции, который проводится по данным aberрограммы или кератотопограммы. В 2009 г. Saviano M. с соавт. представили рефракционные результаты топографически ориентированной эксимерлазерной коррекции ПА, которые практически в два раза превосходили результаты проведения абляции по стандартному протоколу [193]. Большой вклад в коррекцию ПА принадлежит работе Каримовой А.Н. с соавт. (2012), которыми была разработана технология ее эксимерлазерной коррекции с использованием персонализированного варианта абляции по данным кератотопографии с помощью компьютерной программы «Кераскан». В программе «Кераскан» можно было рассчитать

корректируемую форму роговицы, используя карту ее высот из кератотопограммы, и затем перенести полученные данные в эксимерный лазер [20, 21].

Все чаще применяются технология ReLEx SMILE. В 2016 г. Ibrahim O. с соавт. впервые сообщили о своих предварительных клинических результатах коррекции ПА по технологии SMILE [157]. По мнению авторов, преимуществом SMILE перед ЛАЗИК является сохранность биомеханики роговичного трансплантата, более короткий реабилитационный период, отсутствие риска смещения клапана, например, при травме, возможность проведения коррекции при синдроме сухого глаза за счет удаления лентикулы через микроразрез [31, 148]. Однако применение данной технологии ограничено исходной толщиной роговичного трансплантата, величиной ПА и центрацией кератотрансплантата относительно зрительной оси пациента [139]. При технике SMILE для коррекции 1,0 дптр как Sph, так и Cyl требуется больше ткани стромы по сравнению с ЛАЗИК [59].

Кроме того, у данного метода коррекции возможны и осложнения, характерные для любых рефракционных лазерных операций [185]. Kim B.K. с соавт. (2016) в ходе ReLEx SMILE было отмечено расхождение входного разреза по посткератопластическому рубцу при удалении лентикулы. Несмотря на это лентикула была полностью удалена с последующим наложением двух швов на участок дезадаптации посткератопластического рубца. Острота зрения после операции улучшилась: НКОЗ составила 0,4, КОЗ – 0,7 [124]. В 2019 г. Asgari S. с соавт. представили случай реакции стромы роговичного трансплантата, сопровождающийся корнеальным синдромом, который был выявлен через 1 нед. после SMILE, проведенной для коррекции ПА у пациента после перенесенной в анамнезе ГППК [109]. Langer J. с соавт. (2020) описан клинический случай неполного удаления лентикулы после миопического ReLEx SMILE у пациента 26 лет, перенесшего в анамнезе СКП. После операции СЭ рефракции практически не

изменился (с $-4,38$ до $-4,125$ дптр), но поменялась форма РА с регулярной на иррегулярную [136].

В 2019 г. Drouglazet-Moalic G. с соавт. представили результаты двухлетнего клинического исследования, в котором сообщается об эффективности коррекции посткератопластического астигматизма высокой степени комбинированным методом, представленным АК с применением ФСЛ и ФемтоЛАЗИК, на 20 глазах (20 пациентов) после СКП. Операции выполнялись в два этапа. На I этапе всем пациентам была выполнена АК с применением ФСЛ и формирование роговичного флепа, II этапом через несколько месяцев – эксимерлазерная фотоабляция после повторного поднятия лоскута. Через 2 года после операции авторы отмечали увеличение НКОЗ и КОЗ в среднем с $0,1$ до $0,25$, снижение СЭ рефракции с $-5,01 \pm 4,35$ до $-1,54 \pm 2,42$ дптр, коэффициент эффективности составил $0,63$, безопасности – $1,39$. Реакции отторжения роговичного трансплантата или врастания эпителия не наблюдалось. Авторы пришли к выводу, что предложенный комбинированный метод является достаточно эффективным для коррекции РА после СКП [92].

1.1.5. Имплантация торических факичных интраокулярных линз

В 2004 г. Nuijts R.M. с соавт. сообщили о клинико-функциональных результатах имплантации торических факичных интраокулярных линз (тФИОЛ) Artisan на 16 глазах (16 пациентов) после СКП для коррекции высоких значений ПА. Через 1 мес. после операции среднее значение Су1 снизилось с $-6,66 \pm 1,93$ (от $-4,0$ до $-10,0$ дптр) до $-2,08 \pm 1,33$ дптр, затем к 1 году понизилось еще до $-1,84 \pm 0,77$ дптр и к 18 мес. достигло $-1,42 \pm 0,78$ дптр, СЭ рефракции снизился к 18 мес. наблюдения с $-4,90 \pm 5,50$ до $-0,96 \pm 0,86$ дптр. НКОЗ $0,5$ и выше была отмечена у 7 пациентов, КОЗ $0,5$ и выше – у всех пациентов. Потери строк КОЗ отмечено не было. Потеря ПЭК через 3 мес. после операции составила $7,6\%$, через 18 мес. – $16,6\%$. У 1 пациента была отмечена реакция отторжения роговичного трансплантата, которая

была купирована местным назначением глюкокортикостероидов. Авторы пришли к заключению, что имплантация тФИОЛ после СКП эффективна для уменьшения рефракционного астигматизма и аметропии [169].

Bartels M.C. с соавт. (2006) провели клиническое исследование на 54 глазах (33 пациента) для оценки влияния на рефракционный результат индуцированного астигматизма после выполнения основного разреза для имплантации тФИОЛ Artisan, а также ротационной стабильности тФИОЛ после операции. Через 6 мес. после операции среднее значение СЭ рефракции снизилось с $-11,39 \pm 4,86$ до $-0,38 \pm 0,57$ дптр. СЭ рефракции в 67% случаев находился в пределах $\pm 0,50$ дптр и в 89% – в пределах $\pm 1,00$ дптр. Среднее предоперационное значение Cyl составляло $-2,92 \pm 1,60$ дптр при сильной оси кератометрии $91,4^\circ$. Через полгода после операции Cyl составил $-0,28 \pm 0,54$ дптр при сильной оси кератометрии $174,3^\circ$. Ротация тФИОЛ не превышала 5° . Хирургический индуцированный астигматизм составил $0,74 \pm 0,61$ дптр. Потери строк КОЗ ни у одного из пациентов авторы не отмечали в течение 6 мес. наблюдения. НКОЗ 1,0 была отмечена в 28% случаев, 0,5 и выше – в 83%. Авторы пришли к выводу, что имплантация тФИОЛ является безопасным, эффективным и предсказуемым методом коррекции ПА. Выявленный угол ротации тФИОЛ не оказал значимого влияния на рефракционный результат [67].

Tahzib N.G. с соавт. (2006) сообщили о результатах трехлетнего клинического исследования, выполненного на 36 глазах (35 пациентов) после СКП, по оценке безопасности и эффективности имплантации тФИОЛ Artisan для коррекции ПА. Все пациенты не носили ЖГСЛ из-за их непереносимости, а также очки из-за анизометропии и/или выраженного астигматизма. Через 6 мес. после операции выявлено снижение Cyl с $-7,06 \pm 2,01$ до $-1,73 \pm 1,25$ дптр, который через 1 год еще уменьшился до $-1,69 \pm 1,15$ дптр. Через 3 года было отмечено небольшое увеличение Cyl до $-2,02 \pm 1,93$ дптр. Sph уменьшился через 3 года после операции с $-3,19 \pm 4,31$ дптр (от $+5,5$ до $-14,25$ дптр) до

-1,03±1,20 дптр (от +1,0 до -5,25 дптр). НКОЗ 0,5 и выше была отмечена в 31,6% случаев, КОЗ 0,5 и выше – в 80,0%. В 8,3% случаев наблюдалась потеря КОЗ более чем на 2 строки. Потеря ПЭК через 6 мес. после операции составила 13,8%, через 1 год – 21,2%, через 3 года – 30,4%. Статистически значимой потери ПЭК через 4 года после операции авторами отмечено не было. У 2 пациентов была выявлена реакция отторжения роговичного трансплантата, у 1 пациента – его эндотелиальная декомпенсация. Авторы пришли к выводу: имплантация тФИОЛ Artisan – эффективный метод коррекции ПА и аметропии. Однако необходимо учитывать значение ПЭК до операции, чтобы избежать развития вторичной эндотелиальной дистрофии роговицы [199].

В 2017 г. Tiveron M.C. Jr. с соавт. провели оценку рефракционных результатов имплантации тФИОЛ Artisan на 24 глазах (24 пациентов) после ГППК, выполненной по поводу кератоконуса. Через 1 год после операции СЭ рефракции был в пределах $\pm 0,50$ дптр в 71% случаев и в пределах $\pm 1,00$ дптр – в 92%. Среднее значение Су1 уменьшилось после операции с $-4,92 \pm 1,55$ (от -2,50 до -8,00 дптр) до $-0,66 \pm 0,61$ дптр (от -2,00 до 0,00 дптр). Статистически значимых различий в значениях СЭ рефракции между контрольными визитами через 3 и 12 мес. обнаружено не было. Ни в одном случае не было потери ни одной строки КОЗ, а в 54% случаев добавилась одна или несколько строк КОЗ. Послеоперационная НКОЗ 0,5 и выше была отмечена в 88% случаев. Средняя потеря ПЭК через 1 год после операции составила 6,10%. Интра- и послеоперационных осложнений за период наблюдения не выявлено. Таким образом, авторы отмечали, что имплантация тФИОЛ является эффективным и безопасным методом коррекции ПА после ГППК [201].

Malheiro L. с соавт. (2019) представили результаты 3-летнего клинического исследования по имплантации тФИОЛ для коррекции ПА высокой степени у 11 пациентов (11 глаз) после ранее проведенной ГППК. Авторы отмечали потерю 8,7% ПЭК через 1 год после операции, 13,1% –

через 3 года и потерю 14,0% ПЭК – через 5 лет после операции. НКОЗ увеличилась после операции с $0,05 \pm 0,13$ до $0,7 \pm 0,07$, КОЗ – на 1 строку в 54,5% случаев. СЭ рефракции уменьшился с $-7,84 \pm 4,63$ до $-1,05 \pm 1,07$ дптр после операции. В 1 случае авторами отмечена значительная потеря ПЭК роговичного трансплантата в течение 5 лет наблюдения. Данному пациенту была запланирована эксплантация тФИОЛ. Авторы сделали вывод, что тФИОЛ безопасно и эффективно могут скомпенсировать высокую степень аметропии после ГППК. Однако продолжающаяся потеря ПЭК в течение 5 лет после операции требует дальнейшего наблюдения за прооперированными пациентами [153].

Alfonso-Bartolozzi В. с соавт. опубликовали в 2022 г. результаты 3-летнего клинического исследования на 20 глазах (20 пациентов) после ГППК с имплантацией заднекамерной тФИОЛ Visian ICL. Через 6 мес. после операции среднее значение НКОЗ повысилось с $0,07 \pm 0,02$ до $0,65 \pm 0,14$ и оставалось неизменным в течение трех лет наблюдения. КОЗ 0,6 и выше была отмечена у всех пациентов, 0,8 и выше – на 13 глазах (65%). Через 6 мес. после операции на всех глазах СЭ рефракции был в пределах $\pm 1,50$ дптр, в 19 случаях (95%) – в пределах $\pm 1,00$ дптр. Среднее значение СЭ рефракции оставалось стабильным в течение всего периода наблюдения. Потеря ПЭК через 3 года наблюдения составила 2,27% [61].

Reddy J. с соавт. (2023) провели ретроспективное исследование с целью оценки рефракционного результата и изменения ПЭК после имплантации заднекамерной тФИОЛ у 10 пациентов (10 глаз) после ранее выполненной ГППК. Авторы отмечают через 1 мес. после операции повышение НКОЗ с $0,08 \pm 0,02$ до $0,5 \pm 0,08$, снижение Sph с $-5,4 \pm 3,80$ до $-0,3 \pm 0,1$ дптр, Cyl – от $-5,4 \pm 3,2$ до $-0,8 \pm 0,7$ дптр. Полученные результаты сохранялись в течение 12 мес. наблюдения. Потеря ПЭК через 1 год после операции составила 2,3%. Интра- и послеоперационных осложнений авторами отмечено не было [177].

Несмотря на достаточно высокий рефракционный результат, применение современных мягких заднекамерных тФИОЛ для коррекции ПА

достаточно ограничено в связи с противопоказаниями для их применения: иррегулярная форма посткератопластического астигматизма, глубина передней камеры менее 2,8 мм и ПЭК – менее 2000 кл/мм². Это в основном позволяет применять данный метод для коррекции ПА после ГППК [16, 201, 153].

1.1.6. Интрастромальная кератопластика с имплантацией роговичных колец и сегментов

В последние годы появляется все больше публикаций о коррекции ПА методами имплантации ИРС и ИК в роговичный трансплантат, позволяющей повысить клинико-функциональные результаты за счет коррекции Sph, РА, увеличения регулярности и сферичности кератотрансплантата, приводящие в итоге к повышению остроты зрения у пациента [52, 53, 146, 174]. При имплантации ИК и ИРС в роговичный трансплантат в нем создается дополнительный «каркас жесткости», что приводит к повышению его биомеханических свойств [88].

Впервые идея применения интрастромальной кератопластики с имплантацией кольца из донорской роговицы была предложена Блаватской Е.Д. в 1956 г. Автором в ходе экспериментальной работы была показана зависимость изменения рефракционного эффекта от высоты и внутреннего диаметра колец из донорской роговицы, имплантируемых в роговицу кроликов. В ходе исследования все кролики были разделены на две группы в зависимости от размера колец: I группу составили животные, которым в роговицу были имплантированы кольца с наружным диаметром 7,0 мм, внутренним – 4,0 мм, II группу – с наружным диаметром 8,0 мм, внутренним – 5,0 мм. В обеих группах высота колец составляла от 80 до 320 мкм. Во всех случаях было получено уплощение роговиц кроликов, более выраженное в I группе. Автор пришел к выводу: при увеличении внутреннего диаметра имплантируемого кольца и уменьшении его высоты снижается рефракционный результат операции и, наоборот. У большего количество

кроликов было получено снижение рефракции роговицы от 5 до 20 дптр. В I группе максимальное ослабление рефракции было отмечено в 35 дптр, во II группе – в 25 дптр [8].

В 1993 г. Burris Т.Е. с соавт. опубликовали результаты экспериментального исследования, выполненного в глазном банке на 33 донорских роговицах человека по имплантации ИРС высотой 260, 310, 360, 410 и 460 мкм в интрастромальный тоннель, сформированный в 6,0-мм оптической зоне, на глубине 70% от толщины роговицы в месте его расположения. Авторами было показано уплощение роговицы в среднем на $3,8 \pm 1,1$, $4,9 \pm 0,6$, $5,2 \pm 1,1$, $5,3 \pm 1,9$ и $7,3 \pm 1,6$ дптр соответственно [71].

В настоящее время для коррекции ПА широко применяются различные интрастромальные импланты, изначально разработанные для коррекции миопии и стабилизации кератэктазий различного генеза с одномоментной коррекцией сопутствующей аметропии. В 1995 г. Ferrara Р. предложил у пациентов с кератоконусом имплантировать ИРС FerraraRing (Kera Vision Ring, Italy) [94]. FerraraRing и их аналоги Keraring (Mediphakos, BeloHorizonte, Brazil) представляли собой дугообразные сегменты кольца длиной от 60° до 210°, выполненные из полиметилметакрилата (ПММА). На поперечном срезе они имели треугольную форму, наружный диаметр модели SI-5 составлял 6,2 мм, SI-6 – 7,2 мм, внутренний – 5,0 мм и 6,0 мм соответственно, высота – от 100 до 350 мкм с шагом в 50 мкм. ИРС имплантировали в 5-6-мм оптическую зону роговицы на глубину 80% от толщины роговицы в месте их расположения [179].

Другой моделью ИРС являлись Intacs (Addition Technology Inc, Des Plaines, IL, USA), которые изначально были предложены для коррекции слабой степени миопии [113]. Данный вид ИРС представлял собой дугообразный сегмент кольца длиной 150°, имел в поперечном сечении гексагональную форму, наружный диаметр составлял – 8,1 мм, внутренний – 6,8 мм, высота – от 250 до 450 мкм с шагом в 50 мкм. Intacs имплантировались на 2/3 толщины роговицы в месте их расположения.

Однако в связи со слабым рефракционным эффектом, а также из-за случаев индуцированного астигматизма, Intacs стали применяться в основном при лечении кератоконуса [173]. Впервые данный вид ИРС при кератоконусе применил Colin J. в 1997 г. [80].

В 2004 г. Измайлова С.Б., Мороз З.И. с соавт. впервые представили клинические результаты по имплантации ИРС отечественного производства из ПММА у пациентов с кератоконусом II и III стадий. Клинико-функциональные результаты разработанных ИРС превосходили по различным параметрам Intacs и Keraring. В настоящее время ИРС отечественного производства широко используются для коррекции ПА. Тахчиди Х.П., Измайлова С.Б. с соавт. (2009) предложили градуированное вакуумное кольцо, которое позволяло формировать равномерный интрастромальный тоннель на определенной глубине роговицы, что снижало время и повышало эффективность хирургического вмешательства [13, 30].

Применение ФСЛ позволяет формировать интрастромальный тоннель на строго заданной глубине в роговичном трансплантате в соответствии с предоперационными параметрами, а также минимизирует риск повреждения посткератопластического рубца [146]. Использование в ходе операции интраоперационного ОКТ роговицы, встроенного в ФСЛ или операционный микроскоп позволяет полностью исключить риск перфорации в переднюю камеру при формировании интрастромальных кармана и тоннеля [174].

Впервые имплантация ИРС у пациентки 50 лет с вторичным кератоконусом, диагностированным через 15 лет после СКП, описана Coskunseven E. с соавт. в 2007 г. Пациентке в роговичном трансплантате был сформирован интрастромальный тоннель при помощи ФСЛ, в который были имплантированы два ИРС (Keraring) длиной 160° каждый и высотой 150 и 250 мкм. Осложнений во время операции, а также в послеоперационном периоде авторами не отмечалось. Через 1 мес. после операции НКОЗ повысилась с 0,02 до 0,2, КОЗ – с 0,3 до 0,63, Sph снизился на -3,75 дптр, Cyl

– на -2,25 дптр. В течение 10 мес. наблюдения полученные результаты оставались стабильными [83].

Arriola-Villalobos P. с соавт. (2009) представили результаты 2-летнего клинического исследования по коррекции посткератопластического астигматизма более 4 дптр у пациентов с непереносимостью контактной коррекции. На 9 глазах (9 пациентов) после СКП были имплантированы ИРС (Keraring) в роговичный трансплантат механическим способом. После операции среднее значение КОЗ увеличилось с $0,23 \pm 0,21$ до $0,98 \pm 0,27$, Су1 уменьшился с $-6,17 \pm 1,12$ до $-4,04 \pm 1,67$ дптр. У 7 из 9 пациентов интра- и послеоперационных осложнений отмечено не было. У 2 пациентов один ИРС из двух был удален из-за его поверхностной имплантации. В последующем этим двум пациентам не был имплантирован второй ИРС, так как их устраивал рефракционный результат. Один пациент в послеоперационном периоде предъявлял жалобы на блики, гало-эффекты, возникающие при вождении в ночное время. Пациенту было назначено закапывание пилокарпина 0,5% однократно в темное время суток. Со слов пациента, выраженность световых феноменов на фоне капель полностью прошли. У одного пациента спустя 2 мес. после имплантации ИРС было отмечено врастание новообразованных сосудов в роговичный трансплантат в проекции расположения интрастромального тоннеля с уменьшением КОЗ с 0,2 до 0,02. В связи с отсутствием положительной динамики на закапывание глюкокортико-стероидов сегменты были удалены. Через 1 мес. после удаления ИРС было отмечено запустевание новообразованных сосудов и увеличение КОЗ до 0,3. Авторы пришли к выводу: имплантация ИРС в кератотрансплантат – эффективный метод коррекции посткератопластического астигматизма при непереносимости контактной коррекции [62].

В клиническом ретроспективном исследовании Prazeres T.M. с соавт. (2011) были представлены результаты коррекции РА высокой степени у 14 пациентов (14 глаз) после СКП, выполненной по поводу кератоконуса,

методом имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ. Через 3 мес. после операции было отмечено повышение остроты зрения в 92,8% случаев. У всех пациентов клинико-функциональные показатели стабилизировались к 3 мес. после операции. Только у 1 пациента был отмечен рост остроты зрения до 6 мес. после операции. Интра- и послеоперационные осложнения отсутствовали. У одного пациента НКОЗ после операции составила 0,2 при остроте зрения с контактной коррекцией до операции 0,5. Данный пациент не переносил контактную коррекцию, поэтому ему была выполнена повторная СКП. Авторы сделали вывод: имплантация ИРС в роговичный трансплантат позволяет достичь у пациентов высокого рефракционного результата при достаточно коротком периоде стабилизации кератотопографических данных (3 мес.) [174].

В 2013 г. Lisa C. с соавт. представили результаты имплантации ИРС (FerraraRing) с применением ФСЛ с целью коррекции ПА после СКП у 30 пациентов (32 глаза). На следующий день после операции НКОЗ повысилась с $0,16 \pm 0,15$ до $0,43 \pm 0,28$, КОЗ – с $0,67 \pm 0,22$ до $0,80 \pm 0,19$. В 40,6% случаев НКОЗ была 0,5 и больше, КОЗ была выше 0,5 в 96,9% случаев и 0,8 и выше – 56,2%. К 6 мес. после операции ни на одном глазу не было потеряно более 2 строк КОЗ. Потеря 1 строки КОЗ была отмечена на 4 глазах, прибавка 1 строки КОЗ – на 9 глазах, 2 и более строк КОЗ – на 13 глазах. По результатам исследования авторы пришли к выводу: имплантация ИРС в роговичный трансплантат – эффективный способ коррекции ПА, однако требуется дальнейшее динамическое наблюдения за прооперированными пациентами [146].

В 2015 г. Калининковым Ю.Ю. с соавт. был проведен клинико-функциональный анализ имплантации смыкающегося кольца 359° с применением ФСЛ для коррекции РА после СКП у 3 пациентов (3 глаза). Через полгода после операции было отмечено повышение остроты зрения у всех пациентов и снижение РА на 3,88, 5,25 и 7,38 дптр. По результатам исследования авторы пришли к выводу: имплантация смыкающегося кольца

359° в интрастромальный тоннель, не затрагивающий зону рубца и центральную оптическую зону, за счет равномерного натяжения роговичного трансплантата не создает индуцированный астигматизм, что позволяет получить выраженный рефракционный результат за счет изменения кератометрии роговичного трансплантата [10]. В том же году этими авторами данная методика была применена у пациента через 2 года после ГППК, выполненной по поводу кератоконуса IV стадии. Через полгода после имплантации смыкающегося кольца 359° НКОЗ увеличилась с 0,1 до 0,4, КОЗ – с 0,2 до 0,7, РА уменьшился с -13,13 до -4,62 дптр. Авторы сделали заключение: имплантация смыкающегося кольца 359° с применением ФСЛ в роговичный трансплантат является эффективным методом коррекции РА после ГППК [17].

В 2017 г. Токмаковой А.Н. с соавт. отмечено, изменение значения РА в течение более 10 лет после СКП, выполненной по поводу кератоконуса, а также более значимое снижение Су1 после имплантации ИРС с применением ФСЛ при сопоставимом распределении оптической плотности посткератопластического рубца по данным денситометрического исследования, в отличие от рубца с неравномерной оптической плотностью. Авторами было выявлено более выраженное уменьшение толщины ободка роговицы реципиентов в нижней половине спустя 10 лет и более после СКП по сравнению с аналогичным участком роговицы у пациентов с меньшим периодом послеоперационного наблюдения. В ходе проспективного анализа имплантации ИРС в роговичный трансплантат на 40 глазах (40 пациентов) все пациенты были разделены на две группы в зависимости от техники формирования роговичного тоннеля. I группу составили 19 пациентов (19 глаз), у которых роговичный тоннель был сформирован механическим способом, II группу (21 пациент, 21 глаз), – при помощи ФСЛ. У всех пациентов стабилизация клинико-функциональных показателей была отмечена к 3 мес. после операции. Через 24 мес. полученный рефракционный

результат был стабилен в обеих группах, величина РА составила в среднем - $3,30 \pm 1,27$ дптр в I группе и $-3,75 \pm 1,99$ дптр – во II группе [29].

Tzelikis P.F. с соавт. (2020) представили результаты имплантации ИРС с длиной дуги 340° с помощью ФСЛ на 20 глазах (18 пациентов) с ПА. Через 1 год после имплантации ИРС отмечено увеличение НКОЗ в среднем с 0,08 до 0,29, КОЗ — с 0,57 до 0,8, среднее значение РА снизилось с $-5,55 \pm 2,29$ до $-3,92 \pm 1,82$ дптр. КОЗ осталась прежней или улучшилась на 19 глазах из 20 и снизилась на 1 строку в 1 случае. Авторы пришли к выводу: имплантация ИРС с длиной дуги 340° с помощью ФСЛ в роговичный трансплантат является эффективным методом коррекции ПА [205].

В 2007 г. Daxer A. представил в Стокгольме на Конгрессе Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов концепцию CISIS (Corneal intrastromal implantation surgery), которая была разработана для коррекции миопии (коррекция Sph до -20,0 дптр и РА до -4,5 дптр) и стабилизации кератэктазий различного генеза с одномоментной коррекцией сопутствующей аметропии. Реализация данной концепции заключалась в уплощении кривизны обеих поверхностей роговицы и улучшении ее биомеханических свойств за счет создания при имплантации кольца MyoRing дополнительного каркаса «жесткости» в роговице [87].

Данная операция ограничена минимальной толщиной роговицы в 350 мкм. Для получения более высокого рефракционного результата или при децентрации кольца возможна его замена на кольцо с другими параметрами или коррекция положения внутри интрастромального кармана [86]. Как сообщает Daxer A. (2010), преимуществом разработанной им методики является сохранение биомеханики роговицы за счет разделения коллагеновых фибрил без их повреждений при формировании интрастромального кармана микрокератом Pocket Maker или ФСЛ [88].

Кольцо MyoRing является цельным кольцевидным имплантом, изготовленным из полимера на основе ПММА, и имеет диаметр от 5 до 8 мм с шагом 1 мм, толщиной – от 200 до 400 мкм с шагом 20 мкм. Кольцо

имплантируется в интрастромальный карман, сформированный микрокератомом Pocket Maker или ФСЛ, со стандартными параметрами (диаметр 9,0 мм, глубина – 300 мкм) через входной тоннельный разрез шириной 3,0-5,0 мм и длиной 0,5-1,0 мм, который не требует его дополнительной герметизации [6]. При расчете параметров кольца учитывается среднее значение кератометрии и Sph [200].

В 2014 г. Поздеевой Н.А. с соавт. впервые была разработана оптимизированная технология имплантации ИК у пациентов с кератоконусом. С 2020 г. данная технология стали применяться для коррекции ПА. Оптимизация технологии заключалась в более глубоком формировании интрастромального кармана в пределах роговичного трансплантата на глубине 80% от его минимальной толщины при помощи ФСЛ с целью исключения индуцированного воздействия лазерной энергии на эндотелий с одной стороны и в более глубоком расположении ИК в строме роговичного трансплантата для уплощения и увеличения сферичности и регулярности как передней, так и задней его поверхностей – с другой¹.

Большинством авторов подтверждается эффективность коррекции ПА при помощи имплантации ИК и ИРС. Расположение интрастромальных тоннеля и кармана, а также самих имплантов вне зоны посткератопластического рубца не только не уменьшает его прочность, а наоборот, создает дополнительный «каркас жесткости» в роговичном трансплантате, способствующий повышению его биомеханических свойств и стабильности полученного рефракционного результата [10, 29, 82, 88, 146, 205]. Большой диапазон коррекции Sph и РА, отсутствие регресса полученного рефракционного результата позволяют отнести данный вид операций к «операции выбора» для коррекции ПА при непереносимости ЖГСЛ. Однако при расчете планируемого рефракционного результата

¹ Пат. 2737221 РФ, А61F 9/007. Способ коррекции индуцированного посткератопластического астигматизма и миопии высокой степени / Поздеева Н.А., Куликова И.Л., Сеницын М.В., Терентьева А.Е., Гаглоева 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.

авторами не учитывается индивидуальная глубина имплантации ИК и ИРС в зависимости от различной толщины роговичного трансплантата у каждого пациента, что приводит в ряде случаев к гипо- или гиперкоррекции [64, 83, 174].

1.2. Коррекция посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой

Впервые в 1890 г. Javal E. в своей работе «Memoires d'Ophthalmometrie» показал важность учета кератометрии задней поверхности роговицы и ее долю в суммарном РА. В норме РА задней поверхности (РАЗП) роговицы составляет от -0,26 до -0,78 дптр и в 96,1% случаев имеет обратную форму [80]. РАЗП роговицы более 0,5 дптр встречается только у 9% пациентов [206]. Расчет суммарного РА только с учетом кератометрии передней поверхности роговицы приводит к гиперкоррекции прямого РА на 0,5-0,6 дптр, и гипокоррекции обратного РА – на 0,2-0,3 дптр, что снижает итоговый рефракционный результат [81].

Существует большое количество самых разнообразных формул и калькуляторов расчета ИОЛ, в которые вносится информация с различных современных диагностических приборов. Ряд формул и калькуляторов учитывают кератотопографические показатели только передней поверхности роговичного трансплантата, другие – обеих поверхностей. В результате литературные данные представлены значительным разбросом послеоперационных результатов экстракции катаракты с имплантацией ИОЛ у пациентов после СКП.

Visser N. с соавт. (2011) провели клиническое исследование по коррекции посткератопластического астигматизма более -2,25 дптр у 45 пациентов (67 глаз) с катарактой методом факоэмульсификации катаракты (ФЭК) с имплантацией тИОЛ Acrysof Toric SN60T6 - SN60T9. Расчет тИОЛ проводился по онлайн-калькулятору фирмы-производителя с учетом данных

кератометрии передней поверхности роговичного трансплантата по данным кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо. Длину глаза, толщину хрусталика и глубину передней камеры измеряли с помощью ультразвуковой биометрии. После операции НКОЗ составила $0,61 \pm 0,26$, КОЗ – $0,81 \pm 0,21$. НКОЗ 0,5 и выше была отмечена в 83% случаев и 0,6 и выше – в 50%. Остаточный СуI был менее 0,75 дптр в 62% случаев и менее 1,00 дптр – в 81%. Среднее значение ротации тИОЛ составило $3,2 \pm 2,8^\circ$. Полученные данные оставались стабильными на протяжении всех 6 мес. наблюдения. Авторы пришли к выводу: имплантация тИОЛ во время ФЭК – эффективный и безопасный метод коррекции выраженного РА [209].

В 2014 г. Иошин И.Э. с соавт. представили клинический случай ФЭК с имплантацией ИОЛ, выполненной у 43-летней пациентки на обоих глазах с интервалом в 1 день после перенесенной ранее в 1992 году СКП по поводу кератоконуса. При расчете ИОЛ использовалась ультразвуковая биометрия, т.к. оптическую биометрию невозможно было выполнить в связи с выраженным ядерным помутнением хрусталика. При расчете оптической силы ИОЛ были взяты данные кератометрии передней поверхности роговичного трансплантата, измеренные на компьютерном кератотопографе, работающем с использованием принципа колец Пласидо. Расчет ИОЛ проводился по формуле SRK/T на слабую миопию (-1,0 дптр), которая по роду деятельности была предпочтительнее пациентке в связи с работой на близком расстоянии. Учитывая иррегулярную форму РА на обоих глазах по данным кератотопограмм, пациентке были имплантированы монофокальные ИОЛ Acrysof IQ. В первый день после ФЭК НКОЗ правого глаза повысилась с 0,01 до 0,5, левого – с 0,13 до 0,3. КОЗ правого глаза повысилась с 0,3 до 0,6, левого – с 0,4 до 0,5. Среднее значение РА по данным кератотопограммы правого глаза увеличилось с -4,5 до -5,38 дптр, левого – с -6,25 до -7,01 дптр, СЭ рефракции правого глаза снизился с -14,0 снизился до -2,5, левого глаза – не получилось измерить. Через 30 дней после операции острота зрения правого глаза не поменялась, на левом глазу НКОЗ повысилась до 0,5 н/к.

Среднее значение РА по данным кератотопограммы и СЭ рефракции обоих глаз не изменились. Потеря ПЭК спустя 3 мес. после ФЭК составила 7,2% на правом и 5,9% – на левом глазу [15].

В 2014 г. Wade M. с соавт. опубликовали результаты ретроспективного исследования по коррекции регулярного посткератопластического астигматизма на 21 глазу (16 пациентов) с катарактой после СКП методом ФЭК с имплантацией тИОЛ Acrysof Toric SN6AT. Расчет ИОЛ проводился по онлайн-калькулятору фирмы-производителя с учетом кератометрических данных передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных при помощи кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо. Оптическую биометрию проводили на IOL Master 500 (Carl Zeiss, Германия). Авторы отмечали после операции повышение НКОЗ с $0,13 \pm 0,04$ до $0,6 \pm 0,15$, КОЗ – с $0,5 \pm 0,14$ до $0,85 \pm 0,13$. В 14 случаях (67%) НКОЗ и КОЗ – в 17 случаях (81%) составили более 0,6. РА после операции уменьшился с $-4,57 \pm 2,05$ до $-1,58 \pm 1,25$ дптр. Полученные результаты были стабильными в течение 12 мес. наблюдения. Авторы сделали вывод, что ФЭК с имплантацией тИОЛ является эффективным методом коррекции посткератопластического астигматизма у пациентов с катарактой после ранее выполненной СКП [210].

Lockington D. с соавт. (2014) представили результаты клинического исследования по коррекции посткератопластического астигматизма на 26 глазах (26 пациентов) с катарактой. Всем пациентам были имплантированы тИОЛ Acrysof SN60AT или T-flex 623T/573T. Расчет ИОЛ проводился аналогично. Оптическую биометрию проводили на IOL Master 500. Средний возраст пациентов составил $57,1 \pm 11,2$ года. У всех пациентов была ранее проведена СКП (84,6%) или ГППК (15,4%) по поводу кератоконуса. Средняя сила торического компонента тИОЛ составила $6,85 \pm 3,02$ дптр. После операции среднее значение СЭ снизилось с $-3,67 \pm 5,76$ до $-0,58 \pm 1,71$ дптр, Су1 уменьшился с $-5,49 \pm 3,72$ до $-2,61 \pm 2,10$ дптр, НКОЗ повысилась с $0,08 \pm 0,02$ до $0,35 \pm 0,1$, КОЗ – с $0,2 \pm 0,06$ до $0,7 \pm 0,15$. После операции НКОЗ 0,5 и выше

была отмечена в 61,5% случаев, КОЗ 0,5 и выше – в 92,3%. Авторы сделали вывод, что хирургия катаракты с имплантацией тИОЛ является безопасным и эффективным методом коррекции высоких значений РА и улучшения остроты зрения у пациентов после кератопластики [150].

В 2018 году Allard К. с соавторами представили клинический случай ФЭК с имплантацией тИОЛ у 71-летнего пациента после ранее выполненной на том же глазу СКП. Расчет ИОЛ проводился по онлайн-калькулятору фирмы-производителя ИОЛ с учетом кератометрических данных передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных при помощи аппарата Pentacam. Оптическую биометрию проводили на IOL Master 500. После операции КОЗ прооперированного глаза увеличилась с 0,5 до 0,8, рефрактометрия улучшилась с sph -0,25 cyl - 5,0 ax 50° до sph -0,5 cyl -3,25 ax 80°. Авторы сделали вывод, что остаточный Cyl связан с неполным учетом РА при расчете тИОЛ [62].

В 2018 г. Den S. с соавт. провели ретроспективную оценку эффективности и безопасности хирургического лечения катаракты после ГППК и СКП на 30 глазах (30 пациентов). Показаниями к кератопластике были: стромальный рубец роговицы (22 глаза), решетчатая дистрофия (2 глаза), кератоконус (2 глаза) и помутнение роговицы после перенесенного герпетического кератита (4 глаза). Все 30 глаз перенесли успешную операцию по удалению катаракты после кератопластики. Снижение ПЭК через 1 год после экстракции катаракты в глазах после ГППК составило 8,7%, после СКП – 26,3%. Через 1 мес. средняя ошибка рефракции цели составила $-0,5 \pm 2,4$ дптр у пациентов после ГППК и $-0,4 \pm 1,9$ дптр у пациентов после СКП и оставалась стабильной на протяжении 6 мес. наблюдения [89].

Cung L.X. с соавт. (2019) представил результаты ФЭК на 19 глазах (19 пациентов) с катарактой после ранее выполненной СКП. После операции среднее значение РА снизилось с $-7,9 \pm 1,0$ до $-6,1 \pm 1,2$ дптр за счет основного роговичного разреза. Авторы отмечали после операции остроту зрения 0,1 и выше в 72,22% случаев. В 1 случае была отмечена реакция отторжения

трансплантата и в 2 случаях – послеоперационный отек роговичного трансплантата, из которых 1 случай закончился болезнью трансплантата, требующей повторной СКП. По результатам исследования авторы сделали заключение: выполнение ФЭК на глазах после ранее выполненной СКП позволяет достичь хорошего рефракционного результата, а также снизить РА при высокой выживаемости роговичного трансплантата [84].

Krysik K. с соавт. в 2019 г. провели клиническое исследование на 42 глазах (34 пациента) с катарактой с целью оценки влияния измерений ультразвукового метода и оптической биометрии на точность расчета ИОЛ при выполнении ФЭК на глазах после ранее выполненной СКП. Через 1 мес. после операции КОЗ увеличилась в среднем с $0,09 \pm 0,19$ до $0,38 \pm 0,14$ и к 3 мес. наблюдения достигла $0,56 \pm 0,16$. Однако полученный Sph после операции значительно отличался от запланированной рефракции цели до операции, независимо от используемого метода ультразвуковой или оптической биометрии. По результатам исследования авторами было отмечено отсутствие статистически значимой разницы в точности этих двух методов биометрии [130].

Lin H. с соавт. (2019) представили результаты ФЭК с имплантацией ИОЛ у 12 пациентов (12 глаз) с помутнением роговичного трансплантата от легкой до умеренной степени после ГППК. При выполнении ФЭК для улучшения визуализации структур передней камеры всем пациентам проводилось окрашивание передней капсулы хрусталика, а также неинвазивное освещение оптическим волокном. Ни в ходе операции, ни в послеоперационном периоде осложнений не было отмечено. После операции среднее значение КОЗ улучшилось с $0,06 \pm 0,02$ до $0,2 \pm 0,09$, ПЭК снизилась с $2258,42 \pm 205,94$ до $1906,25 \pm 174,23$ кл/мм². Авторы пришли к выводу, что проведение ФЭК с имплантацией ИОЛ – достаточно безопасная и эффективная операция на глазах с помутнением роговицы от легкой до умеренной степени после ГППК при окрашивании передней капсулы

хрусталика и применении неинвазивного освещения оптическим волокном [144].

В 2019 г. Танаш Мохаммед А.М. с соавт. представили результаты выполнения ФЭК с имплантацией тИОЛ (Razner Monofocal Hydrophilic Acrilic implant, model 623T) у пациента с катарактой после проведенной 5 лет назад СКП. После операции НКОЗ повысилась с 0,01 до 0,03, КОЗ – с 0,2 до 0,5. Через 1 нед. после операции КОЗ повысилась до 0,9, СЭ рефракции снизился с -14,87 до -4,38 дптр, Суl снизился с -9,75 до -1,25 дптр. Авторы сделали вывод, что экстракция катаракты методом ФЭК с имплантацией тИОЛ у пациента, перенесшего в анамнезе СКП, позволяет достичь оптимального рефракционного результата [46].

Tourabaly M. с соавт. (2021) представили результаты клинического исследования ФЭК с имплантацией ИОЛ, выполненной на 33 глазах 33 пациентов с катарактой после перенесенной в среднем 43 мес. (от 30 до 56 мес.) назад в анамнезе ГППК. Срок наблюдения составил в среднем 58 мес. (от 42 до 74 мес.). Всем пациентам был выполнен во время ФЭК склеральный основной разрез. После ФЭК все роговичные трансплантаты были прозрачные. Среднее значение КОЗ повысилось после операции с 0,26 до 0,45, СЭ снизился с -4,1 до -1,7 дптр и больше не менялись. ПЭК снизилась в течение периода наблюдения в среднем на 5,3%. Расчет ИОЛ проводился по формуле Hoffer Q, данные кератометрии были измерены с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо. Оптическую биометрию проводили на IOL Master 500. Авторы связывают именно с применением вышеуказанных диагностических исследований достаточно высокий послеоперационный рефракционный результат [202].

Reddy J.K. с соавт. в 2021 г. опубликовали результаты клинического исследования по коррекции посткератопластического астигматизма от 6 до 10 дптр на 4 глазах 4 пациентов с катарактой методом ФЭК с имплантацией тИОЛ. Расчет ИОЛ проводился с помощью онлайн-калькулятора, учитывающего кератометрические данные обеих поверхностей роговичного

трансплантата, которые были измерены с помощью ОКТ роговицы. Оптическую биометрию проводили на IOL Master 500. Диапазон оптической силы ИОЛ составлял от +1,0 до +26,50 дптр, торического компонента ИОЛ – от +9,0 до +15,5 дптр. После операции НКОЗ увеличилась с $0,04 \pm 0,02$ до $0,6 \pm 0,14$, СуI снизился с $-9,0 \pm 1,80$ до $-1,1 \pm 0,45$ дптр. Среднее значение послеоперационного СЭ составило $0,75 \pm 0,5$ дптр. Авторы сделали вывод, что учет кератометрических данных обеих поверхностей роговичного трансплантата, а также данных оптической биометрии при расчете тИОЛ помогает более точно рассчитать тИОЛ при экстракции катаракты у пациентов после СКП [178].

В 2021 г. Танах Мохаммед А.М. в исследовании на 190 глазах (190 пациентов) пришел к следующим выводам: проведение экстракции катаракты целесообразно выполнять через 18-19 мес. после СКП при достижении стабилизации клинических данных и рефракции. Результаты ПЭК являются решающим фактором для определения методов экстракции катаракты. Так, при уровне ПЭК роговичного трансплантата более 2600 кл/мм² возможно проведение ультразвуковой ФЭК. В случаях ПЭК ниже 2200 кл/мм² рекомендовано использование механического метода тоннельной экстракции катаракты [47].

Pellegrini M. с соавт. (2022) опубликовали результаты клинического исследования, выполненного на 37 глазах (37 пациентов) с регулярной формой РА более 1,5 дптр по оценке эффективности и предсказуемости экстракции катаракты с имплантацией тИОЛ (enVista MX60T или Eyecryl) после ГППК (27 глаз) и СКП (10 глаз). Расчет ИОЛ проводился с помощью онлайн- калькулятора, учитывающего кератометрические данные обеих поверхностей роговичного трансплантата, измеренные с помощью аппарата Pentacam. Оптическую биометрию проводили на IOL Master 500. ФЭК выполняли через склеральный тоннель диаметром 2,4 мм. Все тИОЛ были имплантированы в капсульный мешок. После операции НКОЗ увеличилась с $0,1 \pm 0,02$ до $0,38 \pm 0,11$, КОЗ – с $0,23 \pm 0,07$ до $0,78 \pm 0,12$. НКОЗ 0,5 и выше была

отмечена на 20 глазах (54%), КОЗ 0,5 и выше – на 35 (95%). Послеоперационный Суl составил $0,93 \pm 0,87$ дптр. В пределах 2,0 дптр Суl был на 35 глазах (95%). Результаты были стабильными на протяжении всех 6 мес. наблюдения. Рефракционная ошибка в 1,0 дптр и менее была отмечена на 18 глазах (49%). Ротация тИОЛ через 6 мес. после операции составила $3,3 \pm 3,5^\circ$. Авторы сделали вывод, что ФЭК с имплантацией тИОЛ на глазах после СКП позволила снизить РА до предсказуемо низкого уровня и эффективно повысить остроту зрения [172].

Авторы исследований единогласно сходятся в выводах об эффективности ФЭК с имплантацией тИОЛ у пациентов с регулярным РА до -12,0 дптр, значение которого ограничено торическим компонентом выпускаемых тИОЛ, и низким рефракционным результате при выполнении ФЭК с имплантацией ИОЛ при иррегулярном РА за счет низкой послеоперационной остроты зрения из-за нескорректированного РА [15, 84, 144, 172, 178, 202]. Различные послеоперационные результаты могут быть связаны с применением при расчете ИОЛ разных формул, калькуляторов расчета и результатов измерений различных приборов.

1.3. Способы профилактики посткератопластического астигматизма высокой степени

В 1986 г. Копаевой В.Г. и Юдовой Н.Н. был предложен набор инструментов, включающий разметчики и лекало, для точного выполнения одинаковых по форме трепанаций роговиц донора и реципиента относительно их центра, а также сопоставление выкроенных роговиц по главным меридианам роговичного трансплантата для минимизации степени посткератопластического астигматизма. При помощи лекало определялось расположение на роговице анатомической оси донора и реципиента, а также определялся необходимый диаметр трепана. Разметчики различались по

диаметру ножа-маркера и применялись для симметричного наложения роговичных швов во время СКП [23].

Для профилактики посткератопластического астигматизма высокой степени после СКП Слонимский Ю.Б. (1992) предложил использовать в ходе СКП донорские кератотрансплантаты меньшего диаметра по сравнению с размером ложа роговицы реципиента [41, 44].

В 2003 г. Каспаровым А.А. с соавт. был предложен метод интраоперационной точечной корнеокомпрессии для максимального замещения роговичным трансплантатом патологически измененной ткани роговицы. Авторами было отмечено получение при применении предложенного метода более высокого значения НКОЗ, минимальных значений РА после СКП [19].

Как известно, при трепанации патологически измененной роговицы, которая в большинстве случаев может иметь неравномерную толщину, в первую очередь поднимаются в полость трепана и разрезаются участки роговицы с наименьшей толщиной, что приводит к формированию овального ложа роговицы реципиента [105]. Применение вакуумных трепанов позволяет за счет фиксации на роговице более равномерно разрезать ее слои до полного прорезания сначала в участке с наименьшей толщиной. Дальнейшее ее дорезание при помощи ножниц в условиях отсутствия передней камеры может повлиять на формирование РА в послеоперационном периоде [171]. Применение в настоящее время современных ФСЛ позволяет решить все описанные проблемы и сформировать срез строго заданных параметров и необходимого профиля под контролем интраоперационной ОКТ роговицы, что сводит практически к нулю риск интраоперационных ошибок на этапе заготовки донорского трансплантата и формирования ложа в роговице реципиента. Однако применение ФСЛ ограничено прозрачностью роговиц реципиента и донора [77].

В настоящее время существуют два основных интраоперационных способа профилактики посткератопластического астигматизма высокой

степени: имплантация цельного ИК в ложе роговицы реципиента и имплантация смыкающегося роговичного кольца с длиной дуги 359° или цельного интрастромального кольца в донорский роговичный трансплантат во время СКП или ГППК.

Метод имплантации цельного ИК из стального сплава в ложе роговицы реципиента был представлен в 1999 г. Krumeich J.H. с соавт. на 15 глазах (15 пациентов) с целью интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма высокой степени. ИК диаметром 8,0 мм имплантировалось в сформированное ложе роговицы реципиента во время кератопластики. Затем пришивался донорский трансплантат с захватом в шов, кроме роговицы донора и реципиента, одновременно с ИК. Через 1 год после операции РА составлял $-2,94 \pm 1,05$ дптр [129]. В 2006 г. авторы представили результаты исследования, посвященного сравнительной оценке КОЗ, посткератопластического астигматизма и риска иммунного ответа на глазах после имплантации кольца из кобальт-титан-молибденового сплава во время СКП на 179 глазах (179 пациентов), которые составили I группу. Во II (контрольную) группу вошел 101 глаз (101 пациента), которым СКП проводилась без имплантации ИК. Через 1 год после операции были получены сопоставимые данные по среднему значению КОЗ (0,48 в I группе и 0,44 – во II группе) и посткератопластическому астигматизму ($-2,64 \pm 1,44$ дптр в I группе и $-2,83 \pm 1,52$ дптр – во II группе). Однако в I группе было отмечено меньшее вращение поверхностных новообразованных сосудов в роговичный трансплантат по сравнению с контрольной группой, а также 2 случая иммунной реакции отторжения роговичного трансплантата в I группе в сравнении с 6 – во II группе. Авторы сделали выводы об отсутствии влияния на рефракционный результат и послеоперационное значение посткератопластического астигматизма имплантации кольца из кобальт-титан-молибденового сплава во время СКП, однако данное кольцо снижает иммунологическую реакцию отторжения роговичного трансплантата [128].

В 2022 г. Xanthoroulou K. с соавт. представили два клинических случая удаления ИК Krumeich, которые были изначально имплантированы во время СКП у пациентов с кератоконусом с целью интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма высокой степени и иммунологической реакции отторжения роговичного трансплантата. Как отмечают авторы исследования, в обоих случаях после СКП был отмечен РА высокой степени. У первого пациента ИК было удалено в связи со значительным снижением над ним толщины роговичного трансплантата, у второго пациента – в связи с возникшей кератэктазией роговичного трансплантата [214].

В 2018 г. Измайловой С.Б. с соавт. были представлены в эксперименте на 8 изолированных донорских (кадаверных) глазах результаты моделирования интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма высокой степени при проведении СКП и ГППК с одномоментной имплантацией ИК с помощью ФСЛ «Фемто Визум» ex vivo. Авторами в роговице реципиента выполнялся срез по типу «гриб» с одновременным формированием бокового ламеллярного кармана, в который помещали ИК. Результаты ОКТ роговицы показали, что ИК занимало правильное, стабильное положение в ламеллярном кармане без необходимости фиксации его швом [14].

Калинников Ю.Ю. с соавт. (2015) представили два хирургических способа интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма высокой степени путем имплантации в донорский роговичный трансплантат смыкающегося роговичного кольца с длиной дуги 359° (1-й способ) или цельного ИК (2-й способ) во время СКП или ГППК. В обоих способах при выполнении СКП в роговице реципиента с помощью ФСЛ выполняли сквозной круговой разрез диаметром от 6 до 9 мм. При ГППК удаляли эпителий, боуменовую мембрану и передние слои стромы в роговице реципиента диаметром от 6 до 9 мм. Затем при помощи воздуха отслаивали и удаляли оставшиеся слои стромы от десцеметовой оболочки. В

1-м способе в донорском трансплантате с помощью ФСЛ формировали роговичный тоннель с внутренним диаметром резекции от 3 до 9 мм на глубине $\frac{3}{4}$ толщины в месте его расположения и входной разрез. Во 2-м – с помощью ФСЛ донорский трансплантат расслаивали концентрично лимбу, от внешнего диаметра от 6 до 9 мм до внутреннего диаметра от 3 до 6 мм на глубине $\frac{3}{4}$ толщины в месте его формирования, в форме кольца. В обоих способах при выполнении ГППК с трансплантата удаляли эндотелий и десцеметовую оболочку. Далее при СКП или ГППК при помощи ФСЛ формировали сквозной трансплантат диаметром от 6 до 9 мм. При применении 1-го способа в кольцевидный тоннель, сформированный в донорском трансплантате, имплантировали разомкнутое кольцо с длиной дуги 359° , во 2-м способе – замкнутое ИК. Затем во всех случаях трансплантаты фиксировали в ложе реципиента швами [18].

Таким образом, выбор наиболее оптимального оптического метода коррекции ПА в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациента остается на сегодняшний день достаточно актуальной проблемой. Это связано с большим количеством различных методов коррекции ПА, имеющих свои недостатки и преимущества. Актуальными остаются также вопросы по оптимизации расчетов рефракционного результата коррекции ПА в зависимости не только параметров ИК и ИРС, но и индивидуальной глубины их имплантации. В литературных источниках отсутствуют публикации о влиянии длительного периода ношения ЖГСЛ на сквозной роговичный трансплантат, четкие рекомендации по расчету тИОЛ (оптической силы, торического компонента) при выполнении ФЭК у пациентов с катарактой после СКП. Актуальным является исследование точности измерения кератометрических показателей передней и задней поверхностей роговичного трансплантата при помощи различных диагностических приборов. Отсутствуют сравнительные исследования по применению современных формул и калькуляторов расчета ИОЛ у пациентов с катарактой после СКП, нет формулы расчета ИОЛ у пациентов с

имплантированным в роговичный трансплантат ИК. Возникает необходимость разработки методик хирургического лечения ПА пациентов с катарактой при наличии иррегулярного РА или регулярного РА выше -12,0 дптр, превышающего значение торического компонента выпускаемых тИОЛ. Актуальной является разработка алгоритма персонализированного выбора метода оптической коррекции ПА у пациентов в зависимости от прозрачности хрусталика.

Проведение настоящего исследования посвящено решению указанных проблем, результаты которого изложены в последующих главах данной диссертационной работы.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Дизайн исследования

Работа посвящена разработке системы оптической реабилитации пациентов с ПА после СКП на основе применения контактной коррекции и современных микроинвазивных хирургических технологий.

Клиническая часть работы была выполнена в Чебоксарском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Она основана на 3-летнем наблюдении и анализе результатов обследования и хирургического лечения 436 пациентов (436 глаз) с ПА после СКП. Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.

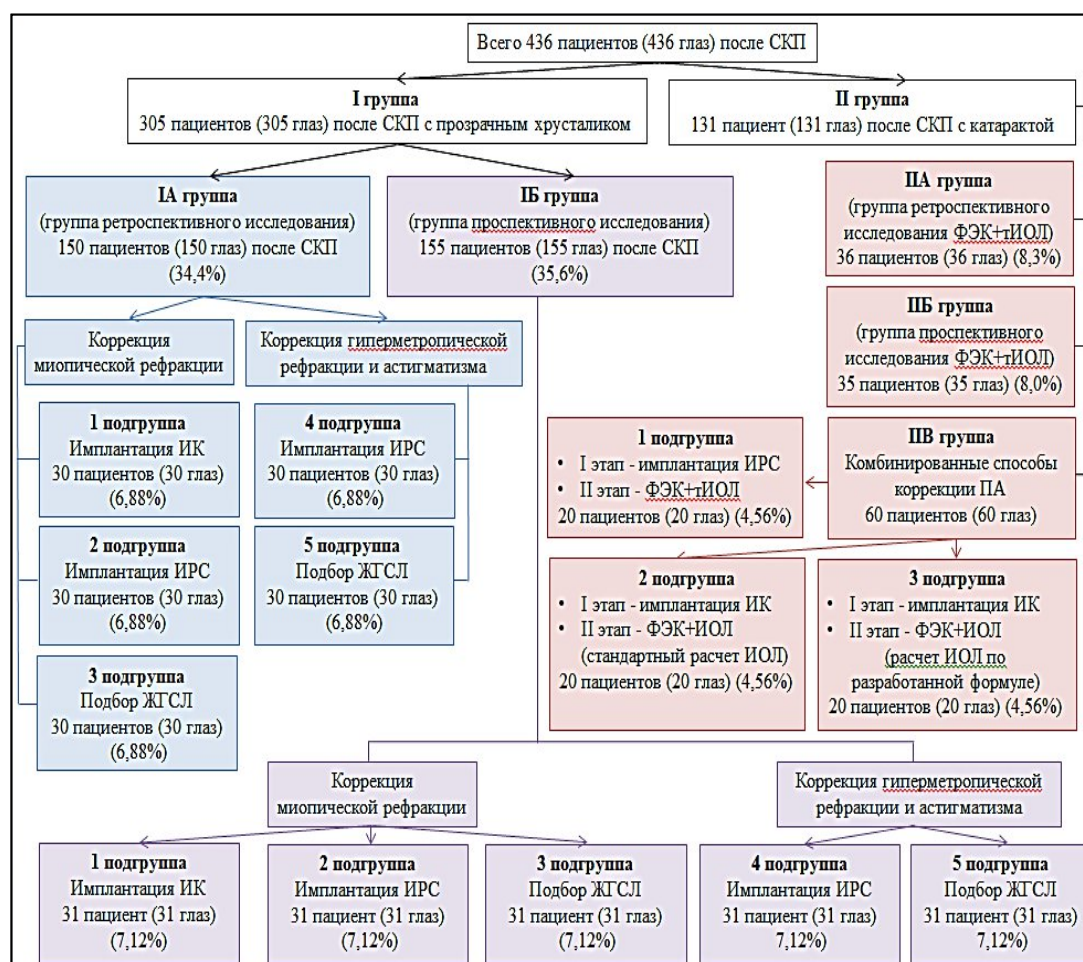


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Все пациенты были разделены в зависимости от помутнения хрусталика на две группы: I группа – пациенты с прозрачным хрусталиком, II группа – пациенты с катарактой. Все пациенты I группы в зависимости от вида клинического исследования были подразделены еще на 2 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 на 5 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). В зависимости от метода коррекции миопической рефракции ПА 1-ю подгруппу IA и IB групп составили пациенты, которым была выполнена имплантация ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 2-ю подгруппу IA и IB групп – пациенты, которым была выполнена имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 3-ю подгруппу IA и IB групп – пациенты, которым был проведен подбор ЖГСЛ. В зависимости от метода коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА 4-ю подгруппу IA и IB групп составили пациенты, которым была выполнена имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 5-ю подгруппу IA и IB групп – пациенты, которым был проведен подбор ЖГСЛ.

Во II группу был включен 131 пациент (131 глаз) после СКП с катарактой. В зависимости от вида и значения РА все пациенты II группы были разделены на группы IIA, IIB и IIV. IIA и IIB группы составили 71 глаз (71 пациент) с регулярным РА не более -12,0 дптр, которым была выполнена ФЭК с имплантацией тИОЛ. У пациентов IIA группы было проведено ретроспективное исследование на 36 глазах (36 пациентов), во IIB группе – проспективное исследование на 35 глазах (35 пациентов). В IIV 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 в зависимости от формы, величины РА и метода расчета ИОЛ были разделены на три подгруппы. 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 II этап – ФЭК с имплантацией тИОЛ. 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. и позже II этап – ФЭК с имплантацией ИОЛ, 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 с имплантацией ИОЛ, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели.

Клиническое исследование коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком состояло из нескольких этапов. На первом этапе исследований был проведен ретроспективный анализ на 150 глазах (150 пациентов) для определения критериев оптимизации коррекции ПА ЖГСЛ, имплантацией ИК и ИРС с применением ФСЛ.

На втором этапе исследований на 155 глазах (155 пациентов) была разработана оптимизированная технология коррекции ПА ЖГСЛ, имплантацией ИК и ИРС с применением ФСЛ. Для этого были разработаны формулы расчета рефракционного результата на основе проведения регрессионного математического анализа изменения Sph и Cyl в зависимости от параметров и глубины имплантации ИК и ИРС, использованы ЖГСЛ, изготовленные из материала с большей кислородной проницаемостью 180 ед.

и фенестрациями на 6 и 12 часах с целью снижения потери плотности клеток переднего эпителия.

На третьем этапе был проведен анализ эффективности и безопасности разработанной оптимизированной технологии на основании клинико-функциональных результатов коррекции ПА у 305 пациентов (305 глаз) с прозрачным хрусталиком.

Клиническое исследование коррекции ПА у пациентов с катарактой также состояло из нескольких этапов. На первом этапе исследований был проведен ретроспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции ПА методом ФЭК с имплантацией тИОЛ на 36 глазах (36 пациентов) для определения наиболее предсказуемого метода расчета тИОЛ.

На втором этапе на основании клинико-функциональных результатов лечения 35 пациентов (35 глаз) была проведена оценка эффективности ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу.

На третьем этапе были разработаны хирургические методы коррекции ПА при регулярном РА более $-12,0$ дптр и иррегулярном РА на 40 глазах (40 пациентов). На основании математического регрессионного анализа зависимости изменения послеоперационного Sph от дооперационного среднего значения кератометрии ($K_{ср}$) у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат ИК разработали формулу поправки к рефракции цели при расчете оптической силы ИОЛ. Затем был проведен анализ эффективности и безопасности клинико-функциональных результатов коррекции ПА у 20 пациентов (20 глаз) с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат ИК методом ФЭК с имплантацией ИОЛ, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели.

На заключительном этапе исследования в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациентов был разработан алгоритм персонализированного выбора метода оптической коррекции ПА.

Теоретические исследования были проведены совместно с ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашской Республики.

Математические расчеты проводили на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» под руководством профессора кафедры теоретической и прикладной механики Бауэр Светланы Михайловны.

2.2. Клиническая характеристика обследуемых пациентов с посткератопластической аметропией

2.2.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов после сквозной кератопластики с прозрачным хрусталиком

Ретроспективное исследование коррекции ПА было проведено у пациентов с прозрачным хрусталиком в IА группе на 150 глазах (150 пациентов) с СКП в анамнезе по поводу кератоконуса III и IV стадий.

Критериями включения пациентов с ПА после СКП с прозрачным естественным 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»;
- для имплантации ИК и ИРС – непереносимость очковой и контактной коррекции ЖГСЛ, диаметр роговичного трансплантата не менее 7,5 мм;
- для имплантации ИК – миопическая рефракция, для имплантации ИРС и подбора ЖГСЛ – миопическая, гиперметропическая рефракции и смешанный астигматизм.

Критериями исключения пациентов являлись:

- помутнение роговичного трансплантата;
- диаметр роговичного трансплантата менее 7,5 мм;
- повышенное внутриглазное давление;

- воспалительные заболевания глаз;
- общесоматические заболевания в стадии декомпенсации.

Срок наблюдения у пациентов 1-5-й подгрупп IA группы составил 3 года, ПА группы – 12 мес.

Пациенты 1-3-й подгрупп IA группы, в которых были выполнены операции для коррекции миопической рефракции ПА, были сопоставимы по гендерным характеристикам, возрасту пациентов и диаметру роговичного трансплантата (Таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика клинического материала пациентов 1-3-й подгрупп IA группы

Параметры	1-я подгруппа (имплантация ИК), n=30 (6,88%)	2-я подгруппа (имплантация ИРС), n=30 (6,88%)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ), n=30 (6,88%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	15 (3,44%)	13 (3,0%)	14 (3,2 %)
Женщины, n (% от всех пациентов)	15 (3,44%)	17 (3,88%)	16 (3,68%)
Возраст пациентов, лет	25,5±4,8 лет (20-38 лет)	27,1±5,6 лет (21-38 лет)	26,4±5,2 лет (20-39 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,14±0,36 мм (7,5-8,5 мм)	8,0±0,43 мм (7,5-8,5 мм)	8,11±0,29 мм (7,5-8,5 мм)

Пациенты 4-й и 5-й подгрупп IA группы, в которых выполнялись операции для коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА также были сопоставимы по гендерным характеристикам, возрасту пациентов и диаметру сквозного роговичного трансплантата (Таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика клинического материала пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы

Параметры	4-я подгруппа (имплантация ИК), n=30 (6,88%)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ), n=30 (6,88%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	16 (3,68%)	15 (3,44%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	14 (3,2%)	15 (3,44%)
Возраст пациентов, лет	24,7±6,6 лет (20-40 лет)	25,9±6,2 лет (20-42 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,1±0,32 мм (7,5-8,5 мм)	8,0±0,39 мм (7,5-8,5 мм)

Клинико-функциональные показатели у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы до подбора ЖГСЛ и имплантации интрастромальных имплантов представлены в Таблице 3.

Таблица 3 – Клинико-функциональные показатели у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы до подбора жестких газопроницаемых склеральных линз и имплантации интрастромальных колец и сегментов ($M \pm \sigma$, n=90)

Показатели	I подгруппа (имплантация ИК)	II подгруппа (имплантация ИРС)	III подгруппа (подбор ЖГСЛ)	p
НКОЗ	0,06±0,03 (от 0,01 до 0,15)	0,07±0,05 (от 0,01 до 0,3)	0,05±0,04 (от 0,01 до 0,3)	0,2236
КОЗ	0,29±0,16 (от 0,01 до 0,7)	0,30±0,13 (от 0,02 до 0,9)	0,32±0,14 (от 0,01 до 0,8)	0,2614
Sph, дптр	-5,69±1,71 (от -3,25 до -8,75)	-5,46±2,24 (от -3,5 до -9,0)	-5,9±2,1 (от -2,5 до -9,25)	0,1331
Cyl, дптр	-3,94±2,04 (от -1,25 до -6,0)	-3,99±1,85 (от -1,0 до -7,0)	-4,4±2,16 (от -1,75 до -7,25)	0,1415
РАПП, дптр	-6,9±2,45 (от -1,2 до -9,87)	-6,3±2,11 (от -1,31 до -9,5)	-7,1±2,33 (от -1,25 до -10,1)	0,1625
ФРР, мм рт. ст.	7,2±2,3 (от 5,4 до 10,2)	7,7±2,5 (от 5,9 до 10,5)	7,9±2,1 (от 6,3 до 10,9)	0,2215
КГ, мм рт. ст.	8,0±2,6 (от 5,5 до 10,8)	8,5±2,3 (от 5,2 до 11,0)	8,3±2,4 (от 6,2 до 10,6)	0,1635

Кср, дптр	45,9±3,6 (от 41,4 до 47,5)	46,1±3,1 (от 41,8 до 48,1)	46,6±3,5 (от 43,5 до 47,5)	0,1664
SRI	1,35±0,39 (от 0,82 до 1,85)	1,22±0,34 (от 0,74 до 2,31)	1,39±0,31 (от 0,55 до 2,23)	0,2664
SAI	1,25±0,41 (от 0,74 до 2,34)	1,19±0,32 (от 0,82 до 2,12)	1,31±0,35 (от 0,88 до 2,44)	0,2743
Минимальная пахиметрия роговичного трансплантата, мкм	525±23 (от 498 до 558)	527±27 (от 503 до 561)	536±30 (от 495 до 560)	0,1128
ВГД, мм рт. ст.	15,2±4,2 (от 13 до 18)	16,3±4,7 (от 12 до 19)	17,2±3,5 (от 13 до 20)	0,1788
ПЗО, мм	25,4±1,2 (от 23,8 до 27,1)	25,1±1,3 (от 24,5 до 28,7)	25,8±1,5 (от 24,1 до 27,2)	0,1122
ПЭК, кл/мм ²	2045±339 (от 1756 до 2382)	1558±359 (от 1365 до 1995)	1763±376 (от 1405 до 2113)	0,0312
Поток белка во влаге передней камеры, ф/мс	1,87±0,17 (от 1,45 до 2,12)	1,71±0,19 (от 1,55 до 2,23)	1,69±0,15 (от 1,41 до 2,03)	0,1992
Количество клеток во влаге передней камеры, кл/мм ³	1,21±0,17 (от 1,11 до 1,52)	1,42±0,20 (от 1,16 до 1,58)	1,31±0,16 (от 1,22 до 1,49)	0,2155

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

Из Таблицы 3 видно, что исходные клинико-функциональные показатели у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы сопоставимы за исключением ПЭК. В основном у пациентов данных подгрупп преобладала миопия высокой степени, учитывая данные передне-задней оси глаза (ПЗО) и РА передней поверхности (РАПП). По данным компьютерной кератотопографии, у большинства пациентов было отмечено повышенное значение индекса регулярности поверхности роговицы SRI (в норме значение его составляет не более 1,0) и у всех пациентов – увеличенное значение индекса асимметрии поверхности роговицы SAI (в норме значение его составляет не более 0,5). Исходные биомеханические свойства роговичного трансплантата по данным аппарата ORA у большинства из этих пациентов были снижены по сравнению с нормой (в норме ФРР и КГ [°] 9,5 мм рт. ст.). Данные минимальной пахиметрии роговичного трансплантата (в норме от

520 до 540 мкм) у большинства пациентов соответствовали среднестатистической норме, данные внутриглазного давления (ВГД), измеренного методом пневмотонометрии (от 10 до 20 мм рт. ст.), у всех пациентов также соответствовали норме. У подавляющего большинства исследуемых пациентов ПЭК была ниже среднестатистической нормы по сравнению с пациентами того же возраста, у кого не проводилась СКП, что объяснялось потерей ПЭК во время кератопластики [3]. При проведении лазерной тиндалеметрии поток белка и количество клеток во влаге передней камеры соответствовали нормальным значениям (в норме поток белка в передней камере составляет не более $4,56 \pm 1,8$ ф/мс, число клеток – не более $2,38 \pm 2,0$ кл/мм³). При биомикроскопии оптические среды у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы были прозрачные.

Клинико-функциональные показатели у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы с ПА до подбора ЖГСЛ и имплантации ИРС с применением ФСЛ представлены в Таблице 4.

Таблица 4 – Клинико-функциональные показатели у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы с посткератопластической аметропией до подбора жестких газопроницаемых склеральных линз и имплантации интрастромальных роговичных сегментов ($M \pm \sigma$, $n=60$)

Показатели	4-я подгруппа (имплантация ИРС)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	p
НКОЗ	$0,13 \pm 0,12$ (от 0,02 до 0,4)	$0,11 \pm 0,10$ (от 0,01 до 0,4)	0,2312
КОЗ	$0,46 \pm 0,27$ (от 0,05 до 0,9)	$0,42 \pm 0,24$ (от 0,02 до 0,9)	0,2411
Sph, дптр	$+3,48 \pm 1,12$ (от +1,25 до +5,0)	$+3,85 \pm 1,29$ (от +1,75 до +5,5)	0,1215
Cyl, дптр	$-6,44 \pm 2,25$ (от -3,0 до -10,0)	$-6,89 \pm 2,48$ (от -2,5 до -9,5)	0,2411
РАПП, дптр	$-8,64 \pm 3,16$ (от -5,3 до -12,6)	$-8,9 \pm 3,25$ (от -4,9 до -12,75)	0,1314
Кср, дптр	$43,2 \pm 2,6$ (от 37,5 до 46,1)	$44,1 \pm 3,1$ (от 38,2 до 47,25)	0,1112
SRI	$1,45 \pm 0,41$	$1,38 \pm 0,49$	0,1369

	(от 0,59 до 2,07)	(от 0,51 до 2,15)	
SAI	1,22±0,39 (от 0,54 до 2,57)	1,39±0,42 (от 0,62 до 2,96)	0,1415
ФРР, мм рт. ст.	7,8±2,3 (от 5,8 до 10,0)	7,5±2,2 (от 5,5 до 10,0)	0,1252
КГ, мм рт. ст.	7,9±2,4 (от 5,2 до 9,8)	8,1±2,3 (от 5,6 до 10,1)	0,1441
ВГД, мм рт. ст.	14,3±3,1 (от 12 до 19)	17,2±3,6 (от 13 до 19)	0,2674
ПЗО, мм	23,4±1,2 (от 22,1 до 23,9)	23,1±1,5 (от 22,4 до 23,7)	0,2743
Минимальная пахиметрия роговичного трансплантата, мкм	521±21 (от 490 до 544)	528±28 (от 485 до 549)	0,2155

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

Из Таблицы 4 видно, что дооперационные клинико-функциональные показатели у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы были сопоставимы. В основном у пациентов данных подгрупп преобладал смешанный астигматизм. По данным компьютерной кератотопографии, у большинства пациентов было отмечено повышенное значение кератотопографического индекса SRI и у всех пациентов увеличенное значение кератотопографического индекса SAI. Исходные биомеханические свойства роговичного трансплантата по данным аппарата ORA у большинства их этих пациентов были снижены по сравнению с нормой. Данные минимальной пахиметрии роговичного трансплантата у большинства пациентов соответствовали среднестатистической норме, ВГД, измеренное методом пневмотонометрии, соответствовало нормальным значениям. При биомикроскопии оптические среды у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы были прозрачные.

2.2.2. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов после сквозной кератопластики с катарактой

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. У пациентов ПА группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 6 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 8, центрального рубца роговицы – на 6, помутнения роговицы после язвы – на 6, кератоконуса IV стадии – на 6, вторичной кератэктазии – на 4 глазах.

Критериями включения пациентов после СКП с катарактой на операцию ФЭК+тИОЛ являлись:

- отсутствие помутнения роговичного трансплантата;
- регулярный РА не более -12,0 дптр;
- ПЭК роговичного трансплантата ≥ 1800 кл/мм².

Критериями исключения пациентов являлись:

- помутнение роговичного трансплантата;
- повышенное внутриглазное давление;
- воспалительные заболевания глаз;
- общесоматические заболевания в стадии декомпенсации;
- ПЭК роговичного трансплантата < 1800 кл/мм².

Характеристика пациентов ПА группы представлена в Таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика клинического материала пациентов ПА группы

Параметры	ПА группа (ФЭК+тИОЛ), n=36, (8,3%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	12 (2,8%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	24 (5,5 %)
Возраст пациентов, лет	57±13 лет (31-76 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,14±0,36 мм (7,5-8,5 мм)

По классификации Buratto L. (1999) [9], у пациентов ПА группы определено, что у всех 36 пациентов были мягкие ядра хрусталиков, не превышающие III степень плотности. Плотность ядра хрусталика составила: I степени – на 10 (27,8%) глазах, II степени – на 14 (38,9%) и III степени – на 12 (33,3 %) глазах.

Клинико-функциональные показатели у пациентов ПА группы с ПА и катарактой представлены в Таблице 6.

Таблица 6 – Клинико-функциональные показатели у пациентов ПА группы с посткератопластической аметропией и катарактой до операции ($M \pm \sigma$, $n=36$)

Показатели	ПА группа (ФЭК+ТИОЛ)
НКОЗ	$0,07 \pm 0,03$ (от 0,01 до 0,1)
КОЗ	$0,28 \pm 0,15$ (от 0,01 до 0,5)
Sph, дптр	$0,88 \pm 5,2$ (от -2,0 до +5,5)
Cyl, дптр	$-4,88 \pm 1,8$ (от -1,5 до -6,5)
РАПП, дптр	$-6,15 \pm 3,28$ (от -2,5 до -10,5)
Кср передней поверхности, дптр (кератотопограф TMS-5)	$44,78 \pm 3,51$ (от 39,16 до 48,78)
ПЗО, мм	$24,25 \pm 1,91$ (от 22,1 до 28,99)
Глубина передней камеры, мм	$3,3 \pm 0,4$ (от 2,7 до 3,82)
Толщина хрусталика, мм	$4,39 \pm 0,49$ (от 3,8 до 5,0)
ВГД, мм рт. ст.	$14,8 \pm 3,9$ (от 12 до 19)
ПЭК, кл/мм ²	2056 ± 231 (от 1845 до 2302)
Поток белка во влаге п/к, ф/мс	$1,54 \pm 0,41$ (от 1,12 до 1,95)
Количество клеток во влаге п/к, кл/мм ³	$1,46 \pm 0,32$ (от 1,14 до 1,79)

Из Таблицы 6 видно, что исходная острота зрения у пациентов ПА группы достаточно низкая из-за наличия у них катаракты и ПА. У всех пациентов по данным кератотопограммы был регулярный РА не более -12,0 дптр. По величине ПЗО, во ПА группе в основном были пациенты со слабой миопической и эметропической рефракцией. Значение ВГД, измеренное методом пневмотонометрии, соответствовало норме. При проведении лазерной тиндалеметрии поток белка и количества клеток во влаге передней камеры соответствовали нормальным значениям. При биомикроскопии роговичный трансплантат у всех пациентов ПА группы был прозрачный.

Статистически сопоставимые данные Кср задней поверхности роговичного трансплантата были получены по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – $7,24 \pm 1,08$ дптр (от 5,9 до 8,6 дптр) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) – $5,77 \pm 0,75$ дптр (от 4,4 до 6,8 дптр) ($p=0,2155$).

У пациентов ПА группы по данным ОКТ роговицы значение одного из главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата было более 7,5 дптр в 38,9% случаев (Рисунок 2).

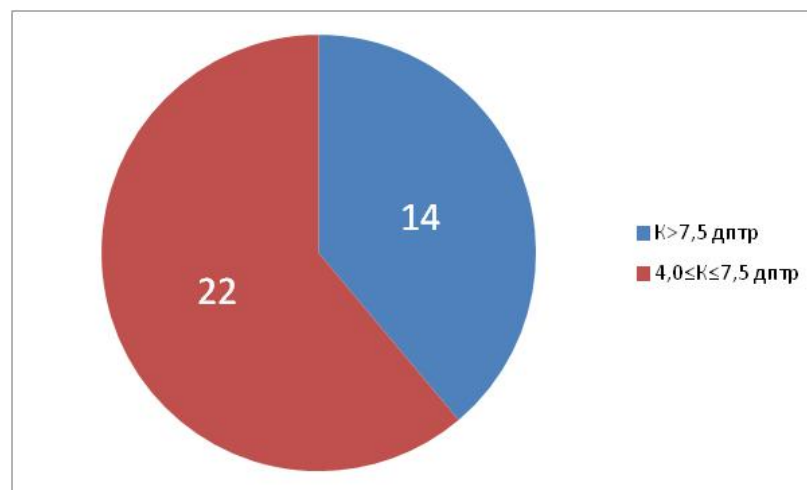


Рисунок 2 – Диаграмма значений кератометрии главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата у пациентов ПА группы, n=36

В Таблице 7 представлены данные среднего значения РА и кератометрии обеих поверхностей роговичного трансплантата у пациентов ПА группы.

Таблица 7 – Данные среднего значения роговичного астигматизма и кератометрии обеих поверхностей роговичного трансплантата, измеренные различными диагностическими приборами у пациентов ПА группы, ($M \pm \sigma$, $n=108$)

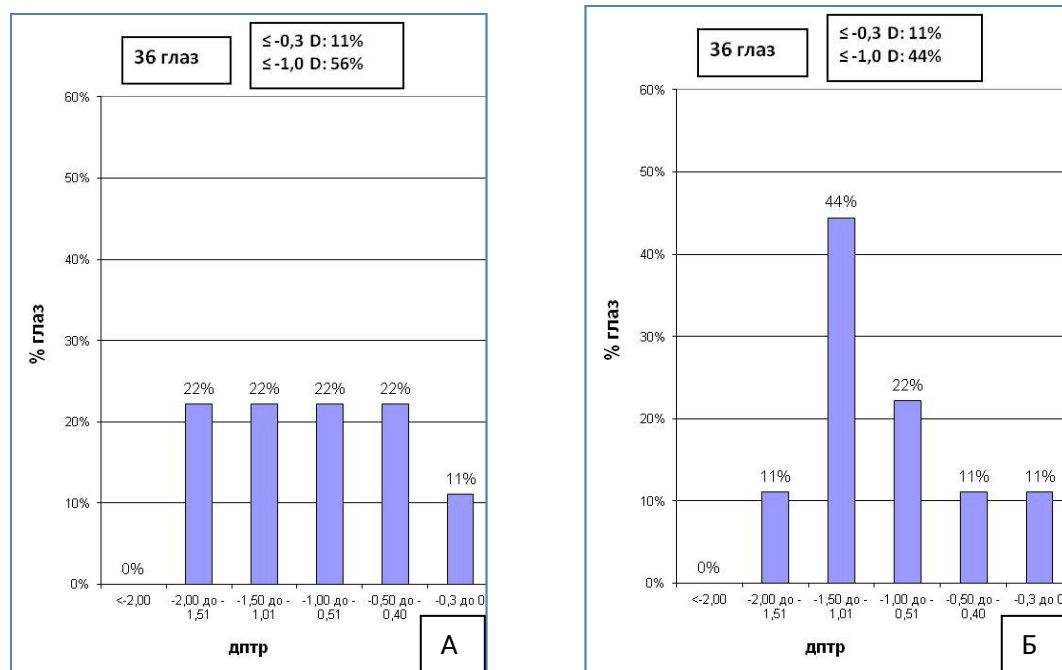
Поверхность роговичного трансплантата	Приборы			p
	кератотопограф (TMS-5), n=36	шеймпфлюг- кератотопограф (Pentacam), n=36	ОКТ роговицы, n=36	
Средние значения астигматизма, дптр				
Передняя поверхность, дптр	-6,15±3,28 (от -2,5 до -10,5)	-5,81±2,89 (от -2,1 до -10,8)	-6,72±3,23 (от -1,8 до -11,7)	0,0105
Задняя поверхность, дптр	не измеряет	-1,05±0,63 (от -0,1 до -1,8)	-1,04±0,60 (от -0,3 до -1,9)	0,4115
Средние значения кератометрии, дптр				
Передняя поверхность, дптр	44,07±4,20 (от 39,16 до 49,72)	44,69±4,14 (от 39,5 до 49,1)	45,89±4,34 (от 39,2 до 49,9)	0,0122
Задняя поверхность, дптр	не измеряет	5,77±0,75 (от 4,4 до 6,8)	7,24±1,08 (от 5,9 до 8,6)	0,1225

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

Из Таблицы 7 видно, что различные диагностические приборы по-разному измеряют Кср и РА передней поверхности роговичного трансплантата и сопоставимо замеряют данные параметры его задней поверхности. Таким образом, применение показаний диагностического прибора, наиболее точно измеряющего Кср и РА передней поверхности роговичного трансплантата, и будет влиять на точность расчета ИОЛ.

У пациентов ПА группы был проведен анализ разницы в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата. По данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), была отмечена разница в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата более 5° в 33,3% случаев, по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – в 41,7%, которая снижает в этих случаях рефракционный результат из-за невозможности одновременной коррекции РА передней и задней поверхностей роговичного трансплантата при имплантации ТИОЛ.

У всех пациентов ПА группы был проведен анализ РАЗП роговичного трансплантата по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) и ОКТ роговицы (CASIA 2), который представлен в виде диаграмм на Рисунке 3.



А – данные ОКТ роговицы (CASIA 2),

Б – данные шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam)

Рисунок 3 – Диаграмма распределения значений роговичного астигматизма задней поверхности роговичного трансплантата у пациентов ПА группы

Из диаграмм, изображенных на Рисунке 3 следует, что по данным ОКТ роговицы (CASIA 2), частота встречаемости РАЗП у пациентов ПА группы в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 11% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 56%; по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), в пределах $-0,3$ дптр – 11% и в пределах $-1,0$ дптр – 46%. Таким образом, средняя частота встречаемости РАЗП в пределах $-0,3$ дптр по данным обоих приборов составляла 11%. По данным литературы, РАЗП составляет в среднем $-0,3$ дптр, и только 9% глаз имеют РАЗП роговицы более $0,5$ дптр [80, 206]. Таким образом, у пациентов после СКП важно учитывать этот показатель, так как встречаемость его выше $-0,3$ дптр составляла в данном диссертационном исследовании 89%, а выше $-1,0$ дптр – 44% по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) и 56% – по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam).

У пациентов ПА группы была проведена aberrometria на OPD-Scan II (Nidek, Япония) в фотопических условиях (в 3,0-мм оптической зоне) и в мезопических условиях (в 6,0-мм оптической зоне). В фотопических условиях до операции RMS total составило $3,1 \pm 0,35$ мкм и RMS внутренних аберраций высшего порядка (internal higher-order aberrations, HOA internal) – $0,94 \pm 0,28$ мкм. В мезопических условиях до операции RMS total составило $5,64 \pm 0,63$ мкм и RMS HOA internal – $3,84 \pm 0,27$ мкм, а также среди суммарных аберраций высшего порядка RMS coma 90° составило $0,59 \pm 0,23$ мкм, RMS coma 180° – $0,48 \pm 0,21$, RMS SA – $0,31 \pm 0,12$, RMS trefoil – $0,67 \pm 0,52$ мкм.

2.3. Клинико-функциональные методы обследования пациентов

Все пациенты IA и IB группы были обследованы до операции, а также через 1, 3, 6, 12, 24, 36 мес. после операции, пациенты ПА и ПБ группы – до операции, на следующий день и затем через 1, 3, 6, 12 мес. после операции, 1 подгруппы ПБ группы – перед I этапом, затем через 1, 3, 6 мес. после операции, затем на следующий день после II этапа и через 1, 3, 6, 12 мес.

после операции, 2 подгруппы ПВ группы – перед I этапом, затем через 1, 3, 6, 12, 15 мес. после операции, затем на следующий день после II этапа и через 1, 3, 6, 12 мес. после операции. Всем пациентам до и в различные сроки после операции проводили офтальмологическое обследование, включающее как стандартные, так и специальные методы исследования.

2.3.1. Стандартные методы исследования

Рефрактокератометрию выполняли на авторефрактометре RC -5000 (Tomey, Япония) для определения значения сферического и цилиндрического компонентов рефракции.

Определение остроты зрения без коррекции и с максимальной коррекцией, до и после циклоплегии проводили на фороптере CDR-3100 (Huvitz, Корея) с проектором знаков АСР-5 (Topcon, Япония).

Тонометрию выполняли автоматическим пневмотонометром (Reichert, США), при необходимости проводили тонометрию с помощью тонометра Маклакова весом 10 г.

Ультразвуковую биометрию (А-scan) проводили на приборе Model 820 (Humphrey, США) с измерением толщины хрусталика, длины глаза и глубины передней камеры.

Биомикроскопическое исследование глаза осуществляли при помощи щелевой лампы (Opton, Германия). Обращали внимание на прозрачность роговичного трансплантата, его центрацию относительно зрительной оси пациента, диаметр, толщину роговицы реципиента, наличие в ней участков истончения и т.д.

Офтальмоскопию выполняли в условиях медикаментозного мидриаза с помощью контактной линзы Reichel-Mainster 1X (Ocular Instruments, США).

Ретинальную остроту зрения (РОЗ) определяли с помощью лазерного ретинометра (HEINE, Германия).

2.3.2. Специальные методы исследования

Оптическую биометрию с измерением длины глаза, толщины хрусталика, глубины передней камеры, расстояния «от белого до белого» проводили на IOL Master 500 (Carl Zeiss AG, Германия).

Компьютерную кератотопографию выполняли на автоматизированном кератотопографе TMS-5 (Tomey, Япония), работающем с использованием принципа колец Пласидо. С помощью кератотопографических карт проводили оценку регулярности и значения РА, определяли его форму, оси расположения и кератометрию главных меридианов роговичного трансплантата. Вышеперечисленные показатели имеют важное значение для расчета параметров интрастромальных имплантов и их расположения в роговичном трансплантате, позволяют рассчитать ось входного реза или тоннеля при их имплантации. Показатели кератометрии главных меридианов, оси их расположения, значение РА передней поверхности роговичного трансплантата учитывали в комплексном расчете оптической силы ИОЛ. Наибольший интерес представлял анализ следующих кератотопографических индексов: индекса регулярности роговичной поверхности (surface regularity index, SRI), отражающего локальную регулярность поверхности роговицы внутри центральной зоны диаметром 4,5 мм (в норме его значение не превышает 1,0) и индекса асимметрии роговичной поверхности (surface asymmetry index, SAI), являющегося мерой разницы оптической силы роговицы между противоположными точками, находящимися относительно друг друга под углом 180° на одном и том же кольце миры кератотопографа (в норме его значение не превышает 0,5).

Оптическую когерентную томографию роговичного трансплантата выполняли на ОКТ роговицы CASIA 2 (Tomey, Япония). Проводили анализ пахиметрических карт роговицы на площади диаметром 10 мм, что позволяло детально оценить толщину роговичного трансплантата в каждой точке и точно рассчитать необходимую безопасную глубину имплантации

ИРС и ИК. Оценивали значения кератометрии, РА и расположения осей главных меридианов обеих поверхностей роговичного трансплантата, которые были использованы для расчета оптической силы и торического компонента тИОЛ, а также эффективности имплантации роговичных имплантов.

Анализ суммарных и внутренних аберраций глаза проводили на OPD-Scan II (Nidek, Япония) у пациентов с катарактой после СКП для оценки эффективности ФЭК с имплантацией тИОЛ. Оценивали RMS суммарных аберраций (root mean square total aberrations, RMS total) и RMS внутренних аберраций высшего порядка (higher-order aberrations internal, HOA internal) в 3,0-мм и 6,0-мм зонах, а также RMS наиболее значимых суммарных аберраций высшего порядка в 6,0-мм зоне: вертикальной комы (coma 90°), горизонтальной комы (coma 180°), сферических аберраций (sph), трейфола (trefoil).

Роговичную абберрометрию и денситометрию роговичного трансплантата, а также измерение **кератометрии, РА и расположения осей главных меридианов** обеих поверхностей роговичного трансплантата исследовали на сканирующем проекционном шеймпфлюг-кератотопографе Pentacam HR (Oculus Optikgerate GmbH, Германия). В Pentacam применяется метод фоторегистрации срезов оптических сред переднего отрезка глаза, основанный на получении глубины резкости изображения, приближенного к бесконечности, но при этом отсутствует диафрагмирование объектива прибора, т.е. выполняется принцип Шаймпфлюга. В аппарате находится вращающаяся фотокамера, которая выполняет за 1 сканирование около 50 оптических срезов, которые сохраняются в виде изображений в памяти прибора. Pentacam позволяет выполнять снимки оптических срезов роговицы на всем ее диаметре и под различными углами от 0 до 180°, по результатам анализа которых создает трехмерную модель переднего отрезка глаза. Исследователь сразу получает информацию, сопоставимую с результатами целого ряда приборов: ультразвукового пахиметра, кератотопографа и ОКТ

роговицы. Всем пациентам до и в различные сроки после операций проводили анализ роговичных aberrаций в режиме модуля Zernike Analysis, которые были измерены в фотопических условиях в 3,0-мм оптической зоне и в мезопических условиях – в 6,0-мм оптической зоне для оценки улучшения сферичности и регулярности роговичного трансплантата после имплантации роговичных имплантов и в ЖГСЛ. При этом измеряли RMS суммарных роговичных aberrаций (total aberrations, TA), RMS роговичных aberrаций высшего (higher-order aberrations, HOA) и низшего порядков (low-order aberrations, LOA) (Рисунок 4).

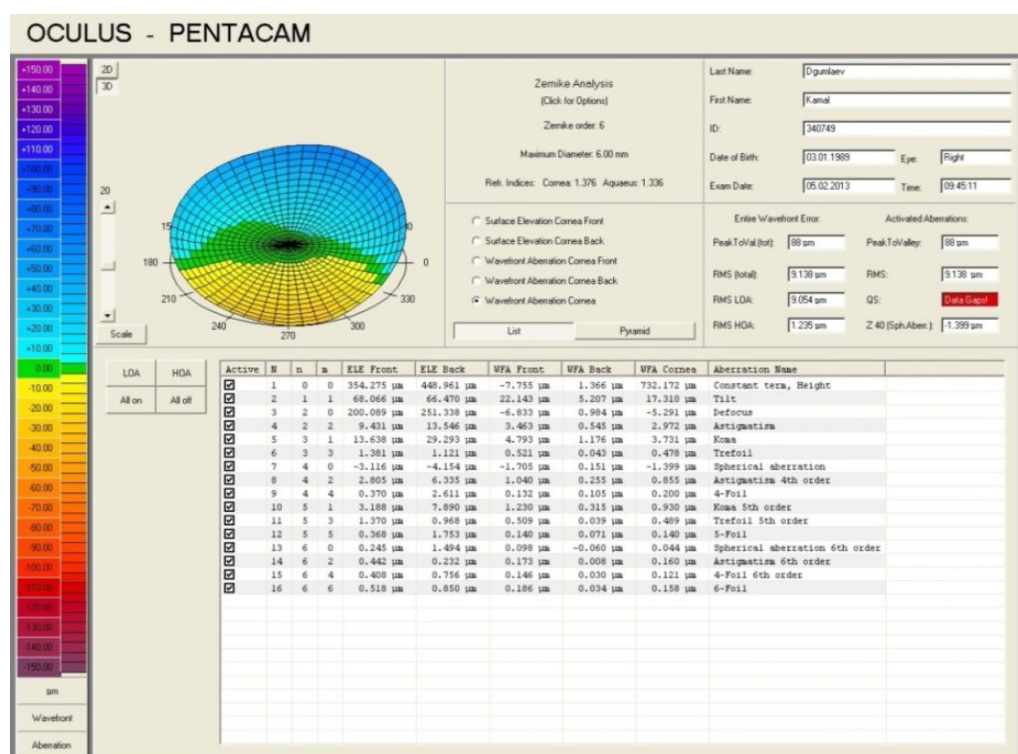


Рисунок 4 – Роговичные aberrации в режиме Zernike Analysis, измеренные в 6,0-мм оптической зоне пациента Т., 29 лет, после сквозной кератопластики.

Отмечается увеличение суммарных роговичных aberrаций, роговичных aberrаций высшего порядка в связи с иррегулярностью сквозного роговичного трансплантата

Значения кератометрии, РА и расположения осей главных меридианов обеих поверхностей роговичного трансплантата измеряли для расчета оптической силы и торического компонента тИОЛ.

Проводили денситометрию роговичного трансплантата для оценки его суммарной оптической плотности (total optical density, TOD), локальной оптической плотности (local optical density, LOD) в участках, граничащих с истонченными зонами роговицы реципиента, оптической плотности в зависимости от зон исследования, начиная от центра роговичного трансплантата к ободку роговицы реципиента: 0-2 мм, 2-6 мм, 6-10 мм и 10-12 мм зоны. LOD высчитывали как среднее арифметическое значений оптической плотности роговичного трансплантата в участке, граничащем с истонченной зоной роговицы реципиента. Денситометрию проводили с целью оценки изменения оптической плотности роговицы до и через 12 мес. после имплантации ИК с применением ФСЛ у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы в связи с наличием зон истончения в ободке роговицы реципиента, возникших у данных пациентов из-за перенесенной до СКП патологии роговицы.

Исследование биомеханических свойств роговичного трансплантата проводили на аппарате ORA (Ocular Response Analyzer, Reichert Inc., США). В ходе исследования оценивали изменение корнеального гистерезиса (КГ) (в норме $> 9,5$ мм рт.ст.), отражающего способность роговичного трансплантата поглощать энергию воздушного импульса, т.е. его вязко-эластические свойства и фактора резистентности роговицы (ФРР) (в норме $> 9,5$ мм рт.ст.), характеризующего его упругие свойства и прямо коррелирующего с его толщиной. Данное исследование помогало оценить изменение биомеханических свойств роговичного трансплантата после имплантации роговичных имплантов.

Подсчет плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) роговичного трансплантата выполняли в автоматическом режиме на эндотелиальном микроскопе Tomey EM-3000 (Tomey, Япония) для оценки ее изменения после имплантации роговичных имплантов, ФЭК+ИОЛ, а также для изучения влияния на роговичный трансплантат длительного ношения ЖГСЛ.

Подсчет средней плотности клеток переднего эпителия роговичного трансплантата проводили на лазерном сканирующем конфокальном микроскопии HRT-III Cornea с роговичным модулем Rostock Cornea Module (Heidelberg Engineering, Германия) для оценки влияния на него длительного срока ношения ЖГСЛ. До и через 3 года после снятия ЖГСЛ спустя 8 ч их очередного ношения на HRT-III Cornea в ручном режиме отмечали все визуализируемые клетки в каждом участке выделенного слоя переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата, но не менее 50. Далее прибор в автоматическом режиме рассчитывал среднюю плотность клеток центральной зоны в каждом слое эпителия роговичного трансплантата. Для окончательной оценки средней плотности клеток каждого слоя переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата бралось среднее арифметическое 5 последовательных измерений плотности клеток каждого слоя переднего эпителия в центральной зоне.

Лазерную тиндалеметрию выполняли на приборе FC-2000 (Kowa, Япония), который позволял проанализировать изменение количества клеток и потока белка во влаге передней камеры с целью оценки проницаемости гематоофтальмического барьера (в норме поток белка в передней камере $4,56 \pm 1,8$ ф/мс, количество клеток в передней камере – $2,38 \pm 1,8$ кл/мм³). Данный прибор при помощи изменения интенсивности лазерного луча, отраженного от клеточных элементов и молекул белка, находящихся во влаге передней камеры, позволяет их подсчитать. Это дает исследователю количественную оценку проницаемости гематоофтальмического барьера и степени воспалительной реакции в глазу в результате проведенной операции.

Определение ротационной стабильности тИОЛ проводили путем наложения фотографий исследуемого глаза с размеченной горизонтальной осью роговичного трансплантата, выполненных при помощи фотоцелевой лампы BQ 900 (Naag-Streit, Швейцария) в 1-й день после операции и через 1, 3, 6, 12 мес. после ФЭК с имплантацией тИОЛ в компьютерной программе Adobe Photoshop. В 1-й день после операции при биомикроскопии отмечали

совпадение или угол отклонения меток тИОЛ от оси сильного меридиана роговичного трансплантата в градусах. После этого размечали горизонтальную ось роговичного трансплантата и выполняли фоторегистрацию положения тИОЛ. Затем в программе Adobe Photoshop производили наложение фотографий, выполненных в 1-й день после операции и в различные промежутки после операции, добивались совпадения размеченной горизонтальной оси роговичного трансплантата. Затем в программе проводили линии через метки, показывающие расположение торического компонента тИОЛ, на фотографиях, сделанных в 1-й день после операции и в различные периоды наблюдения. С помощью инструмента «линейка» отмечали необходимый угол между размеченными линиями. Затем программа в автоматическом режиме определяла угол в градусах, который соответствовал углу ротации тИОЛ относительно ее положения в 1-й день после операции, к которому, при наличии, добавлялся угол ротации тИОЛ в 1-й день после операции относительно оси сильного меридиана роговичного трансплантата.

Контроль безопасности проведенной операции осуществляли на основе подсчета изменения ПЭК при помощи эндотелиального микроскопа, определения потока белка и количества клеток в передней камере с помощью метода лазерной тиндалеметрии, а также вычисления Коэффициента безопасности. У пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп также определяли изменение минимальной толщины роговичного трансплантата в динамике сразу после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов их очередного ношения.

2.4. Характеристика, подбор жестких газопроницаемых склеральных линз и расчет параметров интрастромальных имплантов

2.4.1. Характеристика и подбор жестких газопроницаемых склеральных линз

В ретроспективном исследовании применяли ЖГСЛ OKVision SMARTFIT (OKV-RGP Onefit Med, Канада). Данный вид склеральных линз был изготовлен из материала Contamac Optimum Extra с коэффициентом кислородопроницаемости 100 ед. Оптическая сила Sph от -20,0 до +20,0 с шагом 0,12 дптр, Cyl – от 0 до -10,0 с шагом 0,12 дптр, ax – от 0 до 180 с шагом 1 градус, add – от 0,25 до 7,00 дптр.

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 определяли как с помощью биомикроскопии с применением флюоресцеина (флюоресцеиновая проба), так и при помощи ОКТ роговицы с анализом толщины центрального и лимбального клиренсов сразу после аппликации ЖГСЛ, затем через 1, 2 и после 4 часов ношения. Оценивали высоту лимбального клиренса и расположение края ЖГСЛ в 4 квадрантах через 1 и после 4 часов ношения. При биомикроскопии у всех пациентов обращали внимание на отсутствие касания ЖГСЛ передней поверхности роговичного трансплантата, положение ее края относительно конъюнктивы, подвижность ЖГСЛ.

2.4.2. Характеристика интрастромальных колец и расчет их параметров

Интрастромальное кольцо MyoRing было впервые представлено фирмой DiopTex (Австрия). Кольцо изготовлено из видоизмененного полимера на основе ПММА и имеет диаметр от 5 до 8 мм с шагом в 1 мм, высоту – от 200 до 400 мкм с шагом в 20 мкм. На поперечном срезе ИК имеет форму трапеции (Рисунок 5).

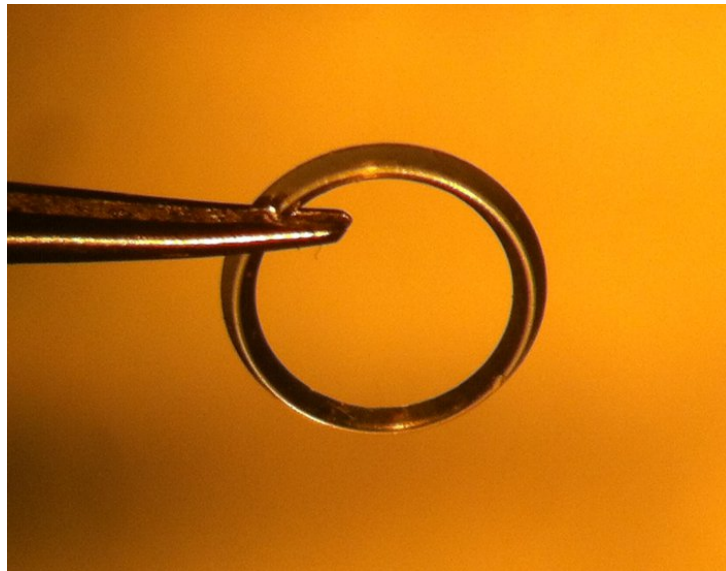


Рисунок 5 – Интрастромальное кольцо MyoRing (Dioptex, Австрия)

Технология имплантации ИК позволяет при необходимости корректировать положение кольца внутри интрастромального кармана с целью повышения рефракционного результата в послеоперационном периоде или заменять одно кольцо на другое.

Для коррекции ПА имплантировали ИК минимального диаметра 5,0 мм, учитывая невозможность центрации относительно зрительной оси пациента в роговичном трансплантате 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 номограмме для оптимизированной технологии имплантации кольца с применением ФСЛ, учитывающей корреляцию между величиной Sph и высотой ИК (Таблица 8).

Таблица 8 – Номограмма расчета параметров интрастромального кольца в зависимости от значения корригируемого сферического компонента рефракции

Сферический компонент рефракции, дптр	Интрастромальное кольцо: диаметр, мм/ высота, мкм
-2	5/220

-4	5/240
-6	5/260
-8	5/280
-10	5/300
-12	5/320
-14	5/340
-16	5/360
-18	5/380
-20	5/400

Чем выше было значение Sph, тем большая высота ИК необходима была для его коррекции.

2.4.3. Характеристика интрастромальных роговичных сегментов и расчет их параметров

Все имплантируемые ИРС были разработаны в ООО «Научно-экспериментальное производство «Микрохирургия глаза» (Россия) из полимера на основе ПММА. ИРС представляют собой сегменты кольца с длиной дуги 90°, 120° и 160°, основанием 0,6 мм, поперечным срезом в форме полусферы. Высота ИРС составляет от 150 до 400 мкм, с шагом в 50 мкм, внутренний диаметр – 5,0 мм, наружный – 6,2 мм (Рисунок 6).

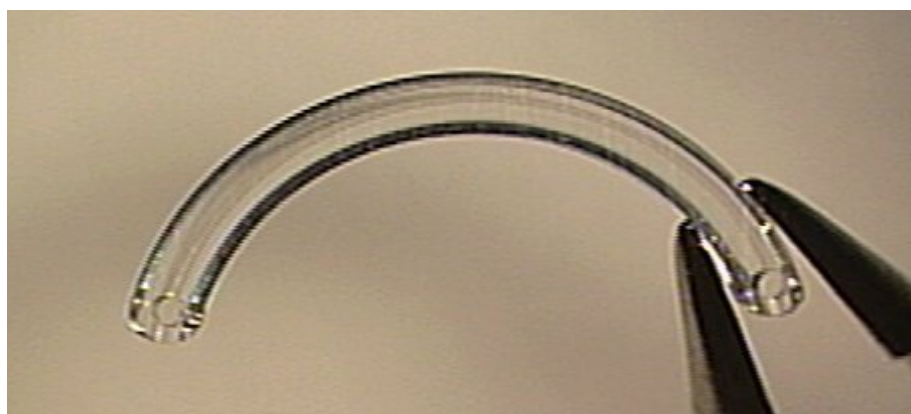


Рисунок 6 – Роговичный сегмент (ООО «НЭП МГ», Россия)

У всех пациентов для коррекции ПА имплантировали по два одинаковых ИРС, параметры которых рассчитывали по номограмме, учитывающей значения Sph и РА (Таблица 9).

Таблица 9 – Номограмма расчета параметров интрастромальных роговичных сегментов в зависимости от значения корригируемого сферического компонента рефракции и роговичного астигматизма

Высота ИРС, мкм	ИРС 90°		ИРС 120°		ИРС 160°	
	Sph, дптр	РА, дптр	Sph, дптр	РА, дптр	Sph, дптр	РА, дптр
150	+1,25	-3,5	-1,25	-1,75	-2,5	-0,6
200	+1,75	-4,5	-1,75	-2,25	-3,5	-0,85
250	+2,25	-5,5	-2,25	-2,75	-4,5	-1,1
300	+2,75	-6,5	-2,75	-3,25	-5,5	-1,35
350	+3,25	-7,5	-3,25	-3,75	-6,5	-1,6
400	+3,75	-8,5	-3,75	-4,25	-7,5	-1,85

2.5. Характеристика лазерной установки

Формирование интрастромальных кармана и тоннелей осуществляли при помощи ФСЛ Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария) (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Фемтосекундный лазер Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария)

ФСЛ Femto LDV Z8 генерирует излучение одномодового оптического квантового генератора на неодимовом стекле с диодной накачкой, с длиной волны 1040-1060 нм. Частота повторения импульсов – ≥ 1 МГц, длительность импульса – ≤ 250 фс, максимальная выходная мощность лазерного луча – 300

мВт, максимальная пиковая мощность импульса – 800 Вт, диаметр интрастромальной каверны – ≤ 2 мкм, размер пятна фокусировки – ≤ 2 мкм, диаметр вакуумного кольца – 9,5 мм, размер рабочего поля – 10 мм, число точек для создания кольцевого тоннеля – 1,5 млн. При формировании интрастромальных кармана и тоннеля лазерное излучение ФСЛ генерируется в очень короткие по частоте импульсы, что приводит к увеличению плотности энергии на единицу площади. При воздействии лазерного излучения образуются микроскопические пузырьки газа, которые без повреждения целостности ткани способствуют ламеллярной диссекции стромы роговичного трансплантата. Данный ФСЛ оснащен рабочей рукояткой, которая апплинируется на поверхность роговичного трансплантата для проведения фемтодиссекции.

В ФСЛ Femto LDV Z8 имеется программное обеспечение для формирования интрастромальных кармана и тоннеля. Для формирования интрастромального тоннеля необходимо задать внутренний и наружный его диаметры, протяженность, глубину формирования и ось входного реза с его шириной. Для формирования интрастромального кармана необходимо задать его диаметр, глубину формирования, а также ширину, длину и угол расположения входного тоннельного разреза. Программное обеспечение данного лазера позволяет при необходимости перемещать расположение интрастромальных кармана и тоннеля с учетом предоперационных меток его расположения относительно оси X-Y, а также выполнить их ротацию. ФСЛ также оснащен интраоперационным ОКТ роговицы для гарантированного формирования интрастромальных кармана и тоннеля на строго заданной глубине и исключения риска перфорации в переднюю камеру при их формировании (Рисунок 8).

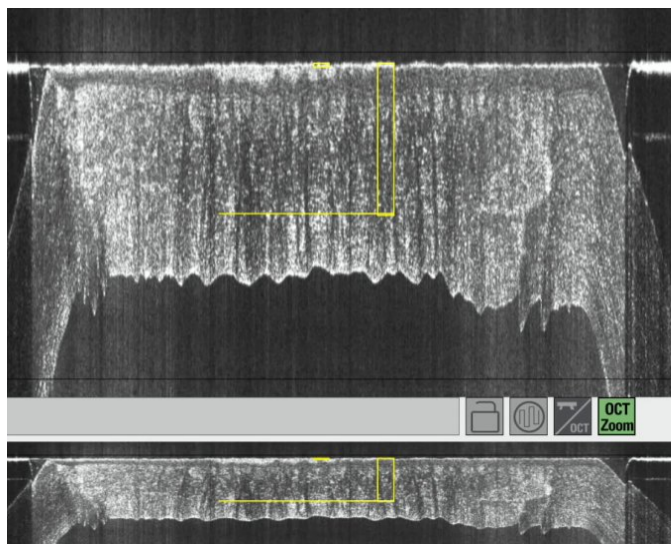


Рисунок 8 – Интраоперационное ОКТ роговичного трансплантата на ФСЛ Femto LDV Z8. Желтым цветом выделен профиль планируемого интрастромального тоннеля в сквозном роговичном трансплантате, который располагается на строго заданном безопасном расстоянии от эндотелия

2.6. Характеристика факоэмульсификатора, имплантируемых интраокулярных линз и способ их расчета

У пациентов с катарактой после СКП при регулярной форме РА наиболее эффективным методом лечения с одномоментной коррекцией ПА является ФЭК с имплантацией ТИОЛ.

В данном диссертационном исследовании ФЭК у всех пациентов была выполнена с помощью факоэмульсификатора Stellaris PC Vision Enhancement System (Bausch+Lomb, USA) (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Факоэмульсификатор Stellaris PC Vision Enhancement System (Bausch+Lomb, США)

Рукоятка факоэмульсификатора Attune работает на шести пьезокристаллах и обеспечивает оптимизированную частоту 28,5 кГц, что позволяет иметь неизменную подачу мощности и увеличивает длину хода иглы. Система аспирационного контроля Stable Chamber® создает гидродинамику, обеспечивающую стабильность передней камеры и позволяет управлять потоком жидкости при высоких уровнях вакуума. Система DigiFlow® позволяет поддерживать заданное давление в ирригационной линии для стабильности внутриглазного давления. Индивидуально настраиваемое программное обеспечение, включающее двойной линейный контроль, контроль профиля передней/задней загрузки и программируемое изменение формы ультразвукового сигнала, позволяет уменьшить нагрев кончика иглы и делает ФЭК более эффективной. Размер иглы факоэмульсификатора позволяет работать через разрез 1,8 мм.

При выполнении ФЭК были имплантированы тИОЛ RayOne Toric RAO610T (Rayner, United Kingdom). Это заднекамерная, монофокальная, асферическая, торическая, бесцветная ИОЛ, предусмотренная в одноразовый инжектор под разрез 1,8-2,2 мм, диаметр оптической части – 6,0 мм, общая длина – 12,5 мм, выполнена из гидрофильного акрила. Гаптическая часть тИОЛ имеет вид замкнутой петли с технологией «анти-изгиб», без ангуляции. Оптическая сила тИОЛ – от -9,5 до +34,5 дптр с шагом 0,5 дптр, оптическая сила цилиндра – +1,0 до +11,0 дптр с шагом 0,5 дптр. А-константа для оптической биометрии – 118,6, для ультразвуковой биометрии – 118,0. тИОЛ имеет ультрафиолетовый фильтр (Рисунок 10).



Рисунок 10 – тИОЛ RayOne Toric RAO610T

Расчет оптической силы и торического компонента тИОЛ проводили в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator, так как в данном калькуляторе можно было внести значение кератометрии главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата более 7,5 дптр. Значение кератометрии одного из главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата более 7,5 дптр было отмечено у 14 пациентов (14 глаз) ПА группы (38,9%). Расчет тИОЛ у всех пациентов проводили на эмметропическую рефракцию.

При расчете тИОЛ в онлайн-калькулятор Barrett True – K Toric Calculator вначале вносили данные врача, пациента, выбирали глаз, K Index, значение которого зависело от метода биометрии, который использовали (оптический или ультразвуковой). Затем выбирали модель имплантируемой ИОЛ, после чего автоматически программой определялась ее A константа и Lens Factor. После этого вносили длину глаза, значения кератометрии главных меридианов и оси их расположения передней поверхности роговичного трансплантата, глубину передней камеры, рефракцию цели, индуцированный астигматизм, ось расположения основного разреза, толщину хрусталика, расстояние «от белого до белого». Далее нажимали кнопку «Вычислить», и программа предлагала заполнить вкладку «Измерение астигматизма задней поверхности роговицы», в которой выбирали необходимый диагностический прибор, на котором проводилось

измерение, и вносили данные кератометрии и оси расположения главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата, а также его толщину в центре.

У части пациентов при расчете ТИОЛ были получены расхождения в значениях оптической силы и торического компонента в связи с различными кератометрическими данными передней поверхности роговичного трансплантата, измеренными с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо (TMS-5), ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam). В этих случаях брали либо среднее значение кератометрических показателей, измеренных с помощью вышеуказанной диагностической аппаратуры, либо среднее значение двух близких по результатам кератометрических показателей, измеренных при помощи двух диагностических аппаратов и отличающихся от значения, измеренного на третьем диагностическом приборе.

2.7. Технология имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера

Имплантацию ИК в интрастромальный карман, сформированный при помощи ФСЛ, выполняли по оптимизированной технологии, основное отличие которой от предложенной Daxer A. (2007) технологии, когда интрастромальный карман в каждом случае формируется на глубине 300 мкм и диаметром 9,0 мм, заключалось в более глубоком его расположении в пределах роговичного трансплантата с диаметром не менее 7,5 мм, на глубине 80% от минимальных данных пахиметрии.

Применение оптимизированной методики имплантации ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ обусловлено тем, что после СКП возникает индуцированный РА не только передней, но и задней поверхности роговичного трансплантата, который может достигать

нескольких дптр. Форма РА также нередко бывает иррегулярной. Это в свою очередь влияет на снижение зрения у пациентов после СКП. Поэтому для достижения более высокой остроты зрения необходимо скорректировать индуцированный РА и повысить регулярность и сферичность не только передней, но и задней поверхностей роговичного трансплантата. Для этого необходимо имплантировать ИК более глубоко в задние отделы стромы по сравнению с технологией, предложенной Дахер А. С другой стороны, формирование интрастромального кармана на глубине 80% от минимальной толщины роговичного трансплантата позволяет оставлять не менее 100 мкм до эндотелия, что, по литературным данным, исключает индуцированное воздействие на него лазерной энергии ФСЛ и снижение ПЭК [149]. Следующим преимуществом формирования интрастромального кармана по оптимизированной технологии в сравнении со стандартной является большее повышение биомеханических свойств роговичного трансплантата и снижение риска протрузии кольца [25, 26].

Имплантацию ИК выполняли в два этапа: I этап – формирование интрастромального кармана и входного тоннельного разреза с использованием ФСЛ Femto LDV Z8; II этап – имплантация ИК.

В ФСЛ Femto LDV Z8 имеется программное обеспечение для формирования интрастромального кармана, который вскрывается практически без «тканевых мостиков» при установленных параметрах. Диаметр интрастромального кармана в отличие от стандартной технологии в данном клиническом исследовании составлял от 7,0 до 8,0 мм, так как необходимо было его сформировать вместе с входным тоннельным разрезом в пределах роговичного трансплантата диаметром от 7,5 до 8,5 мм. Ширина входного тоннельного разреза – 4,0 мм, длина – 0,4 мм. Входной тоннельный разрез располагали по сильной оси кератометрии, глубина залегания интрастромального кармана в отличие от стандартного метода составляла 80% от минимального значения пахиметрии.

Всем пациентам до операции за щелевой лампой выполняли разметку горизонтального меридиана роговичного трансплантата для исключения влияния эффекта циклоторсии при разметке оси сильного меридиана роговичного трансплантата на операционном столе. Перед операцией при помощи кольца Мендеса на роговичного трансплантате размечали его сильную ось кератометрии. Затем в программном обеспечении ФСЛ для формирования интрастромального кармана задавали его диаметр, глубину формирования, а также ширину, длину и угол расположения входного тоннельного разреза. После этого переходили к этапу аппланации рабочей рукоятки ФСЛ на поверхность роговичного трансплантата. Затем выполняли ОКТ роговичного трансплантата для подтверждения полной его аппланации, формирования интрастромального кармана на строго заданной глубине и исключения перфорации при его формировании в переднюю камеру. Общее время фемтоэтапа по формированию интрастромального кармана и входного тоннельного разреза занимало 46 с (Рисунок 11).

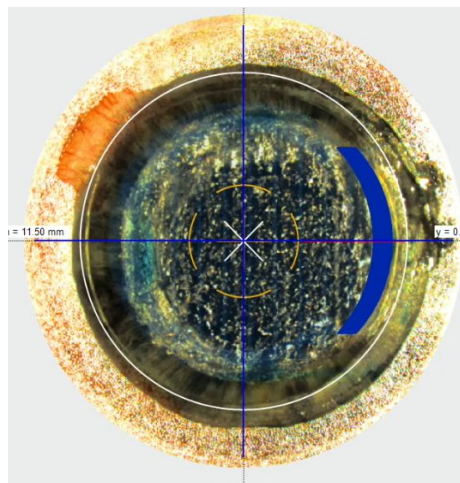


Рисунок 11 – Этап формирования интрастромального кармана и входного тоннельного разреза с использованием ФСЛ Femto LDV Z8

При окончании фемтоэтапа рукоятку ФСЛ отсоединяли и выполняли при помощи шпателя ревизию сформированного интрастромального кармана для разъединения возможных единичных «межтканевых мостиков».

II этап операции – имплантация ИК в интрастромальный карман, сформированный с использованием ФСЛ Femto LDV Z8. ИК фиксировали в специальном пинцете с предварительно выставленным в нем упором для необходимого сжатия ИК без риска его повреждения. После этого выполняли имплантацию ИК в интрастромальный карман (Рисунок 12).



Рисунок 12 – Этап имплантации кольца в интрастромальный карман, сформированный с применением ФСЛ в роговичном трансплантате

Затем пациент фиксировал взгляд на фиксационной световой метке операционного микроскопа, которая отражалась на его роговичной поверхности, по которой ИК центрировали относительно зрительной оси пациента (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Этап центрации интрастромального кольца по зрительной оси пациента

После операции в конъюнктивальную полость закапывали раствор антибиотика, удаляли векорасширитель и накладывали на глаз асептическую повязку.

2.8. Технология имплантации интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера

Имплантацию ИРС выполняли в два этапа: I этап – формирование кольцевого интрастромального тоннеля и входного разреза с использованием ФСЛ Femto LDV Z8; II этап – имплантация двух одинаковых ИРС отечественного производства.

В ФСЛ Femto LDV Z8 имеется программное обеспечение для формирования кольцевого интрастромального тоннеля и входного разреза. Параметры интрастромального тоннеля соответствовали размерам имплантируемых ИРС: глубина залегания тоннеля составляла 80% от данных пахиметрии в месте его формирования, внутренний диаметр резекции – 5,0 мм, наружный – 6,2 мм, длина входного разреза, расположенного по сильной оси кератометрии в радиальном направлении – 0,6 мм.

Всем пациентам до операции за щелевой лампой выполняли разметку горизонтального меридиана роговичного трансплантата для исключения влияния эффекта циклоторсии при разметке оси сильного меридиана роговичного трансплантата на операционном столе. Перед операцией при помощи кольца Мендеса на роговичного трансплантате размечали его сильную ось кератометрии. Затем в ФСЛ вводили значения внутреннего и наружного диаметров резекции интрастромального тоннеля, его глубину формирования, протяженность и ось входного разреза с его шириной. После этого переходили к этапу аппланации рабочей рукоятки ФСЛ на поверхность роговичного трансплантата. Затем выполняли ОКТ роговичного трансплантата для подтверждения полной его аппланации, формирования интрастромального тоннеля на строго заданной глубине и исключения

перфорации при его формировании в переднюю камеру. Общее время фемтоэтапа составляло 36 с (Рисунок 14).

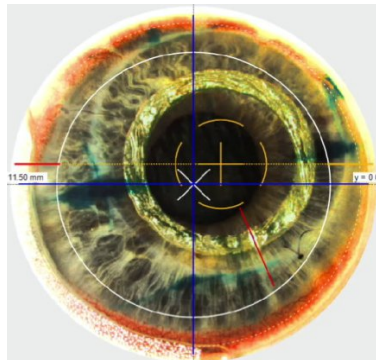


Рисунок 14 – Этап формирования кольцевого интрастромального тоннеля и входного разреза с использованием ФСЛ Femto LDV Z8

II этап операции – имплантация ИРС отечественного производства в кольцевой интрастромальный тоннель, сформированный с использованием ФСЛ Femto LDV Z8. При помощи пинцета Brown, имеющего специальную выемку на бранше, надежно фиксировали ИРС, извлеченный из стерильного контейнера, исключая его контакт с эпителием роговицы (профилактика заноса эпителиальных клеток в тоннель). Конец сегмента плавно вводили во входной разрез тоннеля до половины, а вторую половину ИРС без усилий проталкивали крючком Sinskey (Рисунок 15).

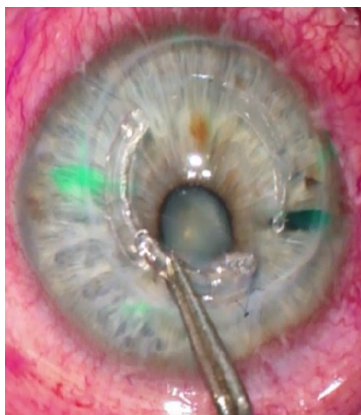


Рисунок 15 – Этап имплантации роговичных сегментов в кольцевой интрастромальный тоннель

Центрацию ИРС в интрастромальном тоннеле проводили с учетом формы РА, согласно предоперационным данным кератотопограммы. После операции в конъюнктивальную полость закапывали раствор антибиотика, удаляли векорасширитель и накладывали на глаз асептическую повязку.

2.9. Техника факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы

У всех пациентов, кому планировалось имплантировать тИОЛ, до операции за щелевой лампой выполняли разметку горизонтального меридиана роговичного трансплантата для исключения влияния эффекта циклоторсии при разметке оси сильного меридиана роговичного трансплантата на операционном столе. Перед операцией при помощи кольца Мендеса на роговичного трансплантате размечали его сильную ось кератометрии.

У всех пациентов во время ФЭК операционный разрез выполняли по сильной оси кератометрии роговичного трансплантата длиной 1,8 мм, а также парацентезы на 2 и 8 часах. Затем в переднюю камеру вводили вискоэластик и капсульным пинцетом выполняли круговой непрерывный капсулорексис. С помощью факоэмульсификатора Stellaris PC удаляли ядро хрусталика, после чего бимануальной системой ирригации-аспирации аспирировали кортикальные массы. Затем имплантировали предустановленную ИОЛ при помощи специального инжектора фирмы-производителя тИОЛ. При имплантации тИОЛ метки торического компонента центрировали по сильной оси кератометрии роговичного трансплантата, размеченной до операции.

После имплантации тИОЛ у всех пациентов выполняли вымывание вискоэластика бимануальной системой ирригации-аспирации с последующей герметизацией разрезов. Операцию заканчивали субконъюнктивальной

инъекцией антибиотика и кортикостероида, а также закапыванием в конъюнктивальный мешок раствора антибиотика.

2.10. Статистическая обработка результатов

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. В связи с симметричным распределением значений показателей использовали среднее значение (M), стандартное отклонение (σ), число наблюдений (n). Достоверность различий при сравнении средних значений изучаемых параметров в двух независимых группах оценивали по t -критерию Стьюдента для независимых выборок, при сравнении изменения среднего значения изучаемого показателя в каждой группе в различные сроки наблюдения – t -критерий Стьюдента для зависимых выборок. t -критерий считали статистически значимым при $p < 0,05$. При сравнении трех независимых групп применяли дисперсионный анализ для сравнения средних значений изучаемых параметров в этих группах. Для исключения ошибки 1 типа применяли поправку Бонферрони. Таким образом, критический уровень статистической значимости для трех групп был при $p < 0,0170$. Все математические вычисления при разработке формул были выполнены в статистическом пакете SPSS-28.0 на основе регрессионного анализа.

ГЛАВА 3. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИКО- ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ

Целью настоящей главы явилось определение критериев оптимизации методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком на основе ретроспективных исследований.

Для достижения поставленной цели необходимо было:

- проанализировать особенности клинического течения послеоперационного периода после имплантации интрастромальных колец и сегментов и оценить точность подбора жестких газопроницаемых склеральных линз;
- провести ретроспективный сравнительный анализ клинико-функциональных результатов различных методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком;
- оценить безопасность методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком.

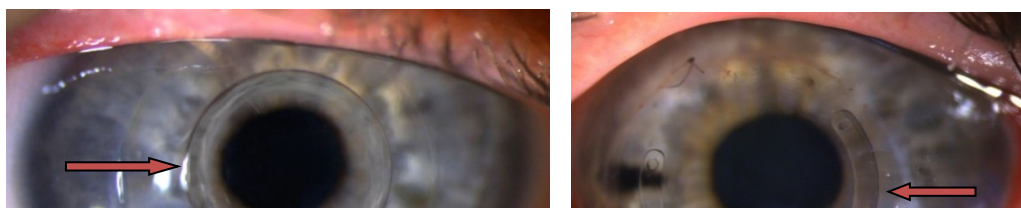
3.1 Общая характеристика клиники послеоперационного периода после имплантации интрастромальных колец и сегментов и оценка подбора жестких газопроницаемых склеральных линз

Ретроспективный этап исследования коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком базируется на анализе историй болезни 150 пациентов (150 глаз), которые составляли IA группу. Все пациенты этой группы были разделены в зависимости от метода коррекции клинической рефракции ПА на 5 подгрупп по 30 пациентов (30 глаз) в каждой. Коррекция миопической рефракции ПА была представлена 1-3-й подгруппами, смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА – 4-5-й

подгруппами. У пациентов 1-й подгруппы 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.

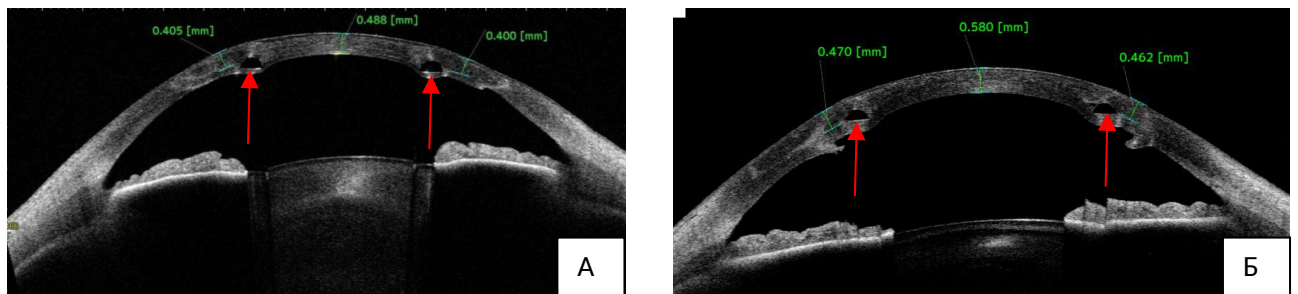
Ранний послеоперационный период протекал ареактивно у всех пациентов 1-й, 2-й и 4-й подгрупп IA группы. На следующий день после операции все пациенты отмечали заметное улучшение остроты зрения. По их мнению, объекты и предметы стали более четкими, уменьшилось или исчезло «двоение». Часть пациентов предъявляли жалобы на разной степени выраженности проявления роговичного синдрома в виде небольшой светобоязни и слезотечения, которые проходили на фоне медикаментозной терапии на следующий день после операции. При биомикроскопии у части пациентов были выявлены локальные субконъюнктивальные кровоизлияния, связанные с набором вакуума во время этапа аппланации ФСЛ. ИК и ИРС находились в правильном положении в глубоких слоях стромы роговичного трансплантата, согласно расчетной глубине (Рисунок 16), что подтверждалось данными ОКТ роговицы (Рисунок 17).

Входной тоннельный разрез после имплантации ИК у пациентов 1-й подгруппы IA группы и входной разрез после имплантации ИРС у пациентов 2-й и 4-й подгрупп IA группы были адаптированы. Течение раннего послеоперационного периода соответствовало 0-I степени (по классификации Федорова С.Н., Егоровой Э.В. (1985)) у всех прооперированных больных [49]. Благодаря хорошей предоперационной подготовке, микроинвазивной методике операции и проведению интраоперационной ОКТ роговицы на ФСЛ Femto LDV Z8 перед формированием интрастромальных кармана и тоннеля у пациентов 1-й, 2-й и 4-й подгрупп IA группы интраоперационных осложнений отмечено не было.



А – после имплантации интрастромального кольца (красная стрелка) с применением фемтолазера; Б – после имплантации интрастромальных роговичных сегментов (красные стрелки) с применением фемтолазера. Визуализируется субконъюнктивальное кровоизлияние (синяя стрелка), связанное с набором вакуума во время этапа аппланации

Рисунок 16 – Фото глаз пациентов при биомикроскопии на 1-е сутки после операции



А – профиль интрастромального кольца (стрелки) в интрастромальном кармане, сформированном в роговичном трансплантате по оптимизированной технологии с применением ФСЛ;

Б – профиль интрастромальных роговичных сегментов (стрелки) в интрастромальном тоннеле, сформированном в роговичном трансплантате с применением ФСЛ

Рисунок 17 – Оптическая когерентная томография роговичного трансплантата на 1-е сутки после операции

Осложнений в раннем и позднем послеоперационных периодах после имплантации ИК и ИРС с применением ФСЛ в роговичный трансплантат у

пациентов указанных подгрупп IA группы отмечено не было. Отсутствие послеоперационных осложнений может быть связано с достаточно глубокой имплантацией интрастромальных имплантов: у интрастромальных колец – на глубину 80% от минимальной толщины роговичного трансплантата, у ИРС – на глубину 80% от толщины роговичного трансплантата в месте их имплантации, а также динамическим наблюдением за пациентами в послеоперационном периоде.

Сразу после подбора ЖГСЛ пациенты 3-й и 5-й подгрупп IA группы отмечали в них значительное повышение остроты зрения. По их мнению, острота зрения в ЖГСЛ соответствовала значению, которое было у них до патологии роговицы, по поводу которой была выполнена СКП, а у части пациентов даже превышало ее. При биомикроскопии у всех пациентов глаза были спокойные, оптические среды – прозрачные, ЖГСЛ была центрирована и не касалась передней поверхности 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 центральный клиренс сразу после аппликации ЖГСЛ, по данным ОКТ роговичного трансплантата был в пределах 250-275 мкм, через 1 час – 200-225 мкм, через 2 часа – 150-175 мкм, после 4 часов ношения – 100-125 мкм (Рисунок 18).

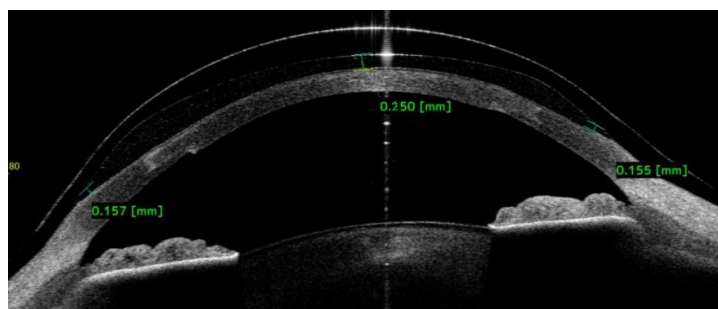


Рисунок 18 – Оптическая когерентная томография роговичного трансплантата сразу после аппликации жесткой газопроницаемой склеральной контактной линзы. Визуализируется профиль склеральной линзы, не касающейся передней поверхности роговичного трансплантата с фиксацией на склере. Отмечаются достаточные данные центрального и лимбального клиренсов

Правильное положение ЖГСЛ подтверждалось также равномерным распределением флюоресцеина в подлинзовом пространстве при проведении флюоресцеиновой пробы. Подвижность ЖГСЛ составляла в пределах 0,05-0,1 мм. Осложнений у пациентов при ношении ЖГСЛ в течение всего периода наблюдения отмечено не было.

3.2. Результаты ретроспективного сравнительного анализа клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными контактными линзами, имплантацией интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера

Для оценки клинико-функциональных результатов ретроспективного сравнительного анализа коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными контактными линзами, имплантацией интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера необходимо было их проанализировать в зависимости от вида корригируемой рефракции.

Для этого были выполнены:

- сравнительный ретроспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими

газопроницаемыми склеральными линзами, имплантацией интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера;

- сравнительный ретроспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами, имплантацией интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера.

3.2.1. Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами, имплантацией интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера

Коррекция миопической рефракции ПА была представлена 1-3-й подгруппами IA группы. В каждую подгруппу IA группы вошли по 30 пациентов (30 глаз). В зависимости от метода коррекции миопической рефракции ПА 1-ю подгруппу IA группы составили пациенты, которым была выполнена имплантация ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 2-ю подгруппу – пациенты, которым была выполнена имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 3-ю подгруппу IA группы – пациенты, которым был выполнен подбор ЖГСЛ.

Клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком ЖГСЛ, имплантацией ИК и ИРС с применением ФСЛ представлены в Таблицах 10-12.

В послеоперационном периоде у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения НКОЗ повысилась на $0,09 \pm 0,04$ ($p=0,0053$), затем к 6 мес. еще на $0,10 \pm 0,01$ ($p=0,0021$) и через 12 мес. после операции увеличилась еще на $0,07 \pm 0,02$ ($p=0,0019$). К 1 мес. наблюдения КОЗ повысилась на $0,06 \pm 0,03$ ($p=0,0064$), затем к 6 мес. еще на $0,23 \pm 0,05$ ($p=0,0041$) и через 12 мес. после

операции увеличилась еще на $0,07 \pm 0,02$ ($p=0,0031$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация зрения наступила к 12 мес. после операции.

У пациентов 2-й подгруппы IA группы через 1 мес. после операции НКОЗ повысилась на $0,15 \pm 0,02$ ($p=0,0062$), затем к 3 мес. еще на $0,06 \pm 0,02$ ($p=0,0042$). КОЗ через 1 мес. после операции увеличилась на $0,26 \pm 0,03$ ($p=0,0042$), затем к 3 мес. еще на $0,11 \pm 0,02$ ($p=0,0051$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация зрения наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы острота зрения в ЖГСЛ увеличилась по сравнению с КОЗ в очках на $0,57 \pm 0,07$ ($p=0,0022$) и больше не менялась в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения.

У всех пациентов 1-3-й подгрупп IA группы улучшились НКОЗ и КОЗ. Наибольшее их повышение было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (НКОЗ ($p_{1-3}=0,0026$, $p_{2-3}=0,0021$), КОЗ ($p_{1-3}=0,0035$, $p_{2-3}=0,0039$)). У пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы было отмечено сопоставимое увеличение НКОЗ ($p_{1-2}=0,1925$) и КОЗ ($p_{1-2}=0,1625$).

Таблица 10 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы до и через 1 мес. после операции и ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, $n=90$)

Показатели	До операции и ношения ЖГСЛ			p	Через 1 мес.			p
	1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)		1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	
НКОЗ	0,06±0,03	0,07±0,05	0,05±0,04	0,2236	0,15±0,07	0,22±0,07	0,89±0,07	0,0155
КОЗ	0,29±0,16	0,30±0,13	0,32±0,14	0,2614	0,35±0,08	0,56±0,16	0,89±0,07	0,0148
Sph, дптр	-5,69±1,71	-5,46±2,24	-5,9±2,1	0,1331	-0,01±0,82	-2,12±0,60	0,12±0,35	0,0142
Cyl дптр	-3,94±2,04	-3,99±1,85	-4,4±2,16	0,1415	-1,47±1,07	-1,59±0,72	-0,29±0,15	0,0133
РАПП, дптр	-6,9±2,45	-6,73±2,22	-7,1±2,33	0,1625	-4,43±1,75	-4,33±1,78	-3,01±0,93	0,0126
Кср, дптр	45,9±3,6	46,1±3,1	46,6±3,5	0,1664	40,2±3,8	42,8±2,7	40,6±3,3	0,0163
SRI	1,35±0,39	1,22±0,34	1,39±0,31	0,2664	1,50±0,45	0,92±0,30	0,14±0,07	0,0134
SAI	1,25±0,41	1,19±0,32	1,31±0,35	0,2743	1,39±0,51	1,03±0,26	0,29±0,08	0,0141
ФРР, мм рт. ст.	7,2±2,3	7,7±2,5	7,9±2,1	0,2215	8,1±1,4	9,1±1,8	8,1±2,2	0,0433
КГ, мм рт. ст.	8,0±2,6	8,5±2,3	8,3±2,4	0,1635	8,9±1,7	9,5±1,5	8,5±2,5	0,0435

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

Таблица 11 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы через 3 и 6 мес. после операции и ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, $n=90$)

Показатели	Через 3 мес.			p	Через 6 мес.			p
	1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)		1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	
НКОЗ	0,18±0,06	0,28±0,09	0,89±0,07	0,0135	0,25±0,07	0,29±0,09	0,89±0,07	0,0118
КОЗ	0,39±0,11	0,67±0,18	0,89±0,07	0,0164	0,58±0,13	0,68±0,18	0,89±0,07	0,0156
Sph, дптр	-0,52±0,81	-1,62±0,58	0,12±0,35	0,0053	-1,23±0,72	-1,61±0,58	0,11±0,35	0,0036
Cyl дптр	-1,26±0,92	-1,36±0,68	-0,29±0,15	0,0065	-1,05±0,77	-1,35±0,68	-0,28±0,15	0,0095
РАПП, дптр	-4,22±1,72	-4,10±1,73	-3,01±0,93	0,0154	-4,01±1,68	-4,08±1,73	-3,00±0,93	0,0159
Кср, дптр	40,7±2,7	42,3±2,5	40,6±3,3	0,0160	41,4±2,8	42,2±2,5	40,5±3,3	0,0151
SRI	1,38±0,42	0,88±0,26	0,14±0,07	0,0036	1,19±0,33	0,85±0,26	0,13±0,07	0,0098
SAI	1,12±0,34	0,86±0,21	0,29±0,08	0,0112	1,01±0,29	0,85±0,21	0,28±0,08	0,0127
ФРР, мм рт. ст.	8,4±1,5	9,3±1,9	8,1±2,2	0,0463	8,6±1,6	9,33±1,9	8,11±2,2	0,0366
КГ, мм рт. ст.	9,2±1,8	9,8±1,7	8,5±2,5	0,0362	9,52±1,9	9,85±1,7	8,52±2,5	0,0325

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

Таблица 12 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы через 12, 24 и 36 мес. после операции и ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, $n=90$)

Показатели	Через 12 мес.			p	Через 24-36 мес.			p
	1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)		1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	
НКОЗ	0,32±0,09	0,28±0,09	0,89±0,07	0,0106	0,32±0,09	0,27±0,09	0,89±0,07	0,0104
КОЗ	0,65±0,15	0,69±0,18	0,89±0,07	0,0161	0,65±0,15	0,68±0,18	0,89±0,07	0,0166
Sph, дптр	-1,73±0,59	-1,60±0,58	0,11±0,35	0,0042	-1,73±0,59	-1,61±0,58	0,12±0,35	0,0044
Cyl дптр	-0,8±0,62	-1,34±0,68	-0,28±0,15	0,0121	-0,8±0,62	-1,33±0,68	-0,29±0,15	0,0126
РАПП, дптр	-3,67±1,65	-4,07±1,73	-3,00±0,93	0,0149	-3,76±1,65	-4,06±1,73	-3,03±0,93	0,0151
Кср, дптр	41,9±2,7	42,1±2,5	40,5±3,3	0,0162	41,9±2,7	42,2±2,5	40,4±3,3	0,0166
SRI	0,98±0,28	0,86±0,26	0,13±0,07	0,0121	0,98±0,28	0,85±0,26	0,12±0,07	0,0125
SAI	0,75±0,25	0,86±0,21	0,28±0,08	0,0141	0,75±0,25	0,87±0,21	0,27±0,08	0,0148
ФРР, мм рт. ст.	8,8±1,7	9,35±1,9	8,13±2,2	0,0254	8,85±1,7	9,34±1,9	8,14±2,2	0,0254
КГ, мм рт. ст.	9,86±1,95	9,78±1,7	8,52±2,5	0,0331	9,9±1,9	9,71±1,7	8,51±2,5	0,0305

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

У всех пациентов был рассчитан коэффициент эффективности (КЭф) как отношение среднего значения НКОЗ после операции к среднему значению КОЗ до операции (в норме $\text{КЭф} \geq 1,0$). В 1-й подгруппе IA группы КЭф составил $1,1 \pm 0,18$, во 2-й подгруппе – $0,93 \pm 0,16$ и в 3-й подгруппе – $2,78 \pm 0,12$. Таким образом, наибольший КЭф был отмечен в 3-й подгруппе IA группы ($p_{1-3}=0,0067$, $p_{2-3}=0,0045$) и сопоставимое его значение в 1-й и 2-й подгруппах IA группы ($p_{1-2}=0,3857$).

У пациентов 1-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения Sph снизился на $-5,68 \pm 0,89$ дптр ($p=0,0152$), затем к 6 мес. понизился еще на $-1,22 \pm 0,10$ дптр ($p=0,0163$) и через 12 мес. после операции снизился еще на $-0,50 \pm 0,11$ дптр ($p=0,0136$). К 1 мес. наблюдения Cyl снизился на $-2,47 \pm 0,97$ дптр ($p=0,0233$), затем к 6 мес. еще на $-0,42 \pm 0,30$ дптр ($p=0,0268$) и через 12 мес. после операции уменьшился еще на $-0,25 \pm 0,15$ дптр ($p=0,0285$). Sph и Cyl больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация рефракции наступила к 12 мес. после операции.

У пациентов 2-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения Sph снизился на $-3,34 \pm 1,64$ дптр ($p=0,0123$), затем к 3 мес. понизился еще на $-0,5 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0139$). К 1 мес. наблюдения Cyl снизился на $-2,40 \pm 1,13$ дптр ($p=0,0269$), затем к 3 мес. еще на $-0,23 \pm 0,04$ дптр ($p=0,0224$). Sph и Cyl больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация рефракции наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы Sph в ЖГСЛ снизился на $-5,78 \pm 1,75$ дптр ($p=0,0015$), Cyl – на $-4,11 \pm 2,01$ дптр ($p=0,0018$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения.

У всех пациентов 1-3-й подгрупп IA группы улучшились значения Sph и Cyl. Наибольшее их снижение было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (Sph ($p_{1-3}=0,0162$, $p_{2-3}=0,0152$), Cyl ($p_{1-3}=0,0142$, $p_{2-3}=0,0158$)). У пациентов 1-й и 2-й подгрупп было отмечено сопоставимое снижение Cyl ($p_{1-2}=0,0662$) и Sph ($p_{1-2}=0,0725$).

По данным компьютерной кератотопографии, у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение Кср снизилось на $5,7 \pm 0,2$ дптр ($p=0,0125$), затем к 6 мес. повысилось на $1,2 \pm 1,0$ дптр ($p=0,0182$) и через 12 мес. после операции увеличилось еще на $0,5 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0142$). К 1 мес. после операции среднее значение РАПП роговичного трансплантата снизилось на $-2,47 \pm 0,70$ дптр ($p=0,0244$), затем к 6 мес. еще на $-0,54 \pm 0,07$ дптр ($p=0,0293$) и через 12 мес. после операции уменьшился еще на $-0,34 \pm 0,03$ дптр ($p=0,0211$). Кср и РАПП больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация кератотопографических данных наступила к 12 мес. после операции.

У пациентов 2-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение Кср снизилось на $3,3 \pm 0,4$ дптр ($p=0,0131$), затем к 3 мес. уменьшилось еще на $0,5 \pm 0,2$ дптр ($p=0,0136$). К 1 мес. после операции среднее значение РАПП роговичного трансплантата снизилось на $-2,40 \pm 0,44$ дптр ($p=0,0263$), затем к 3 мес. еще на $-0,23 \pm 0,05$ дптр ($p=0,0255$). Кср и РАПП больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация кератотопографических данных наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы Кср в ЖГСЛ снизилось на $6,0 \pm 0,2$ дптр ($p=0,0025$), РААП – на $-4,09 \pm 1,26$ дптр ($p=0,0031$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения.

У всех пациентов 1-3-й подгрупп IA группы улучшились значения Кср и РАПП. Наибольшее их снижение было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (Кср ($p_{1-3}=0,0123$, $p_{2-3}=0,0113$), РАПП ($p_{1-3}=0,0154$, $p_{2-3}=0,0138$)). У пациентов 1-й и 2-й подгрупп было отмечено сопоставимое снижение РАПП ($p_{1-2}=0,0623$) и Кср ($p_{1-2}=0,0846$).

По данным кератотопограмм, у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение кератотопографического индекса SRI повысилось на $0,15 \pm 0,06$ ($p=0,0310$), затем к 6 мес. понизилось на $0,31 \pm 0,12$ ($p=0,0312$) и через 12 мес. после операции уменьшилось еще на $0,21 \pm 0,05$ ($p=0,0362$). К 1 мес. после операции среднее значение кератотопогра-

фического индекса SAI увеличилось на $0,14 \pm 0,10$ ($p=0,0388$), затем к 6 мес. понизилось на $0,38 \pm 0,32$ ($p=0,0396$) и через 12 мес. после операции уменьшилось еще на $0,26 \pm 0,04$ ($p=0,0342$). Кератотопографические индексы SRI и SAI больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация кератотопографических индексов наступила к 12 мес. после операции.

У пациентов 2-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение кератотопографического индекса SRI снизилось на $0,30 \pm 0,04$ ($p=0,0269$), затем к 3 мес. понизилось еще на $0,04 \pm 0,04$ ($p=0,0285$). К 1 мес. после операции среднее значение кератотопографического индекса SAI снизилось на $0,16 \pm 0,06$ ($p=0,0236$), затем к 3 мес. понизилось еще на $0,17 \pm 0,05$ ($p=0,0231$). Кератотопографические индексы SRI и SAI больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация кератотопографических индексов наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы среднее значение кератотопографического индекса SRI в ЖГСЛ снизилось на $1,25 \pm 0,24$ ($p=0,0058$), SAI – на $1,02 \pm 0,27$ ($p=0,0082$) и больше не менялись в ЖГСЛ течение 3 лет наблюдения.

У всех пациентов 1-3-й подгрупп IA группы улучшилось значение кератотопографических индексов. Наибольшее их снижение было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (SRI ($p_{1-3}=0,0085$, $p_{2-3}=0,0064$), SAI ($p_{1-3}=0,0033$, $p_{2-3}=0,0081$)). У пациентов 1-й и 2-й подгрупп 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 ($p_{1-2}=0,0132$).

При анализе изменения биомеханических свойств роговичного трансплантата у пациентов 1-й подгруппы IA группы через 1 мес. после операции ФРР увеличился на $0,9 \pm 0,5$ мм рт.ст. ($p=0,0425$), КГ – на $0,9 \pm 0,6$ мм рт.ст. ($p=0,0452$). Через 6 мес. после операции ФРР увеличился на $0,5 \pm 0,2$ мм рт.ст. ($p=0,0236$), КГ – на $0,62 \pm 0,2$ мм рт.ст. ($p=0,0225$). К 12 мес. ФРР увеличился еще на $0,2 \pm 0,1$ мм рт.ст. ($p=0,0229$), КГ – на $0,34 \pm 0,05$ мм рт.ст. ($p=0,0296$) и больше не менялись в течение 3 лет наблюдения.

У пациентов 2-й подгруппы IA группы через 1 мес. после операции ФРР увеличился на $1,4 \pm 0,7$ мм рт.ст. ($p=0,0223$), КГ – на $1,0 \pm 0,8$ мм рт.ст. ($p=0,0282$). Через 3 мес. после операции ФРР увеличился еще на $0,2 \pm 0,1$ мм рт.ст. ($p=0,0245$), КГ – на $0,3 \pm 0,2$ мм рт.ст. ($p=0,0246$) и больше не менялись в течение 3 лет наблюдения.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы было отмечено незначительное повышение ФРР, измеренного после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов очередного ношения, на $0,2 \pm 0,1$ мм рт.ст. ($p=0,0458$), КГ – на $0,2 \pm 0,1$ мм рт.ст. ($p=0,0412$). На следующий день после снятия ЖГСЛ, до их одевания, значения ФРР и КГ соответствовали данным до подбора ЖГСЛ. Такое же повышение ФРР и КГ сразу после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов их очередного ношения было отмечено и в другие сроки трехлетнего наблюдения.

У всех пациентов 1-3-й подгрупп IA группы было отмечено повышение биомеханических свойств роговичного трансплантата. У пациентов 1-й подгруппы IA группы было отмечено большее повышение КГ на 8,0% по сравнению с пациентами 2-й подгруппы ($p_{1-2}=0,0153$) и сопоставимое увеличение ФРР ($p_{1-2}=0,1377$). Наименьшее повышение ФРР и КГ было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (ФРР ($p_{1-3}=0,0128$, $p_{2-3}=0,0167$), КГ ($p_{1-3}=0,0111$, $p_{2-3}=0,0154$)).

У всех пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы был проведен анализ эффективности снижения РАЗП роговичного трансплантата после имплантации ИК и ИРС по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюгкератотопографа (Pentacam) (Таблица 13).

Таблица 13 – Изменение роговичного астигматизма задней поверхности роговичного трансплантата (дптр) по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) у пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы ($M \pm \sigma$, $n=60$)

Подгруппы IA группы	До операции	Через 1 мес.	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 24 мес.	Через 36 мес.
ОКТ							
1-я подгруппа	-1,19±0,76	-0,92±0,74	-0,76±0,35	-0,68±0,23	-0,49±0,18	-0,48±0,18	-0,47±0,18
2-я подгруппа	-1,33±0,80	-0,90±0,45	-0,84±0,43	-0,85±0,43	-0,86±0,43	-0,85±0,43	-0,84±0,43
p	0,1323	0,1433	0,1188	0,1173	0,0634	0,0689	0,0621
Шеймпфлюг-кератотопограф							
1-я подгруппа	-1,10±0,79	-0,90±0,76	-0,70±0,38	-0,65±0,21	-0,47±0,16	-0,48±0,16	-0,46±0,16
2-я подгруппа	-1,30±0,80	-0,84±0,42	-0,81±0,40	-0,82±0,40	-0,80±0,40	-0,83±0,40	-0,82±0,40
p	0,1243	0,1321	0,1142	0,1123	0,0611	0,0635	0,0664

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя между подгруппами

По данным ОКТ роговицы (CASIA 2), у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,27 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0357$), затем к 6 мес. уменьшилось еще на $0,16 \pm 0,08$ дптр ($p=0,0339$) и через 12 мес. после операции уменьшилось еще на $0,19 \pm 0,05$ дптр ($p=0,0334$). По данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,2 \pm 0,06$ дптр ($p=0,0394$), затем к 6 мес. уменьшилось еще на $0,2 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0361$) и через 12 мес. после операции уменьшилось еще на $0,18 \pm 0,05$ дптр ($p=0,0391$). По данным ОКТ роговицы и шеймпфлюг-кератотопографа, РАЗП больше не менялся в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация РАЗП наступила к 12 мес. после операции.

По данным ОКТ роговицы, у пациентов 2-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,43 \pm 0,35$ дптр ($p=0,0218$), затем к 3 мес. понизилось еще на $0,07 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0264$). По данным шеймпфлюг-кератотопографа, у пациентов 2-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,46 \pm 0,38$ дптр ($p=0,0266$), затем к 3 мес. понизилось еще на $0,03 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0215$). По данным ОКТ роговицы и шеймпфлюг-кератотопографа, РАЗП больше не менялся в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация РАЗП наступила к 3 мес. после операции.

У всех пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы было отмечено сопоставимое снижение значения РАЗП по данным ОКТ роговицы и шеймпфлюг-кератотопографа.

Исследование РАЗП роговичного трансплантата проводилось как для оценки его исходного значения, превышающего физиологическое, так и для подтверждения эффективности имплантации интрастромальных колец и сегментов при его коррекции. Полученные результаты подтвердили необходимость учета кератометрических показателей задней поверхности роговичного трансплантата при расчете ИОЛ для коррекции ПА у пациентов с катарактой методом ФЭК, а также эффективность имплантации

интрастромальных имплантов в роговичный трансплантат на I этапе применения комбинированных технологий коррекции ПА.

У всех пациентов 1-3-й подгрупп IA группы был проведен сравнительный анализ изменения роговичных aberrаций на шеймпфлюг-кератотопографе (Pentacam) в фото- (3,0-мм оптическая зона) и мезопических (6,0-мм оптическая зона) условиях. Результаты изменения роговичных aberrаций в фотопических условиях у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы представлены в Таблице 14.

Таблица 14 – Изменение RMS суммарных роговичных aberrаций (TA), RMS aberrаций высших порядков (HOA), RMS aberrаций низших порядков (LOA) в фотопических условиях у пациентов 1-й (n=30), 2-й (n=30) и 3-й (n=30) подгрупп IA группы ($M \pm \sigma$, n=90)

Подгруппы IA группы	До операции и ношения ЖГСЛ	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 36 мес.
RMS суммарных роговичных aberrаций, мкм					
1-я подгруппа	2,29±1,35	2,18±0,92	2,05±0,88	1,91±0,84	1,91±0,84
2-я подгруппа	2,58±1,81	1,88±0,86	1,79±0,84	1,82±0,85	1,84±0,86
3-я подгруппа	2,44±1,54	0,38±0,12	0,37±0,12	0,36±0,12	0,37±0,12
p	0,1125	0,0126	0,0141	0,0163	0,0136
RMS aberrаций высших порядков, мкм					
1-я подгруппа	0,59±0,27	0,51±0,14	0,47±0,12	0,43±0,10	0,40±0,10
2-я подгруппа	0,67±0,32	0,40±0,27	0,35±0,26	0,32±0,25	0,36±0,27
3-я подгруппа	0,78±0,36	0,15±0,05	0,12±0,05	0,16±0,05	0,14±0,05
p	0,1256	0,0154	0,0134	0,0114	0,0102
RMS aberrаций низших порядков, мкм					
1-я подгруппа	2,24±1,32	1,93±0,90	1,84±0,85	1,72±0,80	1,70±0,80

2-я подгруппа	2,32±1,17	1,83±0,84	1,80±0,83	1,77±0,83	1,81±0,84
3-я подгруппа	2,18±1,11	0,22±0,07	0,20±0,07	0,21±0,07	0,22±0,07
p	0,1643	0,0032	0,0084	0,0144	0,0112

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя между подгруппами

В 1-й подгруппе IA группы в фотопических условиях через 3 мес. после операции RMS TA снизилось на $0,11 \pm 0,03$ ($p=0,0325$), RMS HOA – на $0,08 \pm 0,06$ ($p=0,0329$), RMS LOA – на $0,31 \pm 0,22$ мкм ($p=0,0362$). Через 6 мес. RMS TA уменьшилось еще на $0,13 \pm 0,04$ ($p=0,0362$), RMS HOA – на $0,04 \pm 0,02$ ($p=0,0326$), RMS LOA – на $0,09 \pm 0,05$ мкм ($p=0,0321$). К 12 мес. RMS TA понизилось еще на $0,13 \pm 0,04$ ($p=0,0329$), RMS HOA – на $0,04 \pm 0,02$ ($p=0,0348$), RMS LOA – на $0,12 \pm 0,05$ мкм ($p=0,0356$) и больше не менялись.

Во 2-й подгруппе IA группы в фотопических условиях через 3 мес. после операции RMS TA снизилось на $0,70 \pm 0,21$ ($p=0,0254$), RMS HOA – на $0,27 \pm 0,05$ ($p=0,0265$), RMS LOA – на $0,47 \pm 0,31$ мкм ($p=0,0285$) и больше не менялись.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы в фотопических условиях в ЖГСЛ было отмечено снижение RMS TA на $2,05 \pm 1,42$ ($p=0,0122$), RMS HOA – на $0,62 \pm 0,31$ ($p=0,0162$), RMS LOA – на $1,95 \pm 1,04$ мкм ($p=0,0125$) и больше не менялись в ЖГСЛ течение 3 лет наблюдения.

Наибольшее снижение роговичных аберраций в фотопических условиях было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы по сравнению с пациентами 1-й и 2-й подгрупп IA группы (RMS TA ($p_{1-3}=0,0052$, $p_{2-3}=0,0066$), RMS HOA ($p_{1-3}=0,0063$, $p_{2-3}=0,0052$), RMS LOA ($p_{1-3}=0,0085$, $p_{2-3}=0,0075$)). У пациентов 2-й подгруппы по сравнению с пациентами 1-й подгруппы было отмечено большее снижение RMS TA на 10,5% ($p_{1-2}=0,0125$), RMS HOA на 13,1% ($p_{1-2}=0,0121$) и сопоставимое снижение RMS LOA ($p_{1-2}=0,3251$).

Результаты изменения роговичных аберраций в мезопических условиях у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы представлены в Таблице 15.

Таблица 15 – Изменение RMS суммарных роговичных аберраций, RMS аберраций высших порядков, RMS аберраций низших порядков в мезопических условиях у пациентов 1-й (n=30), 2-й (n=30) и 3-й (n=30) подгрупп IA группы ($M \pm \sigma$, n=90)

Подгруппы IA группы	До операции и ношения ЖГСЛ	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 36 мес.
RMS суммарных роговичных аберраций, мкм					
1-я подгруппа	11,5±5,21	11,2±4,21	10,9±4,18	10,6±4,15	10,4±4,15
2-я подгруппа	11,71±5,65	10,07±4,47	9,91±4,44	10,12±4,48	9,95±4,44
3-я подгруппа	11,62±5,35	2,54±0,76	2,49±0,74	2,50±0,75	2,52±0,76
p	0,1923	0,0108	0,0126	0,0103	0,0122
RMS аберраций высших порядков, мкм					
1-я подгруппа	3,52±1,42	4,62±1,28	4,45±1,24	4,10±1,19	4,02±1,18
2-я подгруппа	3,10±1,74	3,28±1,57	3,17±1,50	3,22±1,55	3,29±1,57
3-я подгруппа	3,32±1,55	0,78±0,23	0,77±0,23	0,75±0,23	0,78±0,23
p	0,1933	0,0136	0,0145	0,0134	0,0118
RMS аберраций низших порядков, мкм					
1-я подгруппа	10,81±5,11	10,2±4,75	9,86±4,69	9,42±4,60	9,40±4,60
2-я подгруппа	11,25±5,45	9,47±4,28	9,36±4,22	9,44±4,27	9,39±4,25
3-я подгруппа	11,05±5,32	2,72±0,92	2,78±0,94	2,71±0,92	2,70±0,92
p	0,1984	0,0114	0,0133	0,0148	0,0165

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя между подгруппами

В 1-й подгруппе IA группы в мезопических условиях через 3 мес. после операции RMS TA снизилось на $0,3 \pm 0,115$ ($p=0,0385$), RMS LOA – на

0,61±0,41 ($p=0,0325$), RMS НОА – повысилось на 1,1±0,04 мкм ($p=0,0329$). Через 6 мес. RMS ТА снизилось еще на 0,3±0,03 ($p=0,0345$), RMS LOA – на 0,34±0,06 ($p=0,0364$), RMS НОА – снизилось на 0,17±0,04 мкм ($p=0,0366$). К 12 мес. RMS ТА понизилось еще на 0,3±0,03 ($p=0,0319$), RMS НОА – на 0,35±0,05 ($p=0,0364$), RMS LOA – на 0,44±0,09 мкм ($p=0,0384$) и больше не менялись.

Во 2-й подгруппе IA группы в мезопических условиях через 3 мес. после операции RMS ТА снизилось на 1,64±1,18 ($p=0,0211$), RMS LOA – на 1,6±0,78 ($p=0,0214$), RMS НОА увеличилось на 0,18±0,07 мкм ($p=0,0212$) и больше не менялись.

У пациентов 3-й подгруппы IA группы в мезопических условиях в ЖГСЛ было отмечено снижение RMS ТА на 9,08±4,6 ($p=0,0174$), RMS НОА – на 2,53±1,32 ($p=0,0166$), RMS LOA – на 8,29±4,4 мкм ($p=0,0196$) и больше не менялись в ЖГСЛ течение 3 лет наблюдения.

Наибольшее снижение роговичных аберраций в мезопических условиях было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы по сравнению с пациентами 1-й и 2-й подгрупп IA группы (RMS ТА ($p_{1-3}=0,0011$, $p_{2-3}=0,0025$), RMS НОА ($p_{1-3}=0,0041$, $p_{2-3}=0,0063$), RMS LOA ($p_{1-3}=0,0045$, $p_{2-3}=0,0044$)). У пациентов 2-й подгруппы по сравнению с пациентами 1-й подгруппы было отмечено большее снижение в мезопических условиях RMS ТА – на 6,2% ($p_{1-2}=0,0156$), меньшее увеличение RMS НОА – на 10,7% ($p_{1-2}=0,0122$) и сопоставимое снижение RMS LOA ($p_{1-2}=0,2144$).

3.2.2. Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии жесткими газопроницаемыми склеральными линзами и имплантацией интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера

Клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами и имплантацией интрастромальных сегментов с применением фемтосекундного лазера представлены в Таблицах 16, 17.

Таблица 16 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы до и через 1 мес. после операции и ношения жестких газопроницаемых склеральных линз

Показатели	До операции и подбора ЖГСЛ		р	Через 1 мес.		р
	4-я подгруппа (имплантация ИРС)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)		4-я подгруппа (имплантация ИРС)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	
НКОЗ	0,13±0,12	0,11±0,10	0,2312	0,35±0,15	0,88±0,06	0,0123
КОЗ	0,46±0,27	0,42±0,24	0,2411	0,64±0,21	0,88±0,06	0,0346
Sph, дптр	+3,48±1,12	+3,85±1,29	0,1215	+1,73±0,39	+0,10±0,30	0,0144
Cyl дптр	-6,44±2,25	-6,89±2,48	0,2411	-1,62±0,38	-0,25±0,07	0,0278
РАПП, дптр	-8,64±3,16	-8,9±3,25	0,1314	-3,82±1,24	-2,26±1,04	0,0419
Кср, дптр	43,2±2,6	44,1±3,1	0,1112	44,95±2,9	47,85±2,8	0,0369
SRI	1,45±0,41	1,38±0,49	0,1369	1,14±0,29	0,13±0,06	0,0025
SAI	1,22±0,39	1,39±0,42	0,1415	1,10±0,28	0,25±0,08	0,0087
ФРР, мм рт.ст.	7,8±2,3	7,5±2,2	0,1252	9,0±1,6	7,7±2,4	0,0252
КГ, мм рт.ст.	7,9±2,4	8,1±2,3	0,1441	9,1±1,8	8,3±2,5	0,0266

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

Таблица 17 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы через 3 и 6-36 мес. после операции и ношения жестких газопроницаемых склеральных линз

Показатели	Через 3 мес.		p	Через 6-36 мес.		p
	4-я подгруппа (имплантация ИРС)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)		4-я подгруппа (имплантация ИРС)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	
НКОЗ	0,43±0,17	0,88±0,06	0,0212	0,42±0,17	0,89±0,06	0,0214
КОЗ	0,70±0,23	0,88±0,06	0,0452	0,71±0,23	0,89±0,06	0,0453
Sph, дптр	+1,52±0,42	+0,10±0,30	0,0088	+1,52±0,42	+0,11±0,30	0,0083
Cyl дптр	-1,53±0,36	-0,25±0,07	0,0063	-1,52±0,36	-0,24±0,07	0,0064
РАПП, дптр	-3,74±1,21	-2,26±1,04	0,0352	-3,72±1,21	-2,22±1,04	0,0356
Кср, дптр	45,2±3,0	47,85±2,8	0,0426	45,1±3,0	47,83±2,8	0,0424
SRI	0,97±0,25	0,13±0,06	0,0369	0,95±0,25	0,12±0,06	0,0363
SAI	0,95±0,24	0,25±0,08	0,0354	0,93±0,24	0,21±0,08	0,0352
ФРР, мм рт.ст.	9,3±1,7	7,75±2,4	0,0225	9,4±1,7	7,78±2,4	0,0225
КГ, мм рт.ст.	9,3±1,9	8,34±2,5	0,0234	9,35±1,9	8,38±2,5	0,0234

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

В послеоперационном периоде у пациентов 4-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения НКОЗ повысилась на $0,22 \pm 0,03$ ($p=0,013$), затем к 3 мес. еще на $0,08 \pm 0,02$ ($p=0,0136$). К 1 мес. наблюдения КОЗ повысилась на $0,18 \pm 0,06$ ($p=0,0163$), затем к 3 мес. еще на $0,06 \pm 0,02$ ($p=0,0146$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация остроты зрения наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы острота зрения в ЖГСЛ увеличилась по сравнению с КОЗ в очках на $0,46 \pm 0,18$ ($p=0,0011$) и больше не менялась в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения.

У всех пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы улучшились НКОЗ и КОЗ. Наибольшее их повышение было отмечено у пациентов 5-й подгруппы (НКОЗ ($p_{4-5}=0,0123$), КОЗ ($p_{4-5}=0,0116$)).

У всех пациентов был рассчитан КЭф, значение которого было выше в 5-й подгруппе IA группы – $2,1 \pm 0,19$, по сравнению с таковым в 4-й подгруппе – $0,93 \pm 0,15$ ($p_{4-5}=0,0116$).

У пациентов 4-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения Sph повысился на $+1,75 \pm 0,73$ дптр ($p=0,0216$), затем к 3 мес. повысился еще на $+0,21 \pm 0,03$ дптр ($p=0,0163$). К 1 мес. наблюдения Cyl снизился на $-4,82 \pm 1,87$ дптр ($p=0,0152$), затем к 3 мес. еще на $-0,09 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0144$). Sph и Cyl больше не менялись в течении 3 лет наблюдения. Стабилизация рефракции наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы Sph в ЖГСЛ увеличился на $+3,75 \pm 0,99$ дптр ($p=0,0162$), Cyl снизился на $-6,64 \pm 2,41$ дптр ($p=0,0184$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения.

Наибольшее улучшение Sph и Cyl было отмечено у пациентов 5-й подгруппы IA группы по сравнению с пациентами 4-й подгруппы (Sph ($p_{4-5}=0,0152$), Cyl ($p_{4-5}=0,0131$)).

По данным компьютерной кератотопографии, у пациентов 4-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения Кср увеличилось на $1,75 \pm 0,3$ дптр ($p=0,0311$), затем к 3 мес. повысилось еще на $0,25 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0365$). К 1 мес. после операции среднее значение РАПП роговичного трансплантата снизилось на $-4,82 \pm 1,91$ дптр ($p=0,0328$), затем к 3 мес. еще на $-0,08 \pm 0,03$ дптр ($p=0,0374$). Кср и РАПП больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация кератотопографических показателей наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы Кср в ЖГСЛ увеличилось на $3,75 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0089$), РААП – на $6,64 \pm 2,21$ дптр ($p=0,00961$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения.

Наибольшее снижение Кср и РАПП было отмечено у пациентов 5-й подгруппы IA группы (Кср ($p_{4-5}=0,0332$), РАПП ($p_{4-5}=0,0312$)).

У пациентов 4-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение кератотопографического индекса SRI снизилось на $0,31\pm 0,12$ ($p=0,0396$), затем к 3 мес. понизилось еще на $0,17\pm 0,04$ ($p=0,0368$). К 1 мес. после операции среднее значение кератотопографического индекса SAI снизилось на $0,12\pm 0,11$ ($p=0,0325$), затем к 3 мес. понизилось еще на $0,15\pm 0,04$ ($p=0,0343$). Кератотопографические индексы SRI и SAI больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. Стабилизация кератотопографических индексов наступила к 3 мес. после операции.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы среднее значение кератотопографического индекса SRI в ЖГСЛ снизилось на $1,25\pm 0,43$ ($p=0,0026$), SAI – на $1,14\pm 0,34$ ($p=0,0082$) и больше не менялись в ЖГСЛ течение 3 лет наблюдения.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы в сравнении с пациентами 4-й подгруппы было отмечено большее снижение среднего значения кератотопографических индексов SRI ($p_{4-5}=0,0085$) и SAI – на 51,4% ($p_{4-5}=0,0029$).

У пациентов 4-й подгруппы IA группы к 1 мес. наблюдения среднее значение ФРР повысилось на $1,2\pm 0,1$ мм рт. ст. ($p=0,0125$), КГ – на $1,2\pm 0,6$ мм рт. ст. ($p=0,0163$), затем к 3 мес. ФРР повысился еще на $0,3\pm 0,1$ мм рт. ст. ($p=0,0175$), КГ – на $0,2\pm 0,1$ мм рт. ст. ($p=0,0144$) и больше не менялись.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы было отмечено незначительное повышение ФРР, измеренного после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов очередного ношения, на $0,2\pm 0,2$ мм рт.ст. ($p=0,0423$), КГ – также на $0,2\pm 0,2$ мм рт.ст. ($p=0,0446$). На следующий день после снятия ЖГСЛ, до их одевания, значения ФРР и КГ соответствовали данным до подбора ЖГСЛ. Такое же повышение ФРР и КГ сразу после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов их очередного ношения было отмечено и в другие сроки трехлетнего наблюдения.

У пациентов 4-й подгруппы IA группы было отмечено через 3 мес. наблюдения большее повышение ФРР на 16,3% ($p_{4-5}=0,0122$), КГ – на 15,2% ($p_{4-5}=0,0122$) по сравнению с пациентами 5-й подгруппы IA группы.

3.3. Анализ безопасности имплантации интрастромальных колец, сегментов с применением фемтосекундного лазера и ношения жестких газопроницаемых склеральных линз при коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком

Для оценки безопасности проведенных операций и ношения ЖГСЛ всем пациентам 1-5-й подгрупп IA группы проводились: подсчет ПЭК с помощью эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с подсчетом количества клеток и потока белка во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности. У пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы также определялось изменение минимальной толщины роговичного трансплантата (МТРТ) в динамике до подбора ЖГСЛ и через 1, 2, 3 года их ношения.

У всех пациентов 1-й подгруппы IA группы при проведении лазерной тиндалеметрии поток белка во влаге передней камеры на 1-й день после операции увеличился на $1,68 \pm 0,02$ ф/мс ($p=0,0062$), количество клеток – на $0,93 \pm 0,04$ кл/мм³ ($p=0,0065$), во 2-й подгруппе IA группы – на $2,15 \pm 0,02$ ф/мс ($p=0,0044$) и на $0,86 \pm 0,05$ кл/мм³ ($p=0,0065$), в 4-й подгруппе IA группы – на $1,87 \pm 0,03$ ф/мс ($p=0,0085$) и на $0,78 \pm 0,07$ кл/мм³ ($p=0,0047$) соответственно (Таблица 18).

Таблица 18 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 1-5 подгрупп IA группы ($M \pm \sigma$, $n=150$)

Подгруппы IA группы	До операции и подбора ЖГСЛ	На 1-й день	Через 1 мес.
Поток белка, ф/мс			

1-я подгруппа	1,87±0,17	3,55±0,19	1,75±0,15
2-я подгруппа	1,71±0,19	3,86±0,21	1,61±0,17
3-я подгруппа	1,69±0,15	2,25±0,19	2,15±0,17
4-я подгруппа	1,35±0,15	3,22±0,18	1,44±0,14
5-я подгруппа	1,54±0,18	2,18±0,20	2,11±0,20
p	0,1252	0,0155	0,0463
Количество клеток во влаге передней камеры, кл/мм ³			
1-я подгруппа	1,21±0,17	2,14±0,21	1,32±0,19
2-я подгруппа	1,42±0,20	2,28±0,25	1,35±0,18
3-я подгруппа	1,31±0,16	1,85±0,19	1,81±0,18
4-я подгруппа	1,33±0,15	2,11±0,22	1,41±0,16
5-я подгруппа	1,44±0,18	1,85±0,21	1,82±0,21
p	0,1521	0,0113	0,0252

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя между подгруппами

Данные повышения значений потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 1-й, 2-й и 4-й подгрупп IA группы не превышали показатели нормы для данного исследования (в норме показатель потока белка во влаге передней камеры составляет $4,56 \pm 1,8$ ф/мс, количества клеток во влаге передней камеры – $2,38 \pm 2,0$ кл/мм³) [36, 55].

При обследовании пациентов через 1 мес. после операции показатели потока белка и количества клеток в 1-й, 2-й и 4-й подгруппах IA группы соответствовали дооперационным значениям (поток белка в передней камере ($p_1=0,2145$, $p_2=0,1523$, $p_4=0,1233$), количество клеток во влаге передней камеры ($p_1=0,1296$, $p_2=0,1441$, $p_4=0,1345$)).

В 3-й подгруппе IA группы при проведении лазерной тиндалеметрии в конце 1-го дня ношения в ЖГСЛ поток белка в передней камере повысился на $0,56 \pm 0,04$ ф/мс ($p=0,0037$), количество клеток – на $0,50 \pm 0,03$ кл/мм³ ($p=0,0051$), в 5-й подгруппе IA группы – на $0,64 \pm 0,02$ ф/мс ($p=0,0048$), количество клеток – на $0,41 \pm 0,03$ кл/мм³ ($p=0,0069$). Значение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры на следующий день после снятия ЖГСЛ соответствовало данным до их подбора (поток белка в

передней камере ($p_3=0,2664$, $p_4=0,2224$), количество клеток во влаге передней камеры ($p_3=0,26360$, $p_4=0,2331$).

Коэффициент безопасности у пациентов 1-й подгруппы IA группы составил $2,24 \pm 0,13$, 2-й подгруппы – $2,23 \pm 0,19$, 3-й подгруппы – $2,78 \pm 0,11$, 4-й подгруппы – $1,52 \pm 0,14$, 5-й подгруппы IA группы – $2,11 \pm 0,12$, что свидетельствует об отсутствии потери КОЗ после хирургических вмешательств и ношения ЖГСЛ. Стабилизация клинικο-функциональных показателей после выполненных операций у пациентов 1-й подгруппы наступала к 12 мес. после операции, у пациентов 2-й и 4-й подгрупп – к 3 мес. после операции.

Из-за статистически значимой разницы ПЭК в 1-5-й подгруппах IA группы до операции и подбора ЖГСЛ ($p=0,0125$) сравнительный анализ изменения ПЭК в различные периоды после операции и ношения ЖГСЛ в этих подгруппах не проводили.

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% ($p=0,0166$) (Таблица 19).

Таблица 19 – Динамика плотности эндотелиальных клеток (кл/мм²) у пациентов 1-5-й подгрупп IA группы в различные периоды наблюдения ($M \pm \sigma$, $n=150$)

Подгруппы IA группы	До операций и подбора ЖГСЛ	Через 1 мес.	Через 3 мес.	Через 6 мес.	Через 12 мес.	Через 24 мес.	Через 36 мес.
1-я подгруппа	2045±339	2031±337	2012±334	1998±331	1983±328	1922±323	1850±318
2-я подгруппа	1558±359	1552±354	1542±351	1531±349	1506±342	1460±336	1414±331
3-я подгруппа	1763±376	1756±372	1743±369	1730±363	1703±358	1654±351	1593±342
4-я	1758±332	1750±326	1744±323	1729±312	1699±302	1644±292	1590±284

подгруппа							
5-я подгруппа	2163±352	2151±331	2144±331	2131±336	2098±319	2030±308	1971±295

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-й подгруппе – 9,6% ($p=0,0144$), в 5-й подгруппе IA группы – 8,9% ($p=0,0113$). В каждой из 1-5-й подгрупп ежегодное снижение ПЭК после операции было сопоставимое и не превышало физиологическую ежегодную потерю ПЭК после СКП [27, 34].

У пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы измеряли минимальную толщину роговичного трансплантата (МТРТ) до и через 1, 2, 3 года ношения ЖГСЛ. Измерение проводили сразу после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов их очередного ношения: 533±30 мкм – до подбора, 547±36 – через 12 мес., 548±37 – через 24 мес., 547±37 мкм – через 36 мес. Было отмечено статистически значимое повышение МТРТ после снятия ЖГСЛ, измеренное на сроках 12 ($p=0,0422$), 24 ($p=0,0410$) и 36 ($p=0,0402$) мес. их ношения по сравнению с данными до подбора.

Однако увеличение МТРТ, измеренное сразу после снятия ЖГСЛ, в течение 36 мес. наблюдения не превышало 2,6% от данных МТРТ до их подбора, что свидетельствовало об отсутствии клинически значимого отека роговичного трансплантата, который в норме не превышает 4,0% от его минимальной толщины, т.е. не больше физиологического отека роговицы после сна [208]. У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы на следующий день после снятия ЖГСЛ значение МТРТ соответствовало данным до их подбора ($p=0,2545$). Статистически значимого изменения МТРТ при ношении ЖГСЛ в течение 36 мес. наблюдения отмечено не было ($p=0,1125$).

У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы был проведен подсчет плотности клеток переднего эпителия сквозного роговичного трансплантата при помощи лазерной сканирующей конфокальной микроскопии на аппарате

HRT-III Cornea с роговичным модулем Rostok Cornea Module (RCM) (Heidelberg Engineering, Германия). Измерения проводили до и через 3 года после снятия ЖГСЛ спустя 8 ч их очередного ношения. Размер исследуемой зоны составлял 400 x 400 мкм, размер изображения 384 x 384 пикселей, аксиальное разрешение 4 мкм, латеральное — 2 мкм. На HRT-III Cornea в ручном режиме отмечали все визуализируемые клетки в выделенном участке каждого слоя переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата, но не менее 50 клеток. Далее прибор в автоматическом режиме рассчитывал среднюю плотность клеток переднего эпителия каждого измеренного слоя центральной зоны роговичного трансплантата (Рисунок 19).

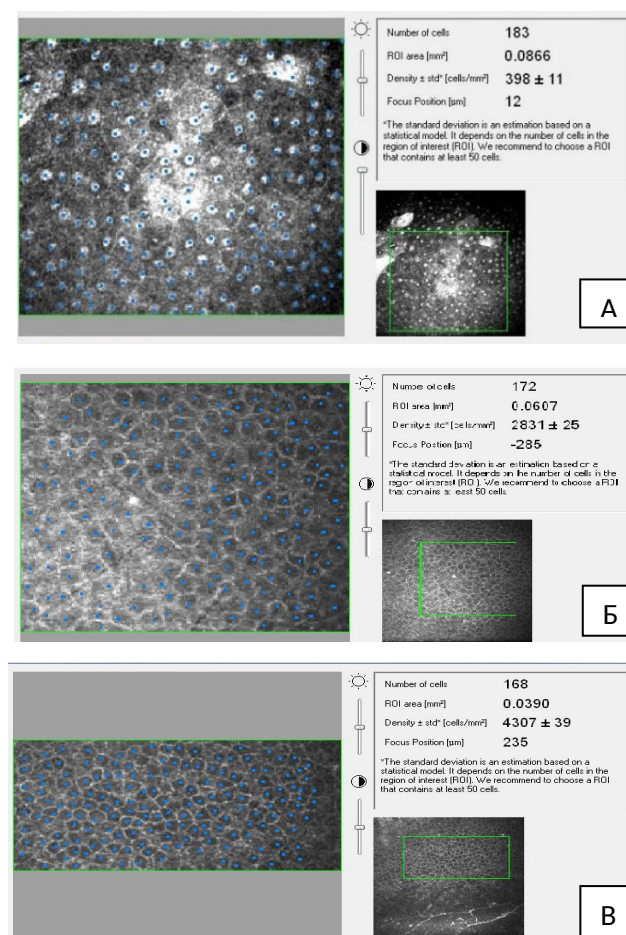


Рисунок 19 – Подсчет плотности клеток поверхностного слоя (А), слоя крыловидных клеток (Б) и базального слоя (В) переднего эпителия роговичного трансплантата у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы (n=60)

Для окончательной оценки средней плотности клеток каждого исследуемого слоя переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата бралось среднее арифметическое пяти последовательных измерений. Результаты изменения средней плотности каждого исследуемого слоя клеток переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата до и через 3 года ношения ЖГСЛ представлены в Таблице 20.

Таблица 20 – Изменение средней плотности клеток переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата в норме, до и через 3 года ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, $n=60$)

Слой переднего эпителия роговичного трансплантата	Плотность клеток переднего эпителия роговицы в центре в норме, кл/мм ²	Средняя плотность клеток переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата, кл/мм ²		p
		до ношения ЖГСЛ	через 3 года ношения ЖГСЛ	
Поверхностный	850	752±64	587±55	0,0215
Крыловидных клеток	5000	4432±430	3568±412	0,0256
Базальный	9000	8403±507	7134±475	0,0241

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя в разные периоды наблюдения

Из Таблицы 20 видно, что средняя плотность клеток исследуемых слоев переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата до ношения ЖГСЛ была ниже среднестатистической нормы средней плотности клеток переднего эпителия центральной зоны роговицы [106].

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% в центральной

зоне роговичного трансплантата. По данным биомикроскопии, роговичный трансплантат у всех пациентов был прозрачный.

У всех пациентов IA группы была доказана безопасность коррекции ПА, что подтверждалось результатами лазерной тиндалеметрии, величиной коэффициента безопасности, отсутствием потери ПЭК, интра- и послеоперационных осложнений, а также клинически значимого отека роговичного трансплантата при ношении ЖГСЛ.

Таким образом, на основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком были определены критерии оптимизации существующих методов, заключающиеся в разработке формул расчета рефракционного результата при имплантации интрастромальных колец и сегментов для устранения рефракционного гипоеффекта, а также оптимизации материала жестких газопроницаемых склеральных линз. Были выявлены наибольшее повышение остроты зрения, коррекция сферического и цилиндрического компонентов рефракции, снижение кератотопографических индексов, роговичных аберраций в фото- и мезопических условиях, большее значение коэффициентов эффективности и безопасности у пациентов, применяющих жесткие газопроницаемые склеральные линзы, по сравнению с имплантацией интрастромальных колец и сегментов; сопоставимое повышение остроты зрения, коррекция сферического и цилиндрического компонентов рефракции после имплантации интрастромальных колец и сегментов; меньшее повышение КГ на 8,0%, индекса SAI на 12,3%, большее снижение в фотопических условиях RMS total на 10,5%, RMS HOA – на 13,1%, в мезопических условиях – RMS total на 6,2% и меньшее повышение RMS HOA на 10,7% после имплантации интрастромальных роговичных сегментов по сравнению с имплантацией интрастромальных колец.

ГЛАВА 4. ОПТИМИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОЗРАЧНЫМ ХРУСТАЛИКОМ

Целью настоящей главы явилась разработка оптимизированной технологии коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком на основе применения жестких газопроницаемых склеральных линз, имплантации интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- разработать формулу расчета рефракционного результата коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком методом имплантации интрастромальных колец и сегментов с учетом параметров и глубины их имплантации;
- оптимизировать материал жестких газопроницаемых склеральных линз за счет увеличения его коэффициента кислородопроницаемости и выполнения фенестраций;
- на основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком доказать эффективность и безопасность оптимизированной технологии.

4.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов

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. В зависимости от метода

коррекции клинической рефракции ПА все пациенты IB группы были разделены на 5 подгрупп. Коррекция миопической рефракции ПА была представлена 1-3-й подгруппами IB группы, смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА – 4-5-й подгруппами IB группы. В 1-3-ю подгруппы IB группы вошли по 31 пациенту (31 глаз); 4-ю и 5-ю подгруппы IB группы составили также по 31 пациенту (31 глаз). В зависимости от метода коррекции миопической рефракции ПА в 1-ю подгруппу IB группы включены пациенты, которым была выполнена имплантация ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 2-ю подгруппу IB группы – пациенты, которым была выполнена имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 3-ю подгруппу IB группы – пациенты, которым был выполнен подбор ЖГСЛ. В зависимости от метода коррекции смешанного, сложного гиперметропического астигматизмов и гиперметропической рефракции ПА 4-ю подгруппу IB группы составили пациенты, которым была выполнена имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 5-ю подгруппу IB группы – пациенты, которым был выполнен подбор ЖГСЛ. У пациентов IB группы все 155 СКП в анамнезе были выполнены по поводу кератоконуса III и IV стадий.

Срок наблюдения у пациентов 1-5-й подгрупп IB группы составил 3 года.

Пациенты 1-3-й подгрупп IB группы были сопоставимы по гендерным характеристикам, возрасту и диаметру роговичного трансплантата (Таблица 21).

Таблица 21 – Характеристика клинического материала пациентов 1-3-й подгрупп ИБ группы

Параметры	1-я подгруппа (имплантация ИК), n=31 (7,12%)	2-я подгруппа (имплантация ИРС), n=31 (7,12%)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ), n=31 (7,12%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	13 (3,0%)	14 (3,22%)	14 (3,22%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	18 (4,12 %)	17 (3,9%)	17 (3,9%)
Возраст пациентов, лет	24,2±4,2 лет (19-36 лет)	26,2±5,1 лет (22-38 лет)	23,4±5,8 лет (18-39 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,12±0,38 мм (7,5-8,5 мм)	8,1±0,41 мм (7,5-8,5 мм)	8,12±0,33 мм (7,5-8,5 мм)

Пациенты 4- и 5-й подгрупп ИБ группы, также были сопоставимы по гендерным характеристикам, возрасту и диаметру сквозного роговичного трансплантата (Таблица 22).

Таблица 22 – Характеристика клинического материала пациентов 4-й и 5-й подгрупп ИБ группы

Параметры	4-я подгруппа (имплантация ИК), n=31 (7,12%)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ), n=31 (7,12%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	15 (3,45%)	14 (3,22%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	16 (3,67 %)	17 (3,9%)
Возраст пациентов, лет	22,5±6,1 лет (19-39 лет)	24,8±5,3 лет (18-38 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,12±0,35 мм (7,5-8,5 мм)	8,0±0,41 мм (7,5-8,5 мм)

Клинико-функциональные показатели у пациентов 1-3-й подгруппы ИБ группы до подбора ЖГСЛ и перед имплантацией интрастромальных имплантов представлены в Таблице 23.

Таблица 23 – Клинико-функциональные показатели у пациентов 1-3-й подгрупп ИБ группы до подбора жестких газопроницаемых склеральных линз и имплантации интрастромальных колец и сегментов ($M \pm \sigma$, $n=93$)

Показатели	1-я подгруппа (имплантация ИК)	2-я подгруппа (имплантация ИРС)	3-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	p
НКОЗ	$0,05 \pm 0,03$ (от 0,01 до 0,1)	$0,05 \pm 0,04$ (от 0,01 до 0,4)	$0,04 \pm 0,03$ (от 0,01 до 0,2)	0,2526
КОЗ	$0,27 \pm 0,15$ (от 0,01 до 0,7)	$0,34 \pm 0,12$ (от 0,02 до 0,9)	$0,35 \pm 0,16$ (от 0,01 до 0,8)	0,2526
Sph, дптр	$-5,2 \pm 2,4$ (от -1,5 до -8,75)	$-5,0 \pm 2,1$ (от -2,0 до -9,0)	$-5,5 \pm 2,7$ (от -2,0 до -9,0)	0,1652
Cyl дптр	$-4,38 \pm 2,26$ (от -1,0 до -6,25)	$-4,18 \pm 2,06$ (от -2,0 до -7,0)	$-4,24 \pm 2,22$ (от -1,75 до -7,0)	0,1235
РАПП, дптр	$-7,1 \pm 2,6$ (от -1,2 до -9,87)	$-6,9 \pm 2,5$ (от -1,31 до -9,5)	$-6,9 \pm 2,4$ (от -1,25 до -10,1)	0,1269
ФРР, мм рт.ст.	$7,7 \pm 2,1$ (от 5,4 до 10,7)	$7,3 \pm 2,3$ (от 5,6 до 10,9)	$7,6 \pm 2,3$ (от 6,1 до 10,5)	0,2114
КГ, мм рт. ст.	$8,4 \pm 2,3$ (от 5,8 до 10,2)	$8,7 \pm 2,2$ (от 5,4 до 10,0)	$8,0 \pm 2,0$ (от 6,1 до 10,2)	0,2012
Кср, дптр	$46,3 \pm 3,4$ (от 41,15 до 48,5)	$45,8 \pm 2,9$ (от 41,3 до 48,24)	$46,2 \pm 3,1$ (от 42,5 до 47,75)	0,1116
SRI	$1,22 \pm 0,35$ (от 0,87 до 1,75)	$1,18 \pm 0,38$ (от 0,61 до 2,21)	$1,24 \pm 0,39$ (от 0,65 до 2,11)	0,2266
SAI	$1,35 \pm 0,44$ (от 0,88 до 2,66)	$1,25 \pm 0,41$ (от 0,72 до 2,92)	$1,34 \pm 0,38$ (от 0,78 до 2,55)	0,2463
Минимальная пахиметрия роговичного трансплантата, мкм	529 ± 28 (от 505 до 558)	521 ± 31 (от 497 до 584)	530 ± 32 (от 501 до 575)	0,1623
ВГД, мм рт.ст.	$14,9 \pm 4,3$ (от 13 до 19)	$17,2 \pm 4,8$ (от 13 до 19)	$16,2 \pm 3,3$ (от 12 до 20)	0,1423
ПЗО, мм	$25,2 \pm 1,2$ (от 24,1 до 26,5)	$25,4 \pm 1,4$ (от 24,0 до 26,7)	$25,5 \pm 1,4$ (от 24,3 до 27,0)	0,1226

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

Из Таблицы 23 видно, что исходные клинико-функциональные показатели у пациентов 1-3-й подгрупп ИБ группы сопоставимы. В основном у пациентов данных подгрупп преобладала миопия высокой степени, учитывая данные ПЗО и РАПП. По данным компьютерной кератотопографии, у большинства пациентов было отмечено повышенное значение кератотопографического индекса SRI и у всех пациентов увеличенное значение индекса SAI. Исходные биомеханические свойства роговичного трансплантата по данным аппарата ORA у большинства из этих пациентов были снижены по сравнению с нормой. Данные минимальной пахиметрии роговичного трансплантата у большинства пациентов соответствовали нормальным значениям, данные ВГД, измеренного методом пневмотонометрии, у всех пациентов соответствовали норме. При биомикроскопии оптические среды у пациентов 1-3-й подгрупп ИБ группы были прозрачные.

Клинико-функциональные показатели у пациентов 4-й и 5-й подгрупп ИБ группы с ПА до подбора ЖГСЛ и перед имплантацией ИРС с применением ФСЛ представлены в Таблице 24.

Таблица 24 – Клинико-функциональные показатели у пациентов 4-й и 5-й подгрупп ИБ группы с посткератопластической аметропией до подбора жестких газопроницаемых склеральных линз и имплантации интрастромальных роговичных сегментов ($M \pm \sigma$, $n=62$)

Показатели	4-я подгруппа (имплантация ИРС)	5-я подгруппа (подбор ЖГСЛ)	p
НКОЗ	$0,15 \pm 0,13$ (от 0,03 до 0,3)	$0,13 \pm 0,11$ (от 0,02 до 0,3)	0,2122
КОЗ	$0,48 \pm 0,29$ (от 0,05 до 0,9)	$0,46 \pm 0,26$ (от 0,02 до 0,9)	0,2951
Sph, дптр	$+3,28 \pm 1,35$ (от +1,0 до +4,0)	$+3,55 \pm 1,49$ (от +0,75 до +3,9)	0,1165
Cyl, дптр	$-5,98 \pm 2,61$ (от -2,0 до -8,75)	$-6,33 \pm 2,98$ (от -1,5 до -9,5)	0,2366

РАПП, дптр	-8,69±3,06 (от -3,3 до -10,6)	-8,5±3,25 (от -2,9 до -10,75)	0,1654
Кср, дптр	43,9±2,4 (от 36,7 до 46,5)	44,4±3,2 (от 37,4 до 46,25)	0,1366
SRI	1,21±0,51 (от 0,51 до 2,17)	1,28±0,46 (от 0,55 до 2,88)	0,1632
SAI	1,11±0,43 (от 0,54 до 2,57)	1,29±0,49 (от 0,62 до 2,96)	0,1836
ФРР, мм рт.ст.	7,6±2,0 (от 5,0 до 10,1)	7,8±2,5 (от 5,1 до 10,5)	0,1253
КГ, мм рт.ст.	7,9±2,1 (от 5,8 до 9,2)	8,0±2,3 (от 5,5 до 10,0)	0,1325
ВГД, мм рт.ст.	15,6±3,2 (от 13 до 19)	17,5±3,5 (от 13 до 20)	0,3124
ПЗО, мм	23,5±1,3 (от 22,6 до 24,1)	23,2±1,5 (от 22,8 до 23,9)	0,2366
Минимальная пахиметрия роговичного трансплантата, мкм	526±24 (от 490 до 544)	518±21 (от 485 до 549)	0,2323

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

Из Таблицы 24 видно, что дооперационные клинико-функциональные показатели у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IB группы были сопоставимы. В основном у пациентов данных подгрупп преобладал смешанный астигматизм. По данным компьютерной кератотопографии, у большинства пациентов было отмечено повышенное значение индекса SRI и у всех пациентов увеличенное значение индекса SAI. Данные ВГД, измеренные методом пневмотонометрии, соответствовали нормальным значениям. При биомикроскопии оптические среды у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IB группы были прозрачные.

4.2. Разработка формулы расчета рефракционного эффекта при имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат на основе математического анализа

Для повышения эффективности и улучшения предсказуемости запланированного рефракционного эффекта необходимо было разработать формулу расчета рефракционного результата коррекции миопической рефракции ПА при имплантации ИК в роговичный трансплантат на основе математического анализа, которая будет учитывать изменение Sph в зависимости от высоты кольца и глубины его имплантации. Необходимость разработки данной формулы была связана с тем, что существующие номограммы расчета рефракционного результата при имплантации ИК не учитывают глубину его имплантации, влияющую на рефракционный эффект. Поскольку с увеличением глубины имплантации ИК снижается и рефракционный эффект, и наоборот. Формулу разрабатывали для ИК диаметром 5,0 мм из-за невозможности центрации относительно зрительной оси пациента в роговичном трансплантате кольца большего диаметра в связи с попаданием его края на посткератопластический рубец или расположения ИК у края входного тоннеля. Регрессионный анализ проводили с использованием статистического пакета SPSS-28.0 совместно с профессором кафедры теоретической и прикладной механики Светланой Михайловной Бауэр ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

В ходе работы были введены следующие сокращения: КСКР – корригируемый Sph, дптр; h – высота ИК, мкм; d – глубина имплантации ИК, мкм.

Искали уравнения связи между h и КСКР и между d и КСКР. Были построены парные регрессии и множественная регрессия. По результатам проведенного регрессионного анализа, было решено остановиться на линейной или квадратичной зависимости. Полученные сводки для линейной и квадратичной моделей были незначительны по данным R-квадрата и

объясняли одинаковый процент изменчивости КСКР при имплантации ИК. Учитывая, что разница между линейной и квадратичной моделями была незначительна, ограничились только линейной моделью

$$y = a + bx + cz,$$

где y – КСКР, b и c – коэффициенты регрессионного уравнения, x – h (высота ИК), z – d (глубина имплантации ИК).

Было отмечено, что постоянный член (a) регрессионного уравнения снижал качество связи между переменными x (h) и z (d). В связи с этим в дальнейшем применяли линейную модель

$$y = bx + cz.$$

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КСКР от высоты ИК и глубины их имплантации в роговичный трансплантат и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 25.

Таблица 25 – Сводка для линейной модели расчета корригируемого сферического компонента рефракции при имплантации интрастромального кольца

Сводка для линейной модели				
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки	Дарбин-Уотсон
0,978	0,957	0,954	1,24734	0,277

R-квадрат – является коэффициентом множественной детерминации, который показывает, какую долю изменчивости (можно выразить в процентах) зависимой переменной y (КСКР) объясняют независимые переменные x (h) и z (d). Качество уравнения регрессии — это степень близости (соответствия) значений признака-результата фактическим (наблюдаемым) значениям y , рассчитанных по данному уравнению. Чем выше качество регрессионной модели, тем ближе значение R-квадрата

приближается к 1. В сводке для модели R-квадрат равен 0,957. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная x (h) и переменная z (d) объясняют 95,7% изменчивости переменной y (КСКР).

Раздел ANOVA демонстрирует суммы квадратов отклонений, F-критерий Фишера, уровень значимости модели, по которому можно судить о достоверности построенной связи переменных. Из приведенной ниже Таблицы 26 видно, что значимость $<0,001$ говорит о высокой достоверности связи переменных КСКР и h , КСКР и d .

Таблица 26 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корректируемого сферического компонента рефракции от высоты и глубины имплантации интрастромального кольца

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	976,556	2	488,278	313,834	$<0,001$
Остаток	43,564	28	1,556		
Всего	1020,120	30			

По результатам выполненных измерений, были определены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты ИК и глубины его имплантации, представленные в Таблице 27.

Таблица 27 – Коэффициенты регрессионной зависимости высоты и глубины имплантации интрастромального кольца для расчета корректируемого сферического компонента рефракции

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,065	0,005	2,683	13,552	$<0,001$
Глубина	-0,022	0,003	-1,807	-9,128	$<0,001$

Модель множественной регрессии на основании проведенных расчетов имела следующий вид:

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

Расчет рефракционного эффекта КСКР в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации ИК диаметром 5,0 мм путем внесения в формулу расчета высоты ИК (h) от 200 до 400 мкм с шагом 20 мкм и глубины его имплантации (d) в мкм.

Разработанная формула позволяет получить высокую предсказуемость рефракционного эффекта и способствует значительному повышению функциональных результатов при имплантации ИК за счет подбора необходимой высоты и глубины его имплантации в зависимости от необходимой величины коррекции Sph миопической рефракции ПА.

4.3. Разработка формулы расчета рефракционного эффекта при имплантации интрастромальных роговичных сегментов на основе математического анализа

Для повышения предсказуемости запланированного рефракционного результата коррекции ПА методом имплантации ИРС в роговичный трансплантат необходимо было разработать формулы расчета рефракционного эффекта на основе математического анализа, которые будут учитывать изменение Sph и РА в зависимости от глубины имплантации ИРС, их высоты и длины дуги. Необходимость разработки данных формул была связана с тем, что существующие номограммы расчета рефракционного результата при имплантации ИРС в роговичный трансплантат не учитывают глубину их имплантации, влияющую на рефракционный результат. Формулу разрабатывали на основе регрессионного анализа с использованием статистического пакета SPSS-28.0 совместно с профессором кафедры теоретической и прикладной механики Светланой Михайловной Бауэр ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

В ходе работы были введены следующие сокращения: КСКР – корригируемый сферический компонент рефракции, дптр; КРА – корригируемый роговичный астигматизм передней поверхности роговичного трансплантата, дптр; h – высота каждого ИРС, мкм; d – глубина имплантации ИРС, мкм.

Искали уравнения связи между h и КСКР, между h и КРА, а также уравнения связи между d и КСКР, между d и КРА. Были построены парные регрессии и множественная регрессия. По результатам проведенного регрессионного анализа было решено остановиться на линейной или квадратичной зависимости. Полученные сводки для линейной и квадратичной моделей были незначительны по данным R-квадрата и объясняли одинаковый процент изменчивости КСКР и КРА при имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° , 120° и 160° . Учитывая, что разница между линейной и квадратичной моделями была незначительна, ограничились только линейной моделью

$$y = a + bx + cz,$$

где y – КСКР или КРА, b и c – коэффициенты регрессионного уравнения, x – h (высота ИРС), z – d (глубина имплантации ИРС).

Было отмечено, что постоянный член (a) регрессионного уравнения снижал качество связи между переменными x (h) и z (d). В связи с этим в дальнейшем применяли линейную модель

$$y = bx + cz.$$

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КСКР (коррекция гиперметропической рефракции) от высоты имплантируемых двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат, и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 28.

Таблица 28 – Сводка для линейной модели расчета корректируемого сферического компонента рефракции при имплантации ИРС с длиной дуги 90°

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
0,994	0,989	0,988	0,26208

В сводке для модели R-квадрат равен 0,989. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная х (h) и переменная z (d) объясняют 98,9% изменчивости переменной у (КСКР).

В Таблице 29 представлены результаты дисперсионного анализа. Значимость <0,001 говорит о высокой достоверности связи переменных КСКР и h, КСКР и d.

Таблица 29 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корректируемого сферического компонента рефракции от высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 90°

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	207,380	2	103,690	1509,574	<0,001
Остаток	2,335	34	0,069		
Всего	209,715	36			

По результатам выполненных измерений были определены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° и глубины их имплантации, представленные в Таблице 30.

Таблица 30 – Коэффициенты регрессионной зависимости высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 90° для расчета корригируемого сферического компонента рефракции

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,015	0,001	1,763	21,689	<0,001
Глубина	-0,005	0,000	-0,805	-9,903	<0,001

Модель множественной регрессии на основании проведенных расчетов имела следующий вид:

$$\text{КСКР} = 0,015 \times h - 0,005 \times d.$$

Расчет рефракционного эффекта КСКР (коррекция гиперметропической рефракции) в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° путем внесения в формулу расчета высоты имплантируемых ИРС (h) от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм и глубины их имплантации (d) в мкм.

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КРА от высоты двух одинаковых имплантируемых ИРС с длиной дуги 90° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 31.

Таблица 31 – Сводка для линейной модели расчета корригируемого роговичного астигматизма при имплантации ИРС с длиной дуги 90°

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
0,979	0,959	0,957	1,31713

В сводке для модели R-квадрат равен 0,959. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная х (h) и переменная z (d) объясняют 95,9% изменчивости переменной у (КРА).

В Таблице 32 представлены результаты дисперсионного анализа. Значимость <0,001 говорит о высокой достоверности связи переменных КРА и h, КРА и d.

Таблица 32 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корригируемого роговичного астигматизма от высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 90°

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	1391,976	2	695,988	401,183	<0,001
Остаток	58,984	34	1,735		
Всего	1450,960	36			

В результате проведенных расчетов были выявлены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° и глубины их имплантации, представленные в Таблице 33.

Таблица 33 – Коэффициенты регрессионной зависимости высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 90° для расчета корригируемого роговичного астигматизма

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,031	0,004	1,379	8,880	<0,001
Глубина	-0,007	0,002	-0,414	-2,668	0,012

Модель множественной регрессии на основании проведенных расчетов имела следующий вид:

$$\text{КРА} = 0,031 \times h - 0,007 \times d.$$

Расчет рефракционного эффекта КРА в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° путем внесения в формулу расчета высоты имплантируемых ИРС (h) от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм и глубины их имплантации (d) в мкм.

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КСКР (коррекция миопической рефракции) от высоты имплантируемых двух одинаковых ИРС с длиной дуги 120° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 34.

Таблица 34 – Сводка для линейной модели расчета корригируемого сферического компонента рефракции при имплантации ИРС с длиной дуги 120°

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
0,994	0,989	0,988	0,26208

Из сводки для модели можно видеть, что R-квадрат равен 0,989. Это означает, что переменная x (h) и переменная z (d) объясняют 98,9% изменчивости переменной y (КСКР), что говорит о достаточно хорошем качестве линейной модели.

В Таблице 35 представлены результаты дисперсионного анализа. Значимость <0,001 говорит о высокой достоверности связи переменных КСКР и h, КСКР и d.

Таблица 35 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корректируемого сферического компонента рефракции от высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 120°

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	207,380	2	103,690	1509,574	<0,001
Остаток	2,335	34	0,069		
Всего	209,715	36			

В результате проведенных расчетов были выявлены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты двух одинаковых ИРС с длиной дуги 120° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат, представленные в Таблице 36.

Таблица 36 – Коэффициенты регрессионной зависимости высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 120° для расчета корректируемого сферического компонента рефракции

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,015	0,001	1,763	21,689	<0,001
Глубина	-0,005	0,000	-0,805	-9,903	<0,001

На основании проведенных расчетов, модель множественной регрессии имела следующий вид:

$$\text{КСКР} = 0,015 \times h - 0,005 \times d.$$

Расчет рефракционного эффекта КСКР (коррекция миопической рефракции) в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 120° путем внесения в формулу расчета

высоты имплантируемых ИРС (h) от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм и глубины их имплантации (d) в мкм.

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КРА от высоты имплантируемых двух одинаковых ИРС с длиной дуги 120° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат, и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 37.

Таблица 37 – Сводка для линейной модели расчета корригируемого роговичного астигматизма при имплантации ИРС с длиной дуги 120°

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
0,996	0,992	0,991	0,29544

В сводке для модели R-квадрат равен 0,992. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная x (h) и переменная z (d) объясняют 99,2% изменчивости переменной y (КРА).

В Таблице 38 представлены результаты дисперсионного анализа. Значимость $<0,001$ говорит о высокой достоверности связи переменных КРА и h, КРА и d.

Таблица 38 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корригируемого роговичного астигматизма от высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 120°

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	363,667	2	181,834	2083,293	$<0,001$
Остаток	2,968	34	0,087		
Всего	366,635	36			

В результате проведенных расчетов были выявлены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты двух одинаковых ИРС с длиной дуги 120° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат, представленные в Таблице 39.

Таблица 39 – Коэффициенты регрессионной зависимости высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 120° для расчета корригируемого роговичного астигматизма

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,018	0,001	1,541	22,236	<0,001
Глубина	-0,005	0,001	-0,567	-8,184	<0,001

Модель множественной регрессии на основании проведенных расчетов имела следующий вид:

$$\text{КРА} = 0,018 \times h - 0,005 \times d.$$

Расчет рефракционного эффекта КРА в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 120° путем внесения в формулу расчета высоты имплантируемых ИРС (h) от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм и глубины их имплантации (d) в мкм.

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КСКР (коррекция миопической рефракции) от высоты имплантируемых двух одинаковых ИРС с длиной дуги 160° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 40.

Таблица 40 – Сводка для линейной модели расчета корректируемого сферического компонента рефракции при имплантации ИРС с длиной дуги 160°

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
1,000	1,000	1,000	0,07257

В сводке для модели R-квадрат равен 1,000. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная х (h) и переменная z (d) объясняют 100,0% изменчивости переменной у (КСКР).

В Таблице 41 представлены результаты дисперсионного анализа. Значимость <0,001 говорит о высокой достоверности связи переменных КСКР и h, КСКР и d.

Таблица 41 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корректируемого сферического компонента рефракции от высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 160°

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	363,667	2	181,834	2083,293	<0,001
Остаток	2,968	34	0,087		
Всего	366,635	36			

В результате проведенных расчетов были выявлены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты двух одинаковых ИРС с длиной дуги 160° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат, представленные в Таблице 42.

Таблица 42 – Коэффициенты регрессионной зависимости для высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 160° для расчета корректируемого сферического компонента рефракции

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,030	0,000	1,655	153,448	<0,001
Глубина	-0,009	0,000	-0,684	-63,418	<0,001

Модель множественной регрессии на основании проведенных расчетов имела следующий вид:

$$\text{КСКР} = 0,03 \times h - 0,009 \times d.$$

Расчет рефракционного эффекта КСКР (коррекция миопической рефракции) в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 160° путем внесения в формулу расчета высоты имплантируемых ИРС (h) от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм и глубины их имплантации (d) в мкм.

Далее рассматривали линейную модель зависимости между изменением КРА от высоты имплантируемых двух одинаковых ИРС с длиной дуги 160° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат и строили регрессионные уравнения. Сводка для линейной модели представлена в Таблице 43.

Таблица 43 – Сводка для линейной модели расчета корректируемого роговичного астигматизма при имплантации ИРС с длиной дуги 160°

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
0,949	0,900	0,894	0,13085

В сводке для модели R-квадрат равен 0,900. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная х (h) и переменная z (d) объясняют 90,0% изменчивости переменной у (КРА).

В Таблице 44 представлены результаты дисперсионного анализа. Значимость <0,001 говорит о высокой достоверности связи переменных КРА и h, КРА и d.

Таблица 44 – Результаты дисперсионного анализа зависимости корректируемого роговичного астигматизма от высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 160°

ANOVA					
Модель	Сумма квадратов	ст. св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	5,238	2	2,619	152,948	<0,001
Остаток	0,582	34	0,017		
Всего	5,820	36			

В результате проведенных расчетов, были выявлены коэффициенты регрессионной зависимости для высоты двух одинаковых ИРС с длиной дуги 160° и глубины их имплантации в роговичный трансплантат, представленные в Таблице 45.

Таблица 45 – Коэффициенты регрессионной зависимости для высоты и глубины имплантации ИРС с длиной дуги 160° для расчета корректируемого роговичного астигматизма

Модель	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Значимость
	B	стандартная ошибка	Бета		
Высота	0,003	0,000	2,105	8,643	<,001
Глубина	-0,001	0,000	-1,228	-5,040	<,001

Модель множественной регрессии на основании проведенных расчетов имела следующий вид:

$$\text{КРА} = 0,003 \times h - 0,001 \times d.$$

Расчет рефракционного эффекта КРА в дптр в каждом конкретном случае проводится для имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 160° путем внесения в формулу расчета высоты имплантируемых ИРС (h) от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм и глубины их имплантации (d) в мкм.

Разработанные формулы помогают с высокой точностью рассчитать корригируемый Sph и РА при коррекции ПА методом имплантации в роговичный трансплантат двух одинаковых ИРС в связи с учетом не только высоты, длины дуги ИРС, но и глубины их имплантации.

4.4. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком по оптимизированной технологии

Для оценки эффективности и безопасности разработанной оптимизированной технологии коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком необходимо было провести клинико-функциональный анализ ее результатов.

В связи с этим был выполнен сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами, методами имплантации интрастромальных колец и сегментов по оптимизированной и существующей технологиям.

4.4.1. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком методом имплантации интрастромального кольца по оптимизированной и существующей технологиям

Имплантация ИК была выполнена в 1-х подгруппах IA и IB групп для коррекции миопической рефракции ПА (Таблицы 46, 47).

У пациентов 1-х подгрупп IA и IB группах до операции отмечались сопоставимые данные клинико-функциональных показателей ($p > 0,05$). НКОЗ и КОЗ у данных пациентов 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 ($p < 0,05$). 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 среднего значения 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 соответствовал 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 снижение Sph на $1,04 \pm 0,53$ дптр, что подтверждалось увеличением среднего значения Kср, и больше Sph и Kср не менялись.

Таблица 46 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 1-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп до операции, через 1 и 3 мес. после имплантации интрастромального кольца ($M \pm \sigma$, n=61)

Показатели	До операции			Через 1 мес. после операции			Через 3 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	0,16±0,06	0,38±0,05	0,0412
КОЗ	0,29±0,16	0,27±0,15	0,2145	0,35±0,08	0,40±0,17	0,0852	0,39±0,11	0,46±0,14	0,0621
Sph, дптр	-5,69±1,71	-5,2±2,4	0,1662	-0,01±0,82	+1,45±0,74	0,0269	-0,52±0,81	+0,91±0,73	0,0355
Cyl дптр	-3,94±2,04	-4,38±2,26	0,1215	-1,47±1,07	-1,34±1,08	0,0741	-1,26±0,92	-1,15±0,97	0,1521
РАПП, дптр	-6,9±2,45	-7,1±2,6	0,1416	-4,43±1,75	-4,06±1,78	0,0952	-4,22±1,72	-3,87±1,74	0,1225
Кср, дптр	45,9±3,6	46,3±3,4	0,1224	40,2±3,8	39,6±3,6	0,0625	40,7±2,7	40,15±2,5	0,0745
SRI	1,35±0,39	1,32±0,35	0,2652	1,50±0,45	1,44±0,41	0,1223	1,38±0,42	1,32±0,31	0,2565
SAI	1,25±0,41	1,21±0,44	0,2114	1,39±0,51	1,37±0,53	0,1252	1,12±0,34	1,13±0,33	0,2743
ФРР, мм рт.ст.	7,2±2,3	7,6±2,3	0,1141	8,1±1,4	8,5±1,3	0,0841	8,4±1,5	8,8±1,5	0,1123
КГ, мм рт.ст.	8,0±2,6	8,4±2,4	0,2103	8,9±1,7	9,3±1,5	0,0952	9,2±1,8	9,5±1,6	0,1363

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

Таблица 47 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 1-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп через 6-36 мес. после имплантации интрастромального кольца ($M \pm \sigma$, n=61)

Показатели	Через 6 мес. после операции			Через 12 мес. после операции			Через 24-36 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	0,25±0,07	0,48±0,06	0,0233	0,32±0,09	0,54±0,08	0,0221	0,33±0,09	0,55±0,08	0,0228
КОЗ	0,58±0,13	0,59±0,16	0,2552	0,65±0,15	0,68±0,18	0,2335	0,66±0,15	0,69±0,18	0,2335
Sph, дптр	-1,23±0,72	+0,15±0,35	0,0352	-1,73±0,59	-0,4±0,21	0,0357	-1,72±0,59	-0,38±0,21	0,0354
Cyl дптр	-1,05±0,77	-0,90±0,82	0,0757	-0,8±0,62	-0,70±0,71	0,0885	-0,75±0,62	-0,68±0,71	0,0882
РАПП, дптр	-4,01±1,68	-3,60±1,66	0,0952	-3,67±1,65	-3,31±1,63	0,0758	-3,72±1,65	-3,40±1,63	0,0757
Кср, дптр	41,4±2,8	40,9±2,7	0,0885	41,9±2,7	41,42±2,8	0,1336	41,8±2,7	41,40±2,8	0,1334
SRI	1,19±0,33	1,15±0,28	0,1216	0,98±0,28	0,93±0,25	0,2255	0,95±0,28	0,92±0,25	0,2254
SAI	1,01±0,29	1,05±0,28	0,1828	0,75±0,25	0,80±0,26	0,2121	0,71±0,25	0,78±0,26	0,2121
ФРР, мм рт.ст.	8,6±1,6	9,0±1,7	0,1129	8,8±1,7	9,3±1,8	0,1365	8,85±1,7	9,32±1,8	0,1362
КТ, мм рт. ст.	9,52±1,9	9,7±1,8	0,1635	9,86±1,95	9,9±1,9	0,1241	9,9±1,9	9,93±1,9	0,1248

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

У пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп через 12 мес. после операции было отмечено сопоставимое снижение Су1 на $-3,14 \pm 1,42$ и $-3,68 \pm 1,55$ дптр, РАПП роговичного трансплантата – на $-3,05 \pm 1,42$ и $-3,59 \pm 0,97$ дптр, снижение кератотопографических индексов SRI на $0,37 \pm 0,11$ и $0,39 \pm 0,10$, SAI – на $0,5 \pm 0,16$ и $0,41 \pm 0,18$, повышение ФРР на $1,6 \pm 0,6$ и $1,7 \pm 0,5$ мм рт. ст., КГ – на $1,86 \pm 0,65$ и $1,5 \pm 0,45$ мм рт. ст., а также значение коэффициента безопасности – на $2,3 \pm 0,12$ и $2,5 \pm 0,15$ соответственно.

4.4.2. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов по оптимизированной и существующей технологиям

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. В Таблице 48 представлены сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции ПА у пациентов 2-х подгрупп IA и IB групп после имплантации ИРС.

Таблица 48 – 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	-5,0±2,1	0,1114	-2,12±0,60	-1,0±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	-6,9±2,5	0,1326	-4,33±1,78	-3,19±1,84	0,0369	-4,10±1,73	-2,95±1,78	0,0345
Кср, дптр	46,1±3,1	45,8±2,9	0,2210	42,8±2,7	41,8±2,5	0,0321	42,3±2,5	41,2±2,5	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
ФРР, мм рт.ст.	7,7±2,5	7,3±2,3	0,1910	9,1±1,8	8,8±1,5	0,0952	9,3±1,9	9,0±1,6	0,0945
КГ, мм рт.ст.	8,5±2,3	8,7±2,2	0,2902	9,5±1,5	9,7±1,4	0,1123	9,8±1,7	9,9±1,6	0,1212

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

У пациентов 2-х подгрупп IA и IB групп до операции отмечались сопоставимые данные клинико-функциональных показателей ($p > 0,05$). Наибольшее изменение клинико-функциональных показателей было отмечено к 1 мес., а их стабилизация – к 3 мес. после операции. Выявлено 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 эметропическая 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 Кср и РАПП роговичного трансплантата. Остаточный гипозэффект по Sph и Cyl у пациентов 2-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 $0,37 \pm 0,13$, повышение ФРР на $1,6 \pm 0,6$ и $1,7 \pm 0,7$ мм рт. ст., КГ – на $1,3 \pm 0,6$ и $1,2 \pm 0,6$ мм рт. ст., а также значения коэффициента безопасности – $2,2 \pm 0,14$ и $2,0 \pm 0,12$ соответственно.

В Таблице 49 представлены сравнительные клинико-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 клинико-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 ($p < 0,05$).

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 4-й подгруппы IA группы 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 $0,30 \pm 0,15$, повышение ФРР на $1,5 \pm 0,6$ и $1,4 \pm 0,5$ мм рт. ст., КГ – на $1,4 \pm 0,5$ и $1,3 \pm 0,6$ мм рт. ст., а также значения коэффициента безопасности $1,5 \pm 0,15$ и $1,5 \pm 0,14$ соответственно.

Таблица 49 – 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	43,2±2,6	43,9±2,4	0,2452	44,95±2,9	46,55±3,1	0,0352	45,2±3,0	46,81±3,4	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
ФРР, мм рт.ст.	7,8±2,3	7,6±2,0	0,1266	9,0±1,6	8,9±1,3	0,1253	9,3±1,7	9,3±1,5	0,1562
КГ, мм рт.ст.	7,9±2,4	7,9±2,1	0,1233	9,1±1,8	9,0±1,4	0,1236	9,3±1,9	9,2±1,6	0,1558

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

4.4.3. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами по оптимизированной и существующей технологиям

В ходе ретроспективного исследования было выявлено, что пациенты 3-й и 5-й подгрупп IA группы в течение 3 лет применяли для коррекции ПА ЖГСЛ фирмы OKVision SMARTFIT (OKV-RGP Onefit Med, Канада), изготовленные из материала Contamac Optimum Extra с коэффициентом кислородопроницаемости 100 ед. По данным конфокальной лазерной сканирующей микроскопии, установлено снижение средней плотности клеток поверхностного слоя на 21,9%, слоя крыловидных клеток – на 19,5% и базального слоя переднего эпителия – на 15,1% в центральной оптической зоне роговичного трансплантата.

С целью снижения потери средней плотности клеток всех слоев переднего эпителия роговичного трансплантата у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IB группы была выбрана линза Contamac Optimum Extra фирмы OKVision SMARTFIT (OKV-RGP Onefit Med, Канада) с большим коэффициентом кислородопроницаемости 180 ед. Оптимизация конструкции ЖГСЛ заключалась в формировании заводом-изготовителем по нашему заказу фенестраций 0,3 мм в диаметре, расположенных на 6 и 12 часах в проекции лимба. Именно такое расположение фенестраций в ЖГСЛ выполняли для увеличения циркуляции слезы, объема поступающего кислорода к находящимся в этих зонах роговичного трансплантата палисадам Фогта с лимбальными стволовыми клетками.

Подбор ЖГСЛ для коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком был выполнен в 3-х подгруппах IA и IB групп для коррекции миопической рефракции ПА (Таблица 50) и в 5-х подгруппах IA и IB групп для коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА (Таблица 51).

Таблица 50 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 3-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп до подбора и в различные сроки ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, n=61)

Показатели	До подбора ЖГСЛ			Через 1-36 мес. ношения ЖГСЛ		
	3-я подгруппа IA группы	3-я подгруппа IB группы	p	3-я подгруппа IA группы	3-я подгруппа IB группы	p
НКОЗ	0,05±0,04	0,04±0,03	0,2012	0,89±0,07	0,91±0,05	0,1323
КОЗ	0,32±0,14	0,35±0,16	0,2625	0,89±0,07	0,91±0,05	0,1145
Sph, дптр	-5,9±2,1	-5,5±2,7	0,1412	+0,12±0,35	+0,15±0,38	0,1635
Cyl дптр	-4,4±2,16	-4,24±2,22	0,2125	-0,29±0,15	-0,21±0,14	0,1268
ФРР, мм рт.ст.	7,9±2,1	7,6±2,3	0,2325	8,1±2,2	7,7±2,4	0,0412
КГ, мм рт.ст.	8,3±2,4	8,0±2,0	0,2114	8,5±2,5	8,1±2,1	0,0452

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

Таблица 51 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 5-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп до подбора и в различные сроки ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, n=61)

Показатель и	До подбора ЖГСЛ			Через 1-36 мес. ношения ЖГСЛ		
	5-я подгруппа IA группы	5-я подгруппа IB группы	p	5-я подгруппа IA группы	5-я подгруппа IB группы	p
НКОЗ	0,11±0,10	0,13±0,11	0,2012	0,88±0,06	0,90±0,06	0,1225
КОЗ	0,42±0,24	0,46±0,26	0,2625	0,88±0,06	0,90±0,06	0,1548

Sph, дптр	+3,85±1,2 9	+3,55±1,4 9	0,141 2	+0,10±0,3 0	+0,14±0,2 5	0,141 4
Cyl дптр	-6,89±2,48	-6,33±2,98	0,212 5	-0,25±0,07	-0,15±0,06	0,152 9
ФРР, мм рт.ст.	7,5±2,2	7,8±2,5	0,232 5	7,7±2,4	7,9±2,6	0,042 2
КГ, мм рт.т.	8,1±2,3	8,0±2,3	0,211 4	8,3±2,5	8,1±2,4	0,043 1

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

У всех пациентов 3-х и 5-х подгрупп IA и IB групп до подбора ЖГСЛ отмечались сопоставимые данные клинико-функциональных показателей ($p>0,05$). После подбора ЖГСЛ у всех пациентов была достигнута максимальная острота зрения и эмметропическая рефракция, которые больше не менялись у пациентов 3-х и 5-х подгрупп IA и IB групп на протяжении всего периода наблюдения. У пациентов 3-х подгрупп IA и IB групп было отмечено сопоставимое значение КЭф и коэффициента безопасности. КЭф составил $2,8\pm0,08$ и $2,6\pm0,07$, Коэффициент безопасности – $2,8\pm0,08$ и $2,6\pm0,07$ соответственно. У пациентов 5-х подгрупп IA и IB групп также было отмечено сопоставимое среднее значение КЭф и коэффициента безопасности. КЭф составил $2,1\pm0,09$ и $2,0\pm0,07$, коэффициент безопасности – $2,1\pm0,08$ и $2,0\pm0,07$ соответственно. У пациентов 3-й подгруппы IB группы было отмечено немного меньшее повышение ФРР и КГ в среднем на $0,1\pm0,1$ мм рт. ст. по сравнению с пациентами 3-й подгруппы IA группы. У пациентов 5-й подгруппы IB группы было отмечено также несколько меньшее повышение ФРР и КГ в среднем на $0,1\pm0,08$ мм рт. ст. по сравнению с пациентами 5-й подгруппы IA группы.

В Таблице 52 представлено изменение МТРТ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп в различные сроки ношения ЖГСЛ.

Таблица 52 – Сравнительная динамика изменения минимальной толщины роговичного трансплантата (мкм) у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA (n=60) и IB (n=62) группы в различные в различные периоды наблюдения ($M \pm \sigma$, n=122)

Группы исследования	До подбора ЖГСЛ	Через 12 мес. ношения	Через 24 мес. ношения	Через 36 мес. ношения
3-я и 5-я подгруппы IA группы	533 $\pm$ 30	547 $\pm$ 36	548 $\pm$ 37	547 $\pm$ 37
3-я и 5-я подгруппы IB группы	530 $\pm$ 26	536 $\pm$ 28	537 $\pm$ 28	538 $\pm$ 28
p	0,0745	0,0425	0,0425	0,0425

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

До подбора ЖГСЛ было отмечено сопоставимое среднее значение МТРТ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп по данным ОКТ роговицы. При ношении ЖГСЛ МТРТ измерялась сразу после их снятия спустя 8 часов их очередного ношения. Увеличение МТРТ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы, измеренное сразу после снятия ЖГСЛ, в течение 36 мес. наблюдения не превышало 2,6% от данных МТРТ до их подбора, а у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IB группы – 1,5% от данных МТРТ до их подбора. Таким образом, отмеченный у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп субклинический отек по данным ОКТ роговицы при прозрачном при биомикроскопии роговичном трансплантате не превышал 4,0% от его минимальной толщины, т.е. не был больше физиологического отека роговицы после сна [208]. Однако у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы была отмечена немного большая на 1,5% МТРТ по сравнению с таковой у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IB группы ($p > 0,05$). У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп на следующий день после снятия ЖГСЛ значение МТРТ соответствовало данным до их подбора ($p > 0,05$). Статистически

значимого изменения МТРГ при ношении ЖГСЛ в течение 36 мес. наблюдения у данных пациентов отмечено не было ($p > 0,05$).

В Таблице 53 представлено изменение ПЭК у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп в различные сроки ношения ЖГСЛ.

Таблица 53 – Сравнительная динамика плотности эндотелиальных клеток (кл/мм²) у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA (n=60) и IB (n=62) групп в различные периоды наблюдения ($M \pm \sigma$, n=122)

Группы исследования	До подбора ЖГСЛ,	Через 12 мес. ношения	Через 24 мес. ношения	Через 36 мес. ношения
3-я и 5-я подгруппы IA группы	1712 $\pm$ 324	1658 $\pm$ 314	1605 $\pm$ 308	1549 $\pm$ 296
3-я и 5-я подгруппы IB группы	1453 $\pm$ 284	1410 $\pm$ 276	1361 $\pm$ 269	1312 $\pm$ 260

Из-за статистически значимой разницы ПЭК у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп до подбора ЖГСЛ ($p=0,0335$) сравнительный анализ изменения ПЭК в различные периоды после ношения ЖГСЛ у этих пациентов не проводился. Процент потери ПЭК через 12 мес. ношения ЖГСЛ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы составил 3,2% ($p=0,0312$), через 36 мес. ношения ЖГСЛ – 9,5% ($p=0,0352$). Процент потери ПЭК через 12 мес. ношения ЖГСЛ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IB группы составил 3,0% ($p=0,0245$), через 36 мес. ношения ЖГСЛ – 9,7% ($p=0,0255$).

У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп был проведен сравнительный анализ изменения средней плотности слоев клеток переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата до и через 3 года ношения ЖГСЛ, который представлен в Таблице 54.

Таблица 54 – Сравнительная динамика изменения средней плотности клеток (кл/мм²) переднего эпителия центральной зоны роговичного трансплантата у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA (n=60) и IB (n=62) групп до и через 3 года ношения жестких газопроницаемых склеральных линз ($M \pm \sigma$, n=122)

Слой переднего эпителия роговичного трансплантата	До ношения ЖГСЛ		p	Через 3 года ношения ЖГСЛ		p
	3-я и 5-я подгруппы IA группы	3-я и 5-я подгруппы IB группы		3-я и 5-я подгруппы IA группы	3-я и 5-я подгруппы IB группы	
Поверхностный	752±64	784±71	0,1225	587±55	697±62	0,0355
Крыловидных клеток	4432±430	4541±452	0,1414	3568±412	4105±431	0,0366
Базальный	8403±507	8552±544	0,1369	7134±475	7807±515	0,0369

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

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. Это объяснялось большим объемом поступающего кислорода к роговичному трансплантату через склеральную линзу, изготовленную из материала с большим коэффициентом кислородопроницаемости 180 ед. с фенестрациями на 6 и 12 часах. За счет фенестраций увеличивается циркуляция насыщенной свежим кислородом слезы, как в подлинзовом пространстве, так и в проекции этих фенестраций «палисад Фогта» с лимбальными стволовыми клетками.

Таким образом, применение разработанной оптимизированной технологии по сравнению с существующими методами 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 НКОЗ в 1,7 раза, КЭф – в 1,8 раза, интрастромальных роговичных сегментов для коррекции миопической рефракции, повысив НКОЗ в 2,1 раза, КЭф – в 1,9 раза, а также интрастромальных роговичных сегментов для коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции, повысив НКОЗ в 1,5 раза, КЭф – в 1,4 раза; за счет применения жестких газопроницаемых склеральных линз, изготовленных из материала с большей 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%.

ГЛАВА 5. КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ

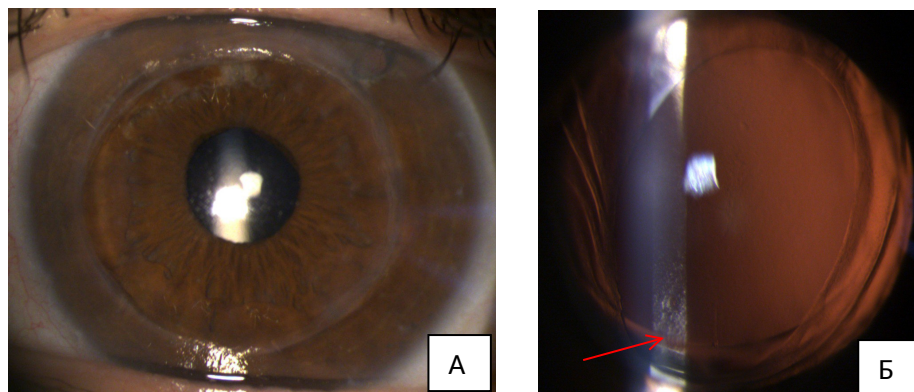
Целью настоящей главы явилось определение наиболее предсказуемого метода расчета торической интраокулярной линзы и доказательство его эффективности и безопасности на основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов факоэмульсификации катаракты у пациентов с посткератопластической аметропией.

Для достижения поставленной цели необходимо было:

- проанализировать особенности клинического течения и клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы;
- оценить безопасность коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы;
- определить наиболее предсказуемый метод расчета торической интраокулярной линзы при проведении факоэмульсификации катаракты у пациентов с посткератопластической аметропией;
- на основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой доказать эффективность и безопасность факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу.

5.1. Ретроспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы

Ранний послеоперационный период протекал адекватно у всех пациентов ПА группы. Все пациенты на следующий день после операции отмечали значительное улучшение остроты зрения. При биомикроскопии у части пациентов были выявлены локальные субконъюнктивальные кровоизлияния, связанные с субконъюнктивальной анестезией во время операции. Роговичные трансплантаты у всех пациентов были прозрачные, ротация тИОЛ ни у одного из пациентов не была больше 5° (Рисунок 20).



А – визуализируется прозрачный роговичный трансплантат, в проекции зрачка – оптическая часть торической интраокулярной линзы RayOne Toric; Б – на фоне медикаментозного мидриаза визуализируется правильное расположение меток торической оси ИОЛ RayOne Toric (отмечена красной стрелкой) по сильному меридиану кератометрии роговичного трансплантата

Рисунок 20 – Фото глаза пациента А., 60 лет, при биомикроскопии на следующий день после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы

Правильное положение тИОЛ при биомикроскопии подтверждалось совпадением меток их торического компонента с сильной осью кератометрии

роговичного трансплантата, а также коррекцией Cyl по данным рефрактометрии.

Течение раннего послеоперационного периода соответствовало 0-I степени (по классификации Федорова С.Н., Егоровой Э.В. (1985)) у всех прооперированных пациентов [49].

У пациентов ПА группы после ФЭК с имплантацией тИОЛ отсутствовали осложнения в раннем и позднем послеоперационных периодах, что связано с тщательным дооперационным обследованием всех пациентов с оценкой плотности ядра хрусталика по Buratto, дооперационного значения ПЭК, а также динамическим наблюдением за пациентами в послеоперационном периоде.

У пациентов ПА группы с катарактой после СКП был проведен ретроспективный анализ клинико-функциональных результатов ФЭК для определения необходимой оптической силы и торического компонента имплантированных тИОЛ, результаты которого представлены в Таблицах 55 и 56.

Таблица 55 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой ПА группы до фактоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, на 1-й день и через 1 мес. после операции ($M \pm \sigma$, $n=36$)

Показатели	До операции	1-й день после операции	p	Через 1 мес.	p
НКОЗ	$0,07 \pm 0,03$	$0,42 \pm 0,11$	0,0115	$0,44 \pm 0,12$	0,0152
КОЗ	$0,28 \pm 0,15$	$0,62 \pm 0,16$	0,0152	$0,66 \pm 0,18$	0,0112
Sph, дптр	$0,88 \pm 5,2$	$1,93 \pm 1,06$	0,0257	$1,57 \pm 0,94$	0,0233
Cyl, дптр	$-4,88 \pm 1,8$	$-2,15 \pm 1,25$	0,0266	$-1,85 \pm 1,21$	0,0341
РАПП, дптр	$-6,15 \pm 3,28$	$-5,85 \pm 3,05$	0,0369	$-5,6 \pm 2,9$	0,0311

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

Таблица 56 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой ПА группы через 3, 6 и 12 мес. после факэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы ($M \pm \sigma$, $n=36$)

Показатели	Через 3 мес.	p	Через 6 мес.	p	Через 12 мес.	p
НКОЗ	$0,46 \pm 0,14$	0,0147	$0,47 \pm 0,14$	0,0146	$0,48 \pm 0,14$	0,0141
КОЗ	$0,68 \pm 0,19$	0,0122	$0,69 \pm 0,19$	0,0127	$0,69 \pm 0,19$	0,0127
Sph, дптр	$1,32 \pm 0,9$	0,0285	$1,31 \pm 0,9$	0,0282	$1,30 \pm 0,9$	0,0282
Cyl, дптр	$-1,62 \pm 1,18$	0,0258	$-1,60 \pm 1,18$	0,0252	$-1,61 \pm 1,18$	0,0252
РАПП, дптр	$-5,45 \pm 2,8$	0,0428	$-5,42 \pm 2,8$	0,0423	$-5,40 \pm 2,8$	0,0421

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

На следующий день после операции НКОЗ повысилась на $0,35 \pm 0,1$ ($p=0,0122$), затем к 1 мес. еще на $0,03 \pm 0,01$ ($p=0,0115$) и через 3 мес. после операции увеличилась еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0185$). На следующий день после операции КОЗ повысилась на $0,34 \pm 0,01$ ($p=0,0152$), затем к 1 мес. еще на $0,04 \pm 0,01$ ($p=0,0185$) и через 3 мес. после операции увеличилась еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0136$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 12 мес. наблюдения. Стабилизация зрения наступила к 3 мес. после операции. КЭф составил $1,6 \pm 0,10$.

На следующий день после операции среднее значение Sph снизилось на $1,05 \pm 4,6$ дптр ($p=0,0257$), затем к 1 мес. повысилось на $0,36 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0268$) и через 3 мес. после операции увеличилось еще на $0,25 \pm 0,03$ дптр ($p=0,0233$). В 1-й день после операции было отмечено снижение Cyl на $-2,73 \pm 0,55$ дптр ($p=0,0266$), затем к 1 мес. еще на $-0,3 \pm 0,04$ дптр ($p=0,0274$) и через 3 мес. после операции уменьшился еще на $-0,23 \pm 0,03$ дптр ($p=0,0245$). На следующий день после операции РАПП по данным компьютерной кератотопографии снизился на $-0,3 \pm 0,23$ дптр ($p=0,0369$), затем к 1 мес. еще на $-0,25 \pm 0,15$ дптр ($p=0,0323$) и через 3 мес. после операции уменьшился еще на $-0,15 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0388$). Sph, Cyl и РАПП больше не менялись в течение

12 мес. наблюдения. Стабилизация рефракции наступила к 3 мес. после операции.

При расчете оптической силы тИОЛ у пациентов ПА группы отмечено попадание в запланированную рефракцию цели по Sph в пределах $\pm 0,5$ дптр в 32% случаев, $\pm 1,0$ дптр – в 56% случаев (Рисунок 21).

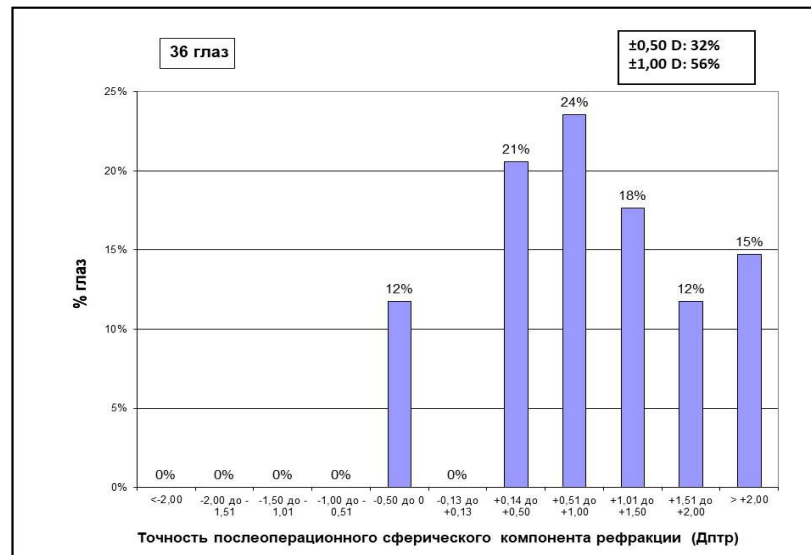


Рисунок 21 – Предсказуемость сферического компонента рефракции при расчете оптической силы тИОЛ у пациентов ПА группы (n=36)

При расчете торического компонента тИОЛ у пациентов ПА группы отмечено значение Cyl в пределах -0,5 дптр в 25% случаев, -1,0 дптр – в 44% случаев (Рисунок 22).

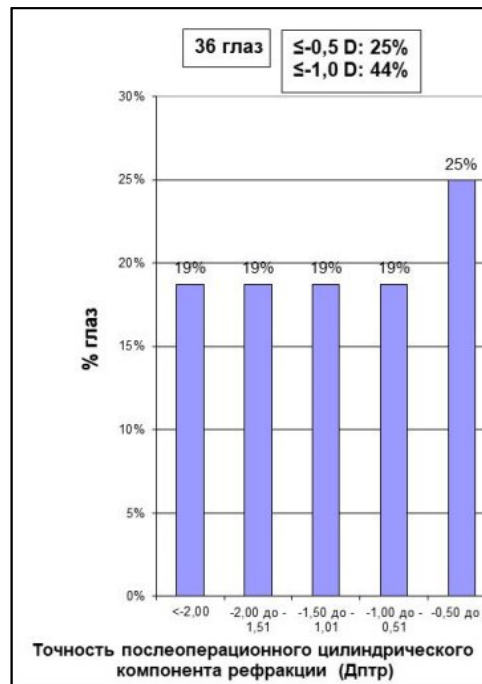


Рисунок 22 – Предсказуемость цилиндрического компонента рефракции при расчете торического компонента тИОЛ у пациентов ПА группы (n=36)

У всех пациентов в различные сроки после операции определялась ротационная стабильность тИОЛ (Рисунок 23).

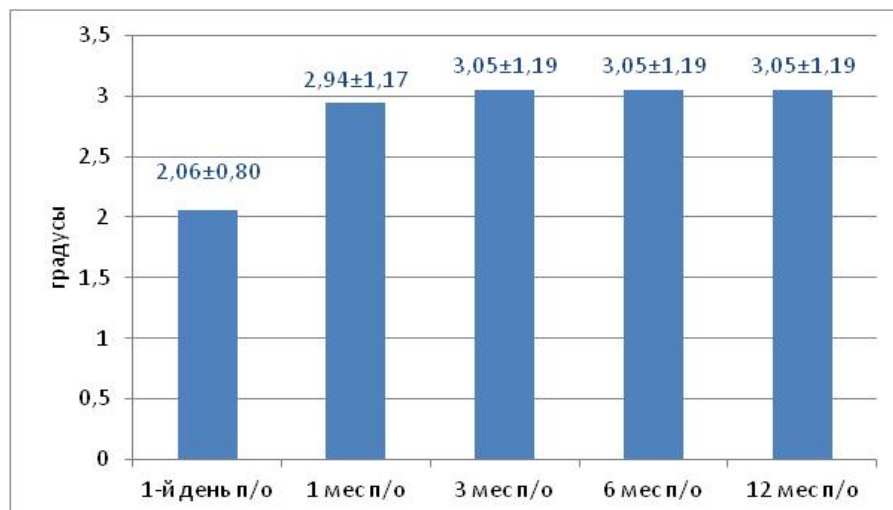


Рисунок 23 – Ротационная стабильность тИОЛ в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы у пациентов ПА группы (n=36)

Угол ротации тИОЛ на следующий день после ФЭК составил в среднем $2,06 \pm 0,80^\circ$, через 1 мес. он увеличился на $0,88 \pm 0,37^\circ$ ($p=0,0288$) и к 3 мес. наблюдения еще на $0,11 \pm 0,02^\circ$ ($p=0,0385$) и больше не менялся. Из Рисунка 23 видно, что ротация тИОЛ происходила в среднем в течение 3 мес. после операции. Угол ротации тИОЛ в течение всего периода наблюдения ни у одного из пациентов не превышал 5° , т.е. не оказывал влияния на рефракционный результат выполненных операций.

У всех пациентов проводился анализ aberromетрии на аппарате OPD-Scan II, измеренной в фото- (в 3-мм оптической зоне) и мезопических (в 6-мм оптической зоне) условиях (Таблица 57, 58).

Таблица 57 – Сравнительные данные средней квадратичной ошибки (RMS) суммарных аберраций и внутренних аберраций высшего порядка в фото- и мезопических условиях до и через 1 и 3 мес. после фактоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы у пациентов ПА группы ($M \pm \sigma$, $n=36$)

Условия освещенности	Аберрации	До операции	Через 3 мес.	p	Через 6-12 мес.	p
Фотопические	RMS total, мкм	$3,1 \pm 0,35$	$1,34 \pm 0,16$	0,0145	$1,23 \pm 0,16$	0,0123
	RMS HOA internal, мкм	$0,94 \pm 0,28$	$0,31 \pm 0,09$	0,0164	$0,20 \pm 0,09$	0,0122
Мезопические	RMS total, мкм	$5,64 \pm 0,63$	$1,88 \pm 0,29$	0,0228	$1,78 \pm 0,29$	0,0211
	RMS HOA internal, мкм	$3,84 \pm 0,27$	$1,23 \pm 0,08$	0,0336	$1,11 \pm 0,08$	0,0312

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

Таблица 58 – Сравнительные данные средней квадратичной ошибки (RMS) суммарных аберраций высшего порядка в мезопических условиях до и в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы у пациентов ПА группы ($M \pm \sigma$, $n=36$)

Суммарные аберрации высшего порядка	До операции	Через 3 мес.	p	Через 6-12 мес.	p
RMS coma 90°, мкм	0,59±0,23	0,31±0,07	0,0111	0,25±0,06	0,0141
RMS coma 180°, мкм	0,48±0,21	0,26±0,08	0,0163	0,22±0,07	0,0132
RMS sph, мкм	0,31±0,12	0,16±0,05	0,0248	0,12±0,04	0,0276
RMS trefoil, мкм	0,67±0,52	0,35±0,07	0,0214	0,31±0,05	0,0323

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

В фотопических условиях через 3 мес. после операции RMS total уменьшилось на $0,76 \pm 0,19$ мкм ($p=0,0145$), RMS HOA internal – на $0,63 \pm 0,19$ мкм ($p=0,0341$) и больше статистически значимо не менялись.

В мезопических условиях через 3 мес. после операции RMS total снизилось на $3,76 \pm 0,34$ мкм ($p=0,0228$), RMS HOA internal – на $2,61 \pm 0,19$ мкм ($p=0,0336$) и больше статистически значимо не менялись.

Было отмечено снижение суммарных роговичных аберраций высшего порядка в мезопических условиях. Через 3 мес. после операции среднее значение RMS coma 90° снизилось на $0,28 \pm 0,16$ мкм ($p=0,0111$), RMS coma 180° – на $0,22 \pm 0,13$ мкм ($p=0,0163$), RMS sph – на $0,15 \pm 0,07$ мкм ($p=0,0248$), RMS trefoil – на $0,32 \pm 0,14$ мкм ($p=0,0214$) и больше статистически значимо не менялись.

К 3 мес. после ФЭК с имплантацией тИОЛ была отмечена стабилизация абберрометрических данных. Произошло снижение как RMS HOA internal за счет ФЭК с имплантацией тИОЛ, так и RMS total – за счет

коррекции суммарного РА и замены помутневшего хрусталика на тИОЛ. Соответственно, все суммарные аберрации высшего порядка в мезопических условиях также снизились.

Зная полученные значения Sph и Cyl после стабилизации рефракции у пациентов ПА группы, а также значение оптической силы и торического компонента имплантированных тИОЛ, в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator были рассчитаны необходимые параметры оптической силы и торического компонента тИОЛ у каждого пациента на эмметропическую рефракцию и полную коррекцию суммарного РА.

5.2. Анализ безопасности коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы

Для оценки безопасности операций у всех пациентов ПА группы на следующий день после операции были выполнены: подсчет ПЭК при помощи эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с подсчетом потока белка и количества клеток во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов ПА группы отсутствовали. При проведении лазерной тиндалеметрии до операции у пациентов ПА группы поток белка в передней камере составил $1,54 \pm 0,41$ ф/мс, количество клеток – $1,46 \pm 0,32$ кл/мм³ (Таблица 59).

Таблица 59 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры до и в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы у пациентов ПА группы ($M \pm \sigma$, $n=36$)

Показатели	До операции	На 1-е сутки	p	Через 1 мес.	p
Поток белка, ф/мс	$1,54 \pm 0,41$	$14,2 \pm 2,5$	0,0158	$1,48 \pm 0,38$	0,2636
Количество клеток, кл/мм ³	$1,46 \pm 0,32$	$9,2 \pm 2,1$	0,0122	$1,39 \pm 0,42$	0,2125

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

Поток белка в передней камере повысился на следующий день после ФЭК в среднем на $12,66 \pm 2,09$ ф/мс ($p=0,0158$), количество клеток – на $7,74 \pm 1,78$ кл/мм³ ($p=0,0122$). При обследовании пациентов через 1 мес. после операции показатели потока белка и количества клеток соответствовали дооперационным значениям (поток белка ($p=0,2636$), количество клеток ($p=0,2125$) во влаге передней камеры) и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. Сопоставимое повышение потока белка и количества клеток во влаге передней камере на следующий день после ФЭК и соответствие их значений дооперационным при измерении через 1 мес. отмечают и другими авторами при хирургии неосложненной катаракты [36, 55].

Коэффициент безопасности составил $2,4 \pm 0,06$, что говорит об отсутствии после ФЭК потери строк КОЗ. Стабилизация зрительных функций после ФЭК с имплантацией тИОЛ наступила к 3 мес. после операции.

До операции ПЭК была равна 2056 ± 231 кл/мм², через 3 мес. после операции – 1964 ± 212 кл/мм² ($p=0,0214$). Потеря ПЭК через 3 мес после операции составила 8,7%. Через 6 мес. после операции ПЭК снизилась до

1868 ± 205 кл/мм² ($p=0,0236$). К 12 мес. после операции ПЭК достигла 1844 ± 194 кл/мм² ($p=0,0248$), потеря ПЭК 10,3%.

5.3 Анализ предсказуемости современных методов расчета псевдофакичной интраокулярной линзы при проведении факоэмульсификации катаракты у пациентов после сквозной кератопластики

Для выявления наиболее предсказуемого метода расчета оптической силы и торического компонента тИОЛ при ФЭК у пациентов после СКП необходимо было провести проспективный сравнительный анализ рефракционных результатов при применении различных калькуляторов расчета тИОЛ с внесением в них данных используемой диагностической аппаратуры, полученных у пациентов ретроспективной группы на дооперационном этапе. Это связано с получением на этапе дооперационного клинико-функционального обследования у пациентов ПА группы статистически значимых различий ($p < 0,05$) в данных Кср передней поверхности роговичного трансплантата, измеренной до операции с помощью компьютерного кератотопографа (TMS-5), работающего с использованием принципа колец Пласидо, ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), а также статистически значимых различий ($p < 0,05$) в значении РАПП роговичного трансплантата, измеренного с применением такой же диагностической аппаратуры, которые вносят значительный вклад в точность расчета ИОЛ.

Учитывая вышесказанное, был проведен проспективный анализ для оценки точности расчета параметров тИОЛ с применением данных кератометрии, измеренных с помощью вышеуказанной диагностической аппаратуры у пациентов ПА группы. Для этого способы расчета тИОЛ были разделены на четыре группы в зависимости от применяемых онлайн-

калькуляторов расчета и данных кератометрии, измеренных с помощью различной диагностической аппаратуры (Таблица 60).

Таблица 60 – Группы расчета торической интраокулярной линзы у пациентов ПА группы в зависимости от онлайн-калькуляторов и используемой диагностической аппаратуры (n=144)

Группы	Диагностические приборы для измерения кератометрии	
	передняя поверхность роговичного трансплантата	задняя поверхность роговичного трансплантата
1, n=36	Кератотопограф (TMS-5)	ОКТ (CASIA 2) или шеймпфлюг-кератотопограф (Pentacam)
2, n=36	Шеймпфлюг кератотопограф (Pentacam)	Шеймпфлюг-кератотопограф (Pentacam)
3, n=36	ОКТ роговицы (CASIA 2)	ОКТ роговицы (CASIA 2)
4, n=36	Кератотопограф (TMS-5)	не измерялась

В группе 1 расчет тИОЛ проводили с применением данных кератометрии передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных при помощи кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо (TMS-5), и 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 применяли онлайн-калькулятор Barrett True – K Toric Calculator в связи с учетом данным калькулятором кератометрии обеих поверхностей роговичного трансплантата. В группе 4 расчет тИОЛ проводили по онлайн-калькулятору The Kane Formula, который учитывает данные кератометрии только передней поверхности роговичного трансплантата. В него вносились данные, 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. Зная необходимые значения оптической силы и торического компонента тИОЛ, рассчитанные в ходе ретроспективного исследования у каждого пациента ПА группы на эмметропическую рефракцию, 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.

На Рисунке 24 представлено среднее значение Sph, полученное при расчете тИОЛ в группах 1-4 ретроспективного исследования.

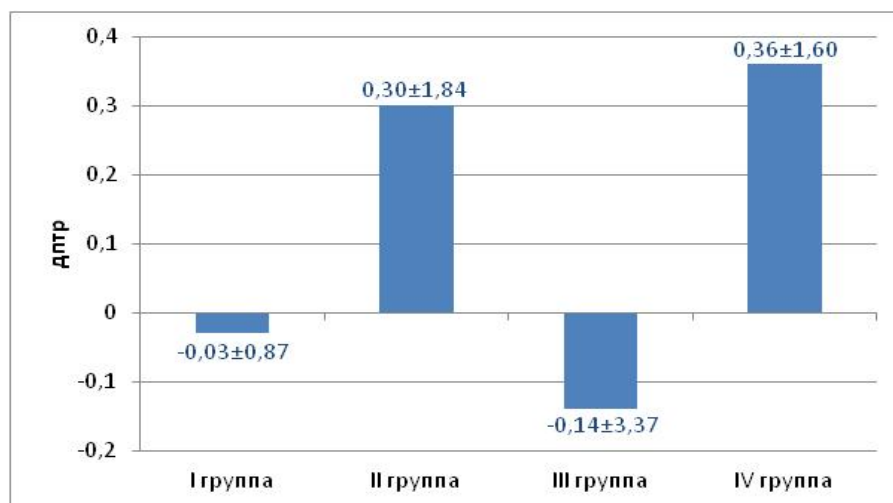
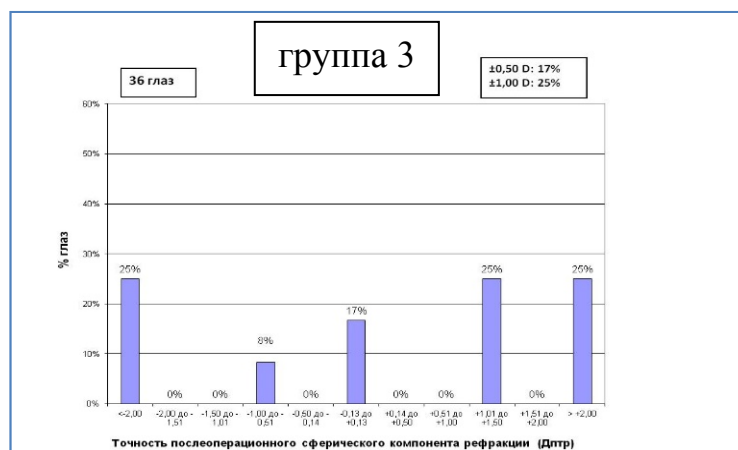
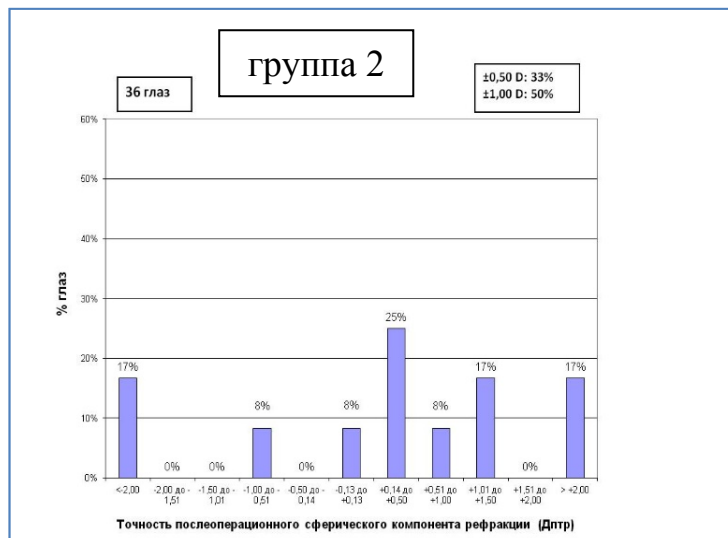
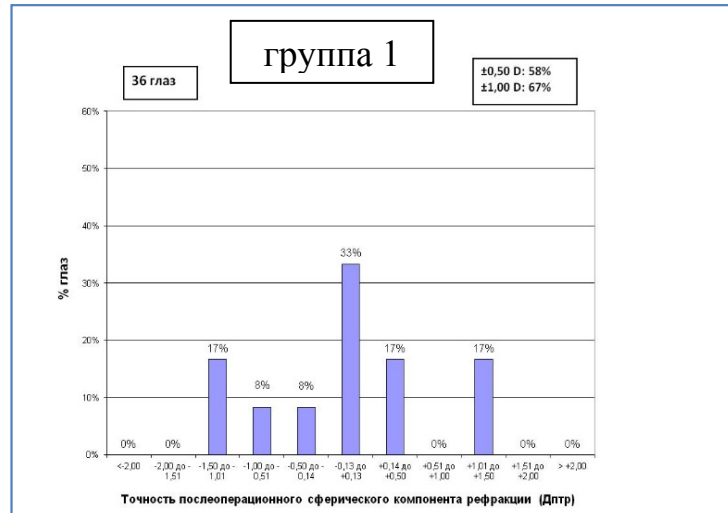


Рисунок 24 – Среднее значение сферического компонента рефракции при расчете тИОЛ в группах 1-4 (n=144)

Среднее значение Sph в группе 1 составило $-0,03 \pm 0,87$ дптр, в группе 2 – $+0,03 \pm 0,87$, в группе 3 – $-0,14 \pm 3,37$ дптр, в группе 4 – $+0,36 \pm 1,60$ дптр.

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 (Рисунок 25).



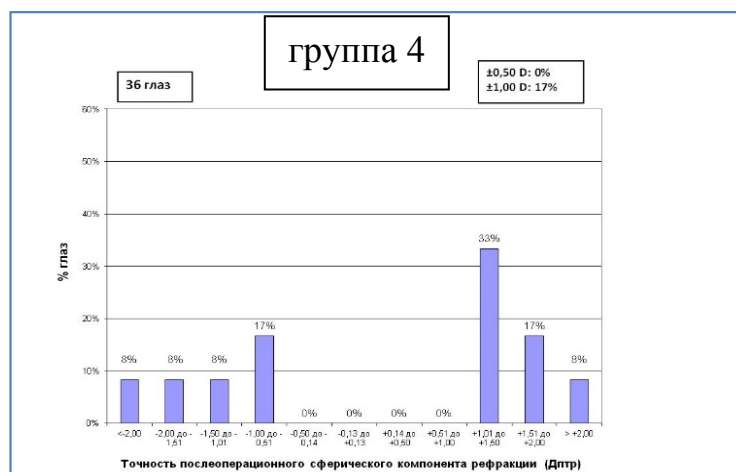


Рисунок 25 – Предсказуемость сферического компонента рефракции при расчете оптической силы тИОЛ в группах 1-4 (n=144)

На Рисунке 26 представлено среднее значение Cyl , полученное при расчете тИОЛ в группах 1-4 ретроспективного исследования.

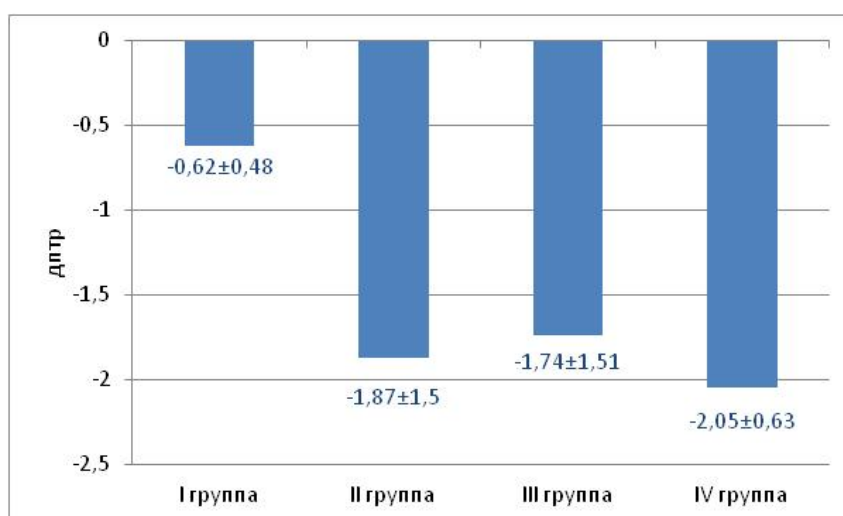


Рисунок 26 – Среднее значение цилиндрического компонента рефракции при расчете тИОЛ в группах 1-4 (n=144)

Среднее значение Cyl в группе 1 составило $-0,62 \pm 0,48$ дптр, в группе 2 – $-1,87 \pm 1,5$, в группе 3 – $-1,74 \pm 1,51$, в группе 4 – $-2,05 \pm 0,63$ дптр.

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% (Рисунок 27).

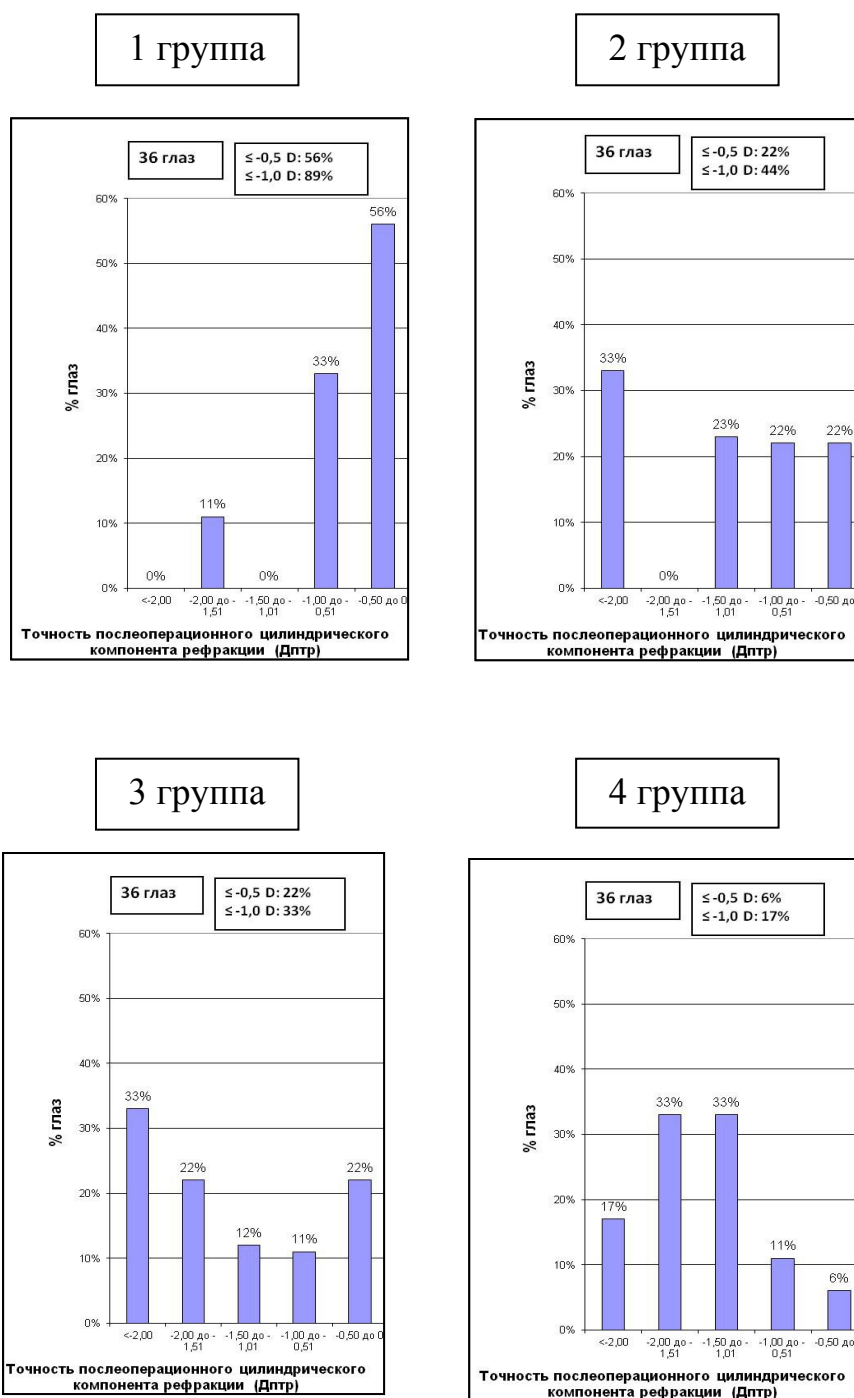


Рисунок 27 – Предсказуемость цилиндрического компонента рефракции при расчете торического компонента тИОЛ в группах 1-4 (n=144)

Таким образом, на основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой

методом факоэмульсификации с имплантацией торической интраокулярной линзы был определен наиболее предсказуемый метод ее расчета, 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, обеспечивающих 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.

5.4. Проспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному предсказуемому способу

5.4.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов

Проспективное исследование коррекции ПА у пациентов с катарактой методом ФЭК с имплантацией тИОЛ было проведено у пациентов ИБ группы, в которую вошли 35 пациентов (35 глаз) с регулярным РА не более $-12,0$ дптр. У пациентов ИБ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 8 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 5, центрального рубца роговицы – на 7, помутнения роговицы после язвы – на 5, кератоконуса IV стадии – на 7, вторичной кератэктазии – на 3 глаз.

Характеристика пациентов ИБ группы представлена в Таблице 61.

Таблица 61 – Характеристика клинического материала пациентов ИБ группы

Параметры	ИБ группа (ФЭК+тИОЛ), n=35 (8,0%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	14 (3,2%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	21 (4,8%)
Возраст пациентов, лет	54±16 лет (33-72 года)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,11±0,34 мм (7,5-8,5 мм)

Плотность ядра хрусталика по классификации Buratto L. (1999) [9] у пациентов ИБ группы соответствовала I степени на 14 глазах (40,0%), II степени – на 13 (37,1%), III степени – на 8 глазах (22,9%). Соответственно у всех пациентов ИБ группы были мягкие ядра хрусталиков, не превышающие III степень плотности.

Клинико-функциональные показатели у пациентов ИБ группы с ПА и катарактой представлены в Таблице 62.

Таблица 62 – Клинико-функциональные показатели у пациентов ИБ группы с посткератопластической аметропией и катарактой до операции ($M \pm \sigma$, n=35)

Показатели	ИБ группа ФЭК+тИОЛ
НКОЗ	0,06±0,05 (от 0,02 до 0,11)
КОЗ	0,31±0,14 (от 0,02 до 0,4)
Sph, дптр	1,26±5,4 (от -1,0 до +7,0)
Cyl, дптр	-5,54±2,12 (от -1,5 до -6,5)
РАПП, дптр	-6,85±3,45 (от -2,0 до -9,5)
Кср передней поверхности, дптр (кератотопограф TMS-5)	43,65±3,33 (от 39,75 до 47,25)

Длина глаза, мм	23,95±1,82 (от 22,3 до 27,4)
Глубина передней камеры, мм	3,2±0,6 (от 2,5 до 3,58)
Толщина хрусталика, мм	4,12±0,48 (от 3,6 до 4,9)
ВГД, мм рт.ст.	16,8±2,2 (от 13 до 19)
ПЭК, кл/мм ²	2125±254 (от 1984 до 2372)
Поток белка во влаге передней камеры, ф/мс	1,65±0,39 (от 1,31 до 1,74)
Количество клеток во влаге передней камеры, кл/мм ³	1,62±0,38 (от 1,22 до 1,95)

Из Таблицы 62 видно, что исходная острота зрения у пациентов ПБ группы достаточно низкая из-за наличия у них катаракты и ПА. У всех пациентов по данным кератотопограммы был регулярный РА не более -12,0 дптр. По данным ПЗО, ПБ группу в основном составляли пациенты со слабой миопической и эметропической рефракцией. Значение ВГД, измеренное методом пневмотонометрии, соответствовало норме. При проведении лазерной тиндалеметрии поток белка и количества клеток во влаге передней камеры соответствовали нормальным значениям. При биомикроскопии роговичный трансплантат у всех пациентов ПБ группы был прозрачный.

Статистически сопоставимые данные Кср задней поверхности роговичного трансплантата были получены по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – 7,01±1,02 дптр (от 5,7 до 8,2 дптр) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) – 5,92±0,65 дптр (от 4,3 до 6,2 дптр) (p=0,2256).

У пациентов ПБ группы по данным ОКТ роговицы значение одного из главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата было более 7,5 дптр в 34,3% случаев (12 глаз).

В Таблице 63 представлены данные среднего значения РА и Кср обеих поверхностей роговичного трансплантата у пациентов ПБ группы.

Таблица 63 – Данные дооперационных средних значений роговичного астигматизма и кератометрии обеих поверхностей роговичного трансплантата, измеренных различными приборами у пациентов ПБ группы, ($M \pm \sigma$, $n=105$)

Поверхность роговичного трансплантата	Приборы			p
	кератотопограф (TMS-5), n=35	шеймпфлюг- кератотопограф (Pentacam), n=35	ОКТ роговицы (CASIA 2), n=35	
Астигматизм роговичного трансплантата, дптр				
Передняя поверхность	-6,85±3,45 (от -2,0 до -9,5)	-6,21±2,95 (от -2,2 до -9,8)	-7,44±3,36 (от -1,9 до - 10,6)	0,0185
Задняя поверхность	не измеряет	-1,19±0,42 (от -0,1 до -2,0)	-1,14±0,46 (от -0,2 до -2,2)	0,1164
Кср роговичного трансплантата, дптр				
Передняя поверхность	43,65±3,33 (от 38,18 до 48,11)	44,26±3,12 (от 37,9 до 47,2)	45,39±3,31 (от 39,2 до 48,1)	0,0122
Задняя поверхность	не измеряет	5,22±0,64 (от 4,2 до 7,1)	6,84±0,85 (от 5,2 до 8,9)	0,1225

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей, измеренных при помощи разной диагностической аппаратуры

Из Таблицы 63 видно, что различные диагностические приборы по-разному измеряют Кср и РА передней поверхности роговичного трансплантата и сопоставимо замеряют данные параметры задней поверхности.

У пациентов ПБ группы был проведен анализ разницы в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата. По данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) была отмечена разница в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата более 5° в 34,3% случаев, по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – в 37,1%, которая снижает в этих случаях рефракционный результат из-за невозможности одновременной коррекции

РА передней и задней поверхностей роговичного трансплантата при имплантации тИОЛ.

У всех пациентов ИБ группы был проведен анализ РАЗП роговичного трансплантата по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) и ОКТ роговицы (CASIA 2). Частота встречаемости РАЗП по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) у пациентов ИБ группы в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 14,3% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 55,6%. Частота встречаемости РАЗП по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) у пациентов ИБ группы в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 11,4% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 51,4%.

5.4.2. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу

Для оценки рефракционной эффективности предложенного метода расчета тИОЛ было проведено проспективное сравнительное исследование клинико-функциональных результатов коррекции ПА у пациентов с катарактой путем ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому и стандартному методам (Таблицы 64, 65).

Стабилизация клинико-функциональных данных у пациентов ПА и ИБ 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 ИБ группы в 1,4 раза ($p < 0,05$). Значения КОЗ были сопоставимы в обеих группах ($p > 0,05$). У пациентов ИБ 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 ИБ группы связаны с более точным попаданием в рефракцию цели и большей коррекцией суммарного РА.

Таблица 64 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой ПА (n=36) и ПБ (n=35) групп до и в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы ($M \pm \sigma$, n=71)

Показатели	До операции			1-й день после операции			Через 1 мес. после операции		
	ПА группа	ПБ группа	p	ПА группа	ПБ группа	p	ПА группа	ПБ группа	p
НКОЗ	0,07±0,03	0,06±0,05	0,2362	0,42±0,11	0,6±0,09	0,0223	0,44±0,12	0,63±0,11	0,0214
КОЗ	0,28±0,15	0,31±0,14	0,2212	0,62±0,16	0,65±0,15	0,0772	0,66±0,18	0,69±0,17	0,0714
Sph, дптр	0,88±5,2	1,26±5,4	0,1114	1,93±1,06	0,55±0,56	0,0222	1,57±0,94	0,15±0,42	0,0214
Cyl дптр	-4,88±1,8	-5,54±2,12	0,1841	-2,15±1,25	-0,95±0,35	0,0314	-1,85±1,21	- 0,74±0,32	0,0345
РАПП, дптр	-6,15±3,28	-6,85±3,45	0,1326	-5,85±3,05	-6,42±3,21	0,0369	-5,6±2,9	- 6,22±3,12	0,0345
Ротация тИОЛ, °	-			2,06±0,80	2,55±1,11	0,2225	2,94±1,170	3,4±1,3	0,2323

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

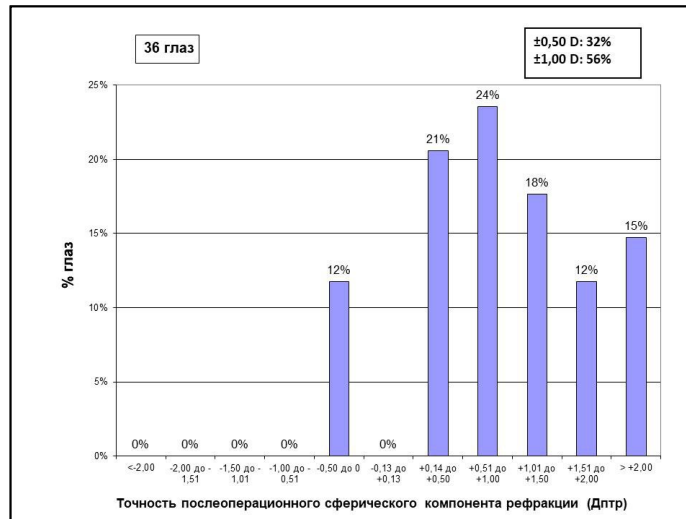
Таблица 65 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой ПА (n=36) и ПБ (n=35) групп в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы ($M \pm \sigma$, n=71)

Показатели	Через 3 мес. после операции			Через 6 мес. после операции			Через 12 мес. после операции		
	ПА группа	ПБ группа	p	ПА группа	ПБ группа	p	ПА группа	ПБ группа	p
НКОЗ	0,46±0,14	0,65±0,16	0,0256	0,47±0,14	0,66±0,16	0,0253	0,46±0,14	0,67±0,16	0,0252
КОЗ	0,68±0,19	0,71±0,19	0,2663	0,69±0,19	0,72±0,19	0,2666	0,68±0,19	0,70±0,19	0,2663
Sph, дптр	1,32±0,90	-0,12±0,75	0,0214	1,31±0,90	- 0,11±0,75	0,0212	1,30±0,90	-0,10±0,75	0,0219
Cyl дптр	-1,62±1,18	-0,55±0,35	0,0336	-1,61±1,18	-0,54±0,42	0,0332	-1,60±1,18	-0,53±0,42	0,0338
РАПП, дптр	-5,45±2,8	-6,08±3,1	0,1163	-5,43±2,8	-6,06±3,1	0,1166	-5,45±2,8	-6,05±3,1	0,1164
Ротация ТИОЛ, °	3,05±1,19	3,5±1,4	0,2455	3,03±1,19	3,4±1,4	0,2452	3,04±1,19	3,5±1,4	0,2450

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

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% (Рисунок 28).

ПА группа



ПБ группа

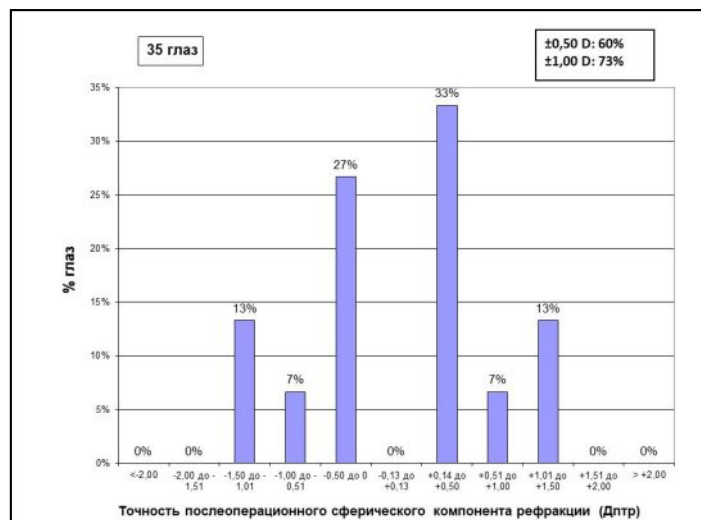


Рисунок 28 – Предсказуемость сферического компонента рефракции при расчете оптической силы тИОЛ у пациентов ПА (n=36) и ПБ групп (n=35)

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% (Рисунок 29).

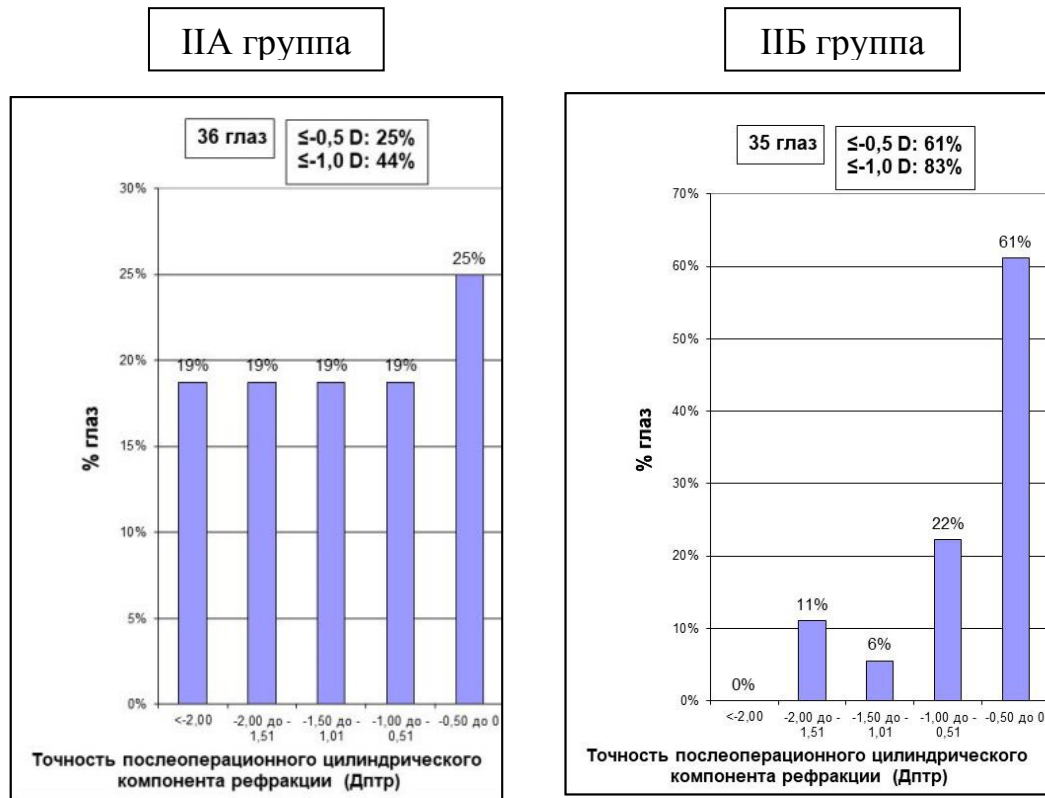


Рисунок 29 – Предсказуемость цилиндрического компонента рефракции при расчете торического компонента тИОЛ у пациентов ПА (n=36) и ПБ групп (n=35)

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 его 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° ни у одного из пациентов. На следующий день после операции у пациентов ПА и ПБ групп было отмечено сопоставимое повышение потока белка ($p>0,05$) и количества клеток во влаге передней камеры ($p>0,05$), которые при измерении через 1

мес. после операции соответствовали дооперационным значениям и больше не менялись (Таблица 66).

Таблица 66 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов ПА (n=36) и ПБ (n=35) групп до и в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы ($M \pm \sigma$, n=71)

Группы	До операции	На 1-й день	Через 1 мес.
Изменение потока белка, ф/мс			
ПА	1,54±0,41	14,2±2,5	1,48±0,38
ПБ	1,65±0,39	15,3±2,7	1,55±0,37
p	0,1552	0,1123	0,1642
Изменение количества клеток, кл/мм ³			
ПА	1,46±0,32	9,2±2,1	1,39±0,42
ПБ	1,62±0,38	10,3±2,4	1,51±0,35
p	0,1252	0,1841	0,1648

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

Сопоставимое повышение потока белка и количества клеток во влаге передней камере на следующий день после ФЭК и соответствие их значений дооперационным при измерении через 1 мес. отмечаются и другими авторами при хирургии неосложненной катаракты [36, 55].

У пациентов ПА и ПБ групп было отмечено сопоставимое снижение ПЭК после ФЭК с имплантацией тИОЛ (Таблица 67).

Таблица 67 – Изменение плотности эндотелиальных клеток у пациентов ПА (n=36) и ПБ (n=35) групп до и в различные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы ($M \pm \sigma$, n=71)

Группы	До операции, кл/мм ²	Через 3 мес., кл/мм ²	Через 6 мес., кл/мм ²	Через 12 мес., кл/мм ²
ПА	2056±231	1964±212	1868±205	1844±194
ПБ	2125±254	1933±254	1925±254	1891±254
p	0,0895	0,0985	0,0836	0,0841

Примечание: р – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя между группами

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.

Таким образом, проведенный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу, в сравнении со стандартным методом показал достижение более высоких значений НКОЗ в 1,4 раза, КЭф – в 1,3 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.

ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ ПРИ ВЫСОКОМ РЕГУЛЯРНОМ И ИРРЕГУЛЯРНОМ АСТИГМАТИЗМЕ

Целью настоящей главы явилась разработка технологии коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном астигматизме.

Для достижения поставленной цели необходимо было:

- разработать хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном роговичном астигматизме;

- разработать формулу поправки к рефракции цели при расчете оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом;

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

- разработать алгоритм персонализированного выбора метода оптической коррекции посткератопластической аметропии в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациента.

6.1. Хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном роговичном астигматизме

Выполнение ФЭК с имплантацией тИОЛ не во всех случаях может позволить достичь максимального рефракционного результата у пациентов с катарактой после СКП: при регулярном суммарном РА более -12,0 дптр, включающем РАПП и РАЗП роговичного трансплантата, и иррегулярной форме РА. Это связано с ограничением торического компонента выпускаемых тИОЛ до 12,0 дптр фирмами-производителями и неэффективностью применения тИОЛ при иррегулярной форме РА. В связи с этим были разработаны комбинированные хирургические методы коррекции.

Для оценки эффективности и безопасности хирургических методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном роговичном астигматизме необходимо было провести анализ клинико-функциональных результатов в зависимости от величины и формы корригируемого роговичного астигматизма.

Для этого были выполнены:

- анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой комбинированным способом при регулярном роговичном астигматизме более -12,0 дптр и иррегулярном РА по типу «галстук-бабочка»;
- анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой комбинированным способом при иррегулярном роговичном астигматизме с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения.

6.1.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов

Коррекция ПА у пациентов с катарактой при регулярном суммарном РА более -12,0 дптр и иррегулярной форме РА была выполнена у 40 пациентов (40 глаз), которые составили 1-ю и 2-ю подгруппы ПВ группы. В зависимости от величины и формы РА применяли различные комбинированные методы коррекции ПА. В 1-ю подгруппу ПВ группы вошли 20 пациентов (20 глаз) с катарактой и регулярным суммарным РА более -12,0 дптр и иррегулярной формой РА по типу «галстук-бабочка». Этим пациентам выполняли комбинированный метод, заключающийся в имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ на I этапе хирургического лечения, затем через 3 мес. и позже проводили II этап – ФЭК с имплантацией тИОЛ. У пациентов 1-й подгруппы ПВ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 6 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 3, центрального рубца роговицы – на 4, помутнения роговицы после язвы – на 4, кератоконуса IV стадии – на 2, вторичной кератэктазии – на 1 глазу.

Во 2-ю подгруппу ПВ группы вошли 20 пациентов (20 глаз) с катарактой и иррегулярным РА с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения. Этим пациентам также выполняли комбинированный метод, заключающийся в имплантации ИК на I этапе хирургического лечения, затем через 12 мес. и позже проводили II этап – ФЭК с имплантацией ИОЛ. У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 4 глаз, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 2, центрального рубца роговицы – на 5, помутнения роговицы после язвы – на 5, кератоконуса IV стадии – на 3, вторичной кератэктазии – на 1 глазу.

Критерии включения пациентов после СКП с катарактой для проведения комбинированного способа коррекции ПА, заключающегося в

выполнении на I этапе имплантации ИРС с применением ФСЛ, на II этапе – ФЭК+тИОЛ (1-я подгруппа IIВ группы) являлись:

- регулярный суммарный РА более -12,0 дптр;
- иррегулярный РА по типу «галстук-бабочка»;
- отсутствие помутнения роговичного трансплантата;
- диаметр роговичного трансплантата не менее 7,5 мм;
- ПЭК роговичного трансплантата ≥ 1800 кл/мм².

Критерии включения пациентов после СКП с катарактой для проведения комбинированного способа коррекции ПА, заключающегося в выполнении на I этапе имплантации ИК с применением ФСЛ, на II этапе – ФЭК+ИОЛ (2-я подгруппа IIВ группы) являлись:

- иррегулярный РА с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения;
- отсутствие помутнения роговичного трансплантата;
- диаметр роговичного трансплантата не менее 7,5 мм;
- ПЭК роговичного трансплантата ≥ 1800 кл/мм².

Критериями исключения пациентов после СКП с катарактой для проведения комбинированных способов коррекции ПА являлись:

- помутнение роговичного трансплантата;
- диаметр роговичного трансплантата менее 7,5 мм;
- ПЭК роговичного трансплантата < 1800 кл/мм²;
- повышенное внутриглазное давление;
- воспалительные заболевания глаз в стадии обострения;
- общесоматические заболевания в стадии декомпенсации.

ИОЛ МИОЛ 2 (Репер НН, Россия) – заднекамерная, сферическая, бесцветная, мягкая ИОЛ, общая длина линзы – 12,0 мм, выполнена из гидрофобного акрила, монолитная. Гаптическая часть ИОЛ имеет L-форму, без ангуляции. Оптическая сила ИОЛ – от + 0 до + 40 дптр с шагом 0,5 дптр, А-константа – 118,4 (Рисунок 30).



Рисунок 30 – ИОЛ МИОЛ 2 (Репер НН, Россия)

Характеристика пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы представлена в Таблице 68.

Таблица 68 – Характеристика клинического материала пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы, n=40

Параметры	1-я подгруппа ПВ группы n=20 (4,56%)	2-я подгруппа ПВ группы n=20 (4,56%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	12 (2,74%)	9 (2,1%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	8 (1,82%)	11 (2,46%)
Возраст пациентов, лет	59±15 лет (36-72 лет)	55±12 лет (35-69 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,11±0,34 мм (7,5-8,5 мм)	8,10±0,36 мм (7,5-8,5 мм)

Плотность ядра хрусталика по классификации Buratto L. (1999) [10] у пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы соответствовала I степени: у 10 пациентов 1-й подгруппы, у 8 пациентов 2-й подгруппы, II степени – у 6 и 9 пациентов, III степени – у 4 и 3 пациентов соответственно. У всех пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы были мягкие ядра хрусталиков, не превышающие III степень плотности.

Клинико-функциональные показатели у пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы представлены в Таблице 69.

Таблица 69 – Клинико-функциональные показатели у пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы до операции ($M \pm \sigma$, $n=40$)

Параметры	1-я подгруппа ПВ группы - I этап – имплантация ИРС; - II этап – ФЭК+тИОЛ, $n=20$	2-я подгруппа ПВ группы - I этап – имплантация ИК; - II этап – ФЭК+ИОЛ, $n=20$
НКОЗ	$0,03 \pm 0,01$ (от 0,02 до 0,05)	$0,04 \pm 0,02$ (от 0,02 до 0,06)
КОЗ	$0,08 \pm 0,01$ (от 0,01 до 0,3)	$0,06 \pm 0,01$ (от 0,01 до 0,2)
Sph, дптр	не измерить	не измерить
Cyl, дптр	не измерить	не измерить
РАПП, дптр	$-11,4 \pm 5,5$ (от -5,47 до -18,68)	$-11,1 \pm 5,0$ (от -6,1 до -16,8)
Кср передней поверхности, дптр (кератотопограф TMS-5)	$45,6 \pm 5,1$ (от 36,74 до 48,67)	$46,8 \pm 2,4$ (от 40,25 до 48,52)
ПЗО, мм	$24,45 \pm 2,21$ (от 21,8 до 26,33)	$23,9 \pm 2,84$ (от 21,5 до 27,5)
Глубина передней камеры, мм	$3,1 \pm 0,5$ (от 2,6 до 3,74)	$3,3 \pm 0,4$ (от 2,9 до 3,53)
Толщина хрусталика, мм	$4,22 \pm 0,37$ (от 3,9 до 5,1)	$4,19 \pm 0,42$ (от 3,7 до 4,8)
ВГД, мм рт.ст.	$15,1 \pm 4,4$ (от 13 до 19)	$18,2 \pm 2,4$ (от 14 до 20)
ПЭК, кл/мм ²	2086 ± 225 (от 1856 до 2315)	2096 ± 285 (от 1812 до 2375)
Поток белка во влаге передней камеры, ф/мс	$2,58 \pm 0,42$ (от 2,11 до 3,02)	$1,62 \pm 0,38$ (от 1,28 до 1,98)
Количество клеток во влаге передней камеры, кл/мм ³	$1,32 \pm 0,33$ (от 1,02 до 1,69)	$1,42 \pm 0,31$ (от 1,11 до 1,73)

Из Таблицы 69 видно, что исходная острота зрения у пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы достаточно низкая из-за наличия у них катаракты и ПА. Sph и Cyl не получилось измерить из-за катаракты, а также регулярного

РАПП высокой степени и иррегулярного РА. По данным величины ПЗО, в основном 1-ю и 2-ю подгруппы ПВ группы составляли пациенты со слабой миопической и эметропической рефракциями. Значение ВГД, измеренное методом пневмотонометрии, соответствовало норме. При проведении лазерной тиндалеметрии поток белка и количества клеток во влаге передней камеры также соответствовали нормальным значениям. При биомикроскопии роговичный трансплантат у всех пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы был прозрачный.

Учитывая статистически сопоставимые показатели среднего значения РАЗП роговичного трансплантата по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) и ОКТ роговицы (CASIA 2) ($p > 0,05$) и Кср задней поверхности роговичного трансплантата по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) и ОКТ роговицы (CASIA 2) ($p > 0,05$), полученные в ходе ретро- и проспективных исследований у пациентов ПА и ПВ групп, измерения этих показателей у пациентов ПВ группы проводились на ОКТ роговицы (CASIA 2). В 1-й подгруппе ПВ группы РАЗП роговичного трансплантата составил в среднем $-1,88 \pm 0,75$ дптр, во 2-й подгруппе ПВ группы – $-1,63 \pm 1,26$ дптр. Среднее значение РАЗП роговичного трансплантата у пациентов 1-й и 2-й подгрупп ПВ группы также как у пациентов ПА и ПВ групп было значительно выше его физиологического значения, что требовало его учета при расчете торического компонента тИОЛ у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы.

Значение кератотопографических индексов SRI и SAI составили у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы $1,41 \pm 0,24$ и $2,12 \pm 0,28$, у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы – $1,57 \pm 0,34$ и $3,0 \pm 1,48$ соответственно.

У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы провели денситометрию роговичного трансплантата и роговицы реципиента для оценки их оптической плотности в связи с наличием участков истончений роговицы реципиента по краю посткератопластического рубца, связанной с исходной патологией роговицы, по поводу которой была выполнена СКП в анамнезе.

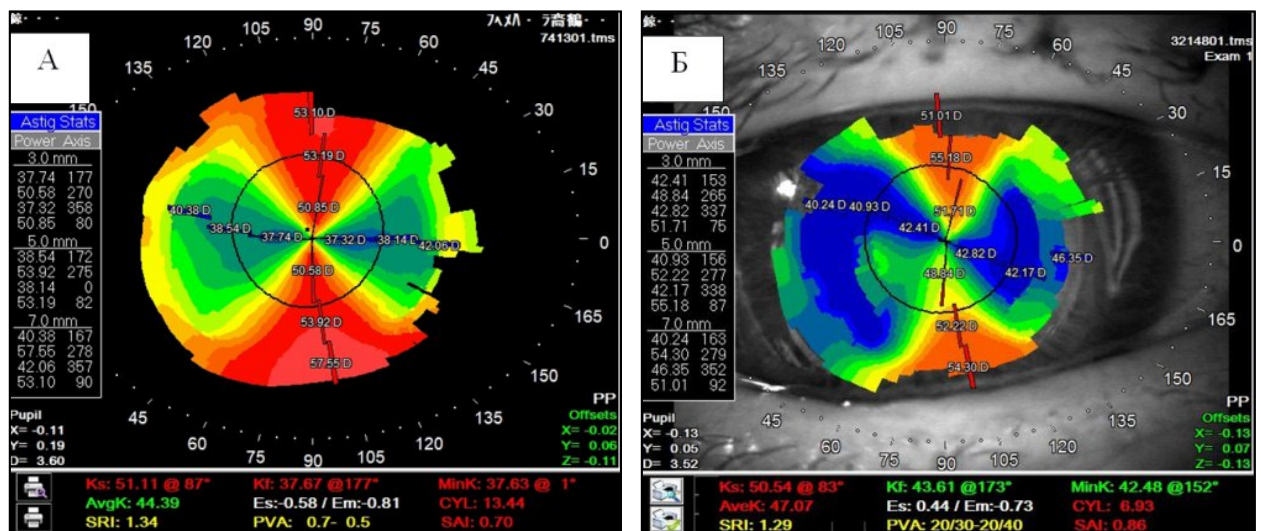
Среднее значение TOD роговичного трансплантата составило $20,9 \pm 2,1$ усл. ед., LOD участка роговичного трансплантата, граничащего с истонченной зоной роговицы реципиента – $14,6 \pm 1,3$ усл. ед., оптической плотности по зонам роговичного трансплантата и роговицы реципиента, начиная от центра роговичного трансплантата к периферии, составило: 0-2 мм – $17,3 \pm 1,6$ усл. ед., 2-6 мм – $19,0 \pm 2,1$ усл. ед., 6-10 мм – $22,9 \pm 2,3$ усл. ед. и 10-12 мм зона – $25,4 \pm 9,4$ усл. ед. По данным ОКТ роговицы (CASIA 2), у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы отсутствовали диастазы в проекции посткератопластического рубца.

6.1.2. Характеристика хирургических методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном астигматизме

Коррекцию регулярного суммарного РА более -12 дптр и иррегулярной формы РА осуществляли комбинированными хирургическими методами, состоящими из двух этапов. Коррекция регулярного суммарного РА более -12,0 дптр и иррегулярной формы РА была выполнена у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы комбинированным методом, заключающимся в имплантации двух ИРС с длиной дуги 90° в роговичный трансплантат с применением ФСЛ по стандартной технологии (см. раздел 2.8) на I этапе хирургического лечения, затем через 3 мес. (после стабилизации клинико-функциональных показателей) и позже проводился II этап – ФЭК с имплантацией тИОЛ. Применение на I этапе хирургического лечения имплантации двух ИРС с длиной дуги именно 90° подтверждалось максимальной величиной коррекции РА, рассчитанной по разработанным формулам (при имплантации двух ИРС с длиной дуги 90° корригируется до -8,7 дптр РА).

Выполнение на I этапе имплантации ИРС, а не ФЭК, объясняется необходимостью снижения значения регулярного суммарного РА ниже -12,0 для возможности последующей его докоррекции за счет имплантации тИОЛ

во время ФЭК или при иррегулярном роговичном астигматизме по типу «галстук-бабочка» – с целью повышения регулярности и сферичности роговичного трансплантата с одновременным снижением значения суммарного РА, который может быть докорректирован имплантацией тИОЛ RayOne Toric RAO610T (Rayner, United Kingdom). Расчет тИОЛ проводили в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator по выбранному наиболее предсказуемому методу (см. раздел 5.2) (Рисунок 31).



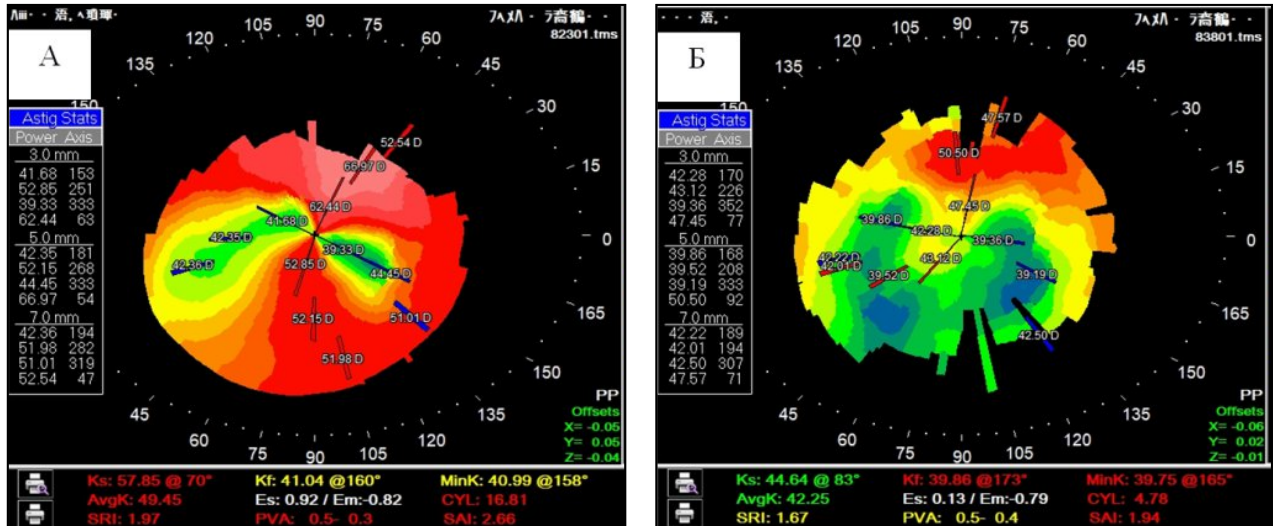
А – до операции;

Б – через 3 мес. после имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера. Отмечается снижение роговичного астигматизма на 6,51 дптр

Рисунок 31 – Кератотопограмма пациента Н. с регулярным посткератопластическим астигматизмом высокой степени

Коррекцию ПА у пациентов с катарактой при иррегулярном РА с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения выполняли у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы комбинированным хирургическим методом, состоящим из двух этапов. На I этапе хирургического лечения выполняли имплантацию ИК в роговичный трансплантат по оптимизированной

технологии с применением ФСЛ (см. раздел 2.7), затем через 12 мес. (после стабилизации клинико-функциональных показателей) и позже проводили II этап – ФЭК с имплантацией ИОЛ (Рисунок 32).



А – до операции;

Б – через 12 мес. после имплантации интрастромального кольца. Отмечается снижение роговичного астигматизма на 12,03 дптр, а также кератотопографических индексов SRI и SAI

Рисунок 32 – Кератотопограмма пациента П. с иррегулярным посткератопластическим астигматизмом высокой степени и искривлением главных меридианов

Импантировали ИК диаметром 5,0 мм из-за невозможности центрации колец большего диаметра в роговичном трансплантате в связи с попаданием его края на посткератопластический рубец или расположение края ИК у входного разреза. Применение на I этапе хирургического лечения имплантации ИК объясняется необходимостью повышения регулярности и сферичности роговичного трансплантата с одновременным снижением значения суммарного РА с целью повышения рефракционного результата на II этапе хирургического лечения при выполнении ФЭК с имплантацией ИОЛ (МИОЛ 2). Расчет ИОЛ проводили в онлайн-калькуляторе Barrett True K

Calculator в разделе для пациентов, перенесших в анамнезе рефракционно-лазерную коррекцию.

6.1.3. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой комбинированным методом при высоком регулярном и иррегулярном роговичном астигматизме

Клинико-функциональные результаты I этапа (имплантации ИРС в роговичный трансплантат) комбинированного лечения представлены в Таблице 70.

Таблица 70 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы до имплантации на I этапе интрастромальных роговичных сегментов, через 1, 3 и 6 мес. после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	Через 1 мес.	p	Через 3-6 мес.	p
НКОЗ	$0,03 \pm 0,01$	$0,17 \pm 0,13$	0,0315	$0,19 \pm 0,14$	0,0336
КОЗ	$0,08 \pm 0,11$	$0,34 \pm 0,27$	0,0386	$0,37 \pm 0,28$	0,0314
РАПП, дптр	$-11,4 \pm 5,5$	$-3,9 \pm 2,1$	0,0126	$-3,6 \pm 2,0$	0,0144
РАЗП, дптр	$-1,88 \pm 0,75$	$-1,05 \pm 0,55$	0,0149	$-0,9 \pm 0,53$	0,0112
SRI	$1,41 \pm 0,24$	$1,18 \pm 0,18$	0,0146	$1,15 \pm 0,17$	0,0154
SAI	$2,12 \pm 0,28$	$1,33 \pm 0,20$	0,0174	$1,22 \pm 0,19$	0,0166
Кср, дптр	$45,6 \pm 5,1$	$44,2 \pm 4,20$	0,0356	$43,9 \pm 4,1$	0,0336

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационными данными

На I этапе лечения через 1 мес. после имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ среднее значение НКОЗ повысилось на $0,14 \pm 0,12$ ($p=0,0315$), затем к 3 мес. увеличилось еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0374$). Через 1 мес. после операции КОЗ повысилась на $0,26 \pm 0,16$ ($p=0,0386$), затем к

3 мес. увеличилась еще на $0,03 \pm 0,01$ ($p=0,0316$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. Стабилизация остроты зрения наступила к 3 мес. после операции. КЭф составил $2,4 \pm 0,07$.

По данным компьютерной кератотопографии на аппарате TMS-5, через 1 мес. после операции среднее значение РАПП роговичного трансплантата снизилось на $-7,5 \pm 3,4$ дптр ($p=0,0126$), затем к 3 мес. после операции понизилось еще на $-0,3 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0163$). Через 1 мес. после операции среднее значение РАЗП роговичного трансплантата по данным ОКТ роговицы (CASIA 2), снизилось на $-0,83 \pm 0,2$ дптр ($p=0,0149$), затем к 3 мес. уменьшилось еще на $0,15 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0184$). Значения РА обеих поверхностей роговичного трансплантата больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. Стабилизация РА обеих поверхностей роговичного трансплантата наступила к 3 мес. после операции.

По данным компьютерной кератотопографии (TMS-5), через 1 мес. после операции среднее значение индекса SRI уменьшилось на $0,23 \pm 0,06$ ($p=0,0146$), индекса SAI – на $0,79 \pm 0,08$ ($p=0,0174$). Затем к 3 мес. после операции SRI снизился еще на $0,03 \pm 0,01$ ($p=0,0141$), индекс SAI – на $0,11 \pm 0,01$ ($p=0,0172$). Значения кератотопографических индексов SRI и SAI больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. Стабилизация кератотопографических индексов наступила к 3 мес. после операции.

Через 1 мес. после операции среднее значение Кср передней поверхности роговичного трансплантата снизилось на $1,4 \pm 0,9$ дптр ($p=0,0356$), затем к 3 мес. после операции понизилось еще на $0,3 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0361$). Значение Кср больше не менялось в течение 6 мес. наблюдения. Стабилизация Кср наступила к 3 мес. после операции.

Для оценки безопасности проведенных операций у всех пациентов 1-й подгруппы ПВ группы на следующий день после имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ были выполнены: подсчет ПЭК с помощью эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с

подсчетом потока белка и количества клеток во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы после I этапа хирургического лечения отсутствовали. Результаты лазерной тиндалеметрии представлены в Таблице 71.

Таблица 71 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы до имплантации на I этапе интрастромальных роговичных сегментов, на 1-е сутки и через 1 мес. после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	На 1-е сутки	p	Через 1 мес.	p
Поток белка, ф/мс	$2,58 \pm 0,42$	$3,32 \pm 0,74$	0,0177	$2,51 \pm 0,40$	0,3122
Количество клеток, кл/мм ³	$1,32 \pm 0,33$	$1,86 \pm 0,53$	0,0135	$1,28 \pm 0,30$	0,3695

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационными данными

Поток белка в передней камере увеличился на следующий день после имплантации ИРС в роговичный трансплантат в среднем на $0,74 \pm 0,32$ ф/мс ($p=0,0177$), количество клеток во влаге передней камеры – на $0,54 \pm 0,20$ кл/мм³ ($p=0,0135$), что укладывалось в границы нормальных значений. При обследовании пациентов через 1 мес. после операции показатели потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения.

Коэффициент безопасности составил $4,6 \pm 0,05$, что свидетельствует об отсутствии потери строк КОЗ после операции. Стабилизация зрительных функций после имплантации ИРС с применением ФСЛ наступила к 3 мес. после операции.

Плотность эндотелиальных клеток у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы до имплантации ИРС составила 2086 ± 225 кл/мм², через 3 мес. – 2067 ± 217 ($p=0,0222$) и через 6 мес. после операции – 2048 ± 212 кл/мм² ($p=0,0253$). Потеря ПЭК через 6 мес. после операции составила 1,8% ($p=0,0253$), что не превышало физиологическую потерю ПЭК после СКП за полгода по данным литературы [27, 34].

У пациентов 1-й подгруппы ПВ группы после выполнения на I этапе лечения имплантации ИРС с применением ФСЛ в роговичный трансплантат были созданы условия для II этапа – ФЭК с имплантацией тИОЛ. У всех пациентов не только значительно снизились значения РАПП и РАЗП роговичного трансплантата, что позволяло докорректировать их на II этапе имплантацией тИОЛ, а также улучшились его сферичность и регулярность, что подтверждалось уменьшением кератотопографических индексов, и позволяло получить высокий рефракционный результат после II этапа комбинированного лечения. Безопасность имплантации ИРС с применением ФСЛ на I этапе лечения у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы подтверждалась средним значением коэффициента безопасности более 1,0, результатами лазерной тиндалеметрии, отсутствием потери ПЭК выше 1,8% через 6 мес. после операции, а также интра- и послеоперационных осложнений.

Через 3-6 мес. после I этапа лечения всем пациентам 1-й подгруппы ПВ группы был выполнен II этап – ФЭК с имплантацией тИОЛ, результаты которого представлены в Таблице 72.

Таблица 72 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов 1 подгруппы IIВ группы до выполнения на II этапе фактоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы и в различные сроки после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	1-е сутки	p	Через 1 мес.	p	Через 3-12 мес.	p
НКОЗ	$0,19 \pm 0,14$	$0,38 \pm 0,13$	0,0136	$0,41 \pm 0,14$	0,0152	$0,43 \pm 0,15$	0,0163
КОЗ	$0,37 \pm 0,28$	$0,59 \pm 0,15$	0,0165	$0,64 \pm 0,12$	0,0125	$0,66 \pm 0,11$	0,0142
Sph, дптр	$0,87 \pm 5,2$	$0,66 \pm 1,1$	0,0322	$0,18 \pm 1,2$	0,0336	$0,2 \pm 1,2$	0,0314
Cyl, дптр	$-3,31 \pm 1,9$	$-1,41 \pm 0,6$	0,0284	$-1,17 \pm 0,5$	0,0214	$-1,15 \pm 0,4$	0,0292
РАПП, дптр	$-3,6 \pm 2,0$	$-3,3 \pm 1,9$	0,0264	$-3,1 \pm 1,8$	0,0221	$-3,0 \pm 1,8$	0,0262
Угол ротации тИОЛ, °	-	$2,41 \pm 0,95$	0,0012	$3,12 \pm 1,29$	0,0049	$3,36 \pm 1,38$	0,0055

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

На следующий день после ФЭК с имплантацией тИОЛ среднее значение НКОЗ повысилось на $0,19 \pm 0,03$ ($p=0,0136$), затем к 1 мес. увеличилось еще на $0,03 \pm 0,01$ ($p=0,0152$) и к 3 мес. повысилось еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0182$). На следующий день после операции среднее значение КОЗ повысилось на $0,22 \pm 0,13$ ($p=0,0165$), затем к 1 мес. увеличилось еще на $0,05 \pm 0,03$ ($p=0,0134$) и к 3 мес. повысилось еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0161$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. Стабилизация остроты зрения наступила к 3 мес. после операции. КЭф составил $1,2 \pm 0,07$.

При осмотре глазного дна у пациентов 1-й подгруппы IIВ группы после ФЭК с имплантацией тИОЛ обнаружена сопутствующая ретиальная патология, снижающая остроту зрения. На 4 глазах диагностирована сопутствующая патология глазного дна: сухая форма возрастной макулодистрофии на 2 глазах, частичная атрофия зрительного нерва – на 1 и центральная хориоретинальная дистрофия сетчатки – также на 1 глазу.

На следующий день после операции среднее значение Sph повысилось на $0,21 \pm 4,1$ дптр ($p=0,0322$), затем к 1 мес. увеличилось на $0,48 \pm 0,01$ дптр ($p=0,0368$) и через 3 мес. после операции повысилось еще на $0,02 \pm 0,01$ дптр ($p=0,0136$). На следующий день после операции среднее значение Cyl снизилось на $-1,9 \pm 1,3$ дптр ($p=0,0284$), затем к 1 мес. понизилось еще на $-0,24 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0224$) и через 3 мес. после операции уменьшилось еще на $-0,02 \pm 0,01$ дптр ($p=0,0244$). Среднее значение РАПП роговичного трансплантата уменьшилось на следующий день после операции на $-0,3 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0264$), затем к 1 мес. понизилось еще на $-0,2 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0285$) и через 3 мес. после операции уменьшилось еще на $-0,1 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0211$). Значения Sph, Cyl и РАПП роговичного трансплантата больше не менялись в течение 12 мес. наблюдения. Стабилизация рефракции наступила к 3 мес. после операции.

У всех пациентов определялась ротационная стабильность тИОЛ после операции. Угол ротации тИОЛ на следующий день после операции составил в среднем $2,41 \pm 0,95^\circ$, через 1 мес. он увеличился на $0,71 \pm 0,34^\circ$ ($p=0,0249$) и к 3 мес. наблюдения повысился еще на $0,24 \pm 0,09^\circ$ ($p=0,0333$) и больше не менялся. Ротация тИОЛ была отмечена в среднем в течение 3 мес. после операции. У всех пациентов угол ротации тИОЛ в течение всего периода наблюдения после ФЭК не превышал 5° , т.е. не оказывал влияния на рефракционный результат выполненных операций.

Для оценки безопасности проведенных операций у всех пациентов 1-й подгруппы ПВ группы на следующий день после ФЭК с имплантацией тИОЛ были выполнены: подсчет ПЭК с помощью эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с подсчетом потока белка и количества клеток во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы после II этапа хирургического лечения отсутствовали. Результаты лазерной тиндалеметрии представлены в Таблице 73.

Таблица 73 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы до выполнения на II этапе факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, на 1-е сутки и через 1 мес. после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	На 1-е сутки	p	Через 1 мес.	p
Поток белка, ф/мс	$2,62 \pm 0,64$	$15,1 \pm 3,1$	0,0122	$2,54 \pm 0,59$	0,2452
Количество клеток, кл/мм ³	$1,35 \pm 0,28$	$10,6 \pm 2,8$	0,0112	$1,37 \pm 0,35$	0,2665

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

Поток белка в передней камере на следующий день после ФЭК увеличился в среднем на $12,48 \pm 2,46$ ф/мс ($p=0,0122$), количество клеток во влаге передней камеры – на $9,25 \pm 2,52$ кл/мм³ ($p=0,0112$). Сопоставимое повышение потока белка и количества клеток во влаге передней камере на следующий день после ФЭК и соответствие их значений дооперационным при измерении через 1 мес. отмечаются и другими авторами при хирургии неосложненной катаракты [36, 55].

При обследовании пациентов через 1 мес. после ФЭК с имплантацией тИОЛ показатели потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения.

Коэффициент безопасности составил $1,8 \pm 0,06$, что свидетельствует об отсутствии потери строк КОЗ после операции. Стабилизация зрительных функций после ФЭК с имплантацией тИОЛ наступила к 3 мес. после операции.

Плотность эндотелиальных клеток у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы до выполнения на II этапе факоэмульсификации катаракты с имплантацией тИОЛ составила 2048 ± 212 кл/мм². Потеря ПЭК через 3 мес.

после операции составила 8,9% (1865 ± 217 кл/мм², $p=0,0285$), через 6 мес. – 1848 ± 205 ($p=0,0236$), через 12 мес. – 11,0% (1822 ± 192 кл/мм², $p=0,0274$).

Безопасность ФЭК с имплантацией тИОЛ на II этапе лечения у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы подтверждалась средним значением коэффициента безопасности более 1,0, результатами лазерной тиндалеметрии, отсутствием потери ПЭК выше 11,0% через 12 мес. после операции, а также интра- и послеоперационных осложнений.

У пациентов 1-й подгруппы ПВ группы с катарактой после СКП с регулярным суммарным РА более 12 дптр и иррегулярным РА по типу «галстук-бабочка» выполнение комбинированного способа коррекции ПА с проведением на I этапе имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ обеспечило снижение значений РАПП и РАЗП роговичного трансплантата, повышение его регулярности и сферичности, т.е. создало наиболее благоприятные условия для эффективной докоррекции остаточного суммарного РА во время ФЭК с имплантацией тИОЛ и получение высокого рефракционного результата.

6.1.4. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой комбинированным методом при иррегулярном роговичном астигматизме с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения

Клинико-функциональные результаты I этапа (имплантации ИК в роговичный трансплантат) комбинированного лечения представлены в Таблице 74.

Таблица 74 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы до имплантации на I этапе интрастромального кольца и в различные сроки после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	Через 1 мес.	p	Через 3 мес.	p	Через 6 мес.	p	Через 12-15 мес.	p
НКОЗ	0,04±0,02	0,05±0,02	0,0314	0,08±0,02	0,0345	0,09±0,02	0,0332	0,11±0,02	0,0363
КОЗ	0,06±0,01	0,08±0,02	0,0396	0,1±0,02	0,0345	0,12±0,03	0,0365	0,16±0,03	0,0334
РАПП, дптр	-11,1±5,0	-5,4±2,0	0,0252	-4,9±1,8	0,0225	-4,6±1,7	0,0212	-4,2±1,6	0,0263
РАЗП, дптр	-1,63±1,26	-1,19±0,63	0,0354	-1,16±0,62	0,0336	-1,14±0,61	0,0396	-1,1±0,6	0,0345
SRI	1,57±0,34	1,14±0,20	0,0155	1,10±0,18	0,0115	1,07±0,17	0,0166	1,03±0,15	0,0142
SAI	3,01±1,47	1,77±0,40	0,0136	1,74±0,38	0,0144	1,71±0,37	0,0163	1,66±0,35	0,0145
Кср, дптр	45,8±2,4	37,9±3,3	0,0332	38,5±3,5	0,0366	38,9±3,7	0,0341	39,4±3,9	0,0354

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

Через 1 мес. после имплантации ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ среднее значение НКОЗ повысилось на $0,01 \pm 0,01$ ($p=0,0314$), затем к 6 мес. увеличилось еще на $0,04 \pm 0,01$ ($p=0,0358$) и к 12 мес. повысилось еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0385$). Через 1 мес. после операции среднее значение КОЗ повысилось на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0396$), затем к 6 мес. увеличилось еще на $0,04 \pm 0,01$ ($p=0,0322$) и к 12 мес. повысилось еще на $0,04 \pm 0,01$ ($p=0,0366$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись. Стабилизация остроты зрения наступила к 12 мес. после операции. КЭф составил $1,8 \pm 0,02$.

По данным компьютерной кератотопографии (TMS-5), через 1 мес. после операции среднее значение РАПП роговичного трансплантата снизилось на $-5,7 \pm 3,0$ дптр ($p=0,0252$), затем к 6 мес. после операции понизилось еще на $-0,8 \pm 0,3$ дптр ($p=0,0263$) и через 12 мес. после операции уменьшилось еще на $-0,4 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0263$). Через 1 мес. после операции среднее значение РАЗП роговичного трансплантата по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) снизилось на $-0,44 \pm 0,37$ дптр ($p=0,0354$), затем к 6 мес. уменьшилось еще на $-0,05 \pm 0,02$ дптр ($p=0,0343$) и к 12 мес. после операции понизилось еще $-0,04 \pm 0,01$ дптр ($p=0,0355$). Значения РА обеих поверхностей роговичного трансплантата больше не менялись. Стабилизация РА обеих поверхностей роговичного трансплантата наступила к 12 мес. после операции.

Через 1 мес. после операции среднее значение индекса SRI уменьшилось на $0,43 \pm 0,14$ ($p=0,0155$), индекса SAI – на $1,23 \pm 1,08$ ($p=0,0136$). Затем к 6 мес. после операции среднее значение индекса SRI снизилось еще на $0,07 \pm 0,03$ ($p=0,0177$), индекса SAI – на $0,06 \pm 0,03$ ($p=0,0192$). Через 12 мес. после операции среднее значение индекса SRI снизилось еще на $0,04 \pm 0,02$ ($p=0,0146$), индекса SAI – на $0,05 \pm 0,02$ ($p=0,0132$). Значения кератотопографических индексов SRI и SAI больше не менялись. Стабилизация кератотопографических индексов наступила к 12 мес. после операции.

Через 1 мес. после операции среднее значение кератометрии передней поверхности роговичного трансплантата снизилось на $8,9 \pm 1,1$ дптр ($p=0,0332$), затем к 6 мес. после операции увеличилось на $1,0 \pm 0,4$ дптр ($p=0,0385$) и через 12 мес. после операции повысилось еще на $0,5 \pm 0,2$ дптр ($p=0,0335$). Значение $K_{ср}$ больше не менялось. Стабилизация $K_{ср}$ наступила к 12 мес. после операции.

У всех пациентов была выполнена денситометрия для оценки изменения оптической плотности роговичного трансплантата после имплантации в него ИК с применением ФСЛ. Через 12 мес. после операции среднее значение оптической плотности роговичного трансплантата в центральной оптической 2-мм зоне увеличилось на 7,5% ($p=0,0221$), от 2- до 6-мм зоне – на 15,8% ($p=0,0263$), от 6- до 10-мм зоне – на 8,3% ($p=0,0258$), в 10-12-мм зоне – снизилось на 1,2% ($p=0,2259$), TOD роговичного трансплантата повысилась на 8,6% ($p=0,0233$), LOD – на 36,3% ($p=0,0205$) (Рисунок 33).

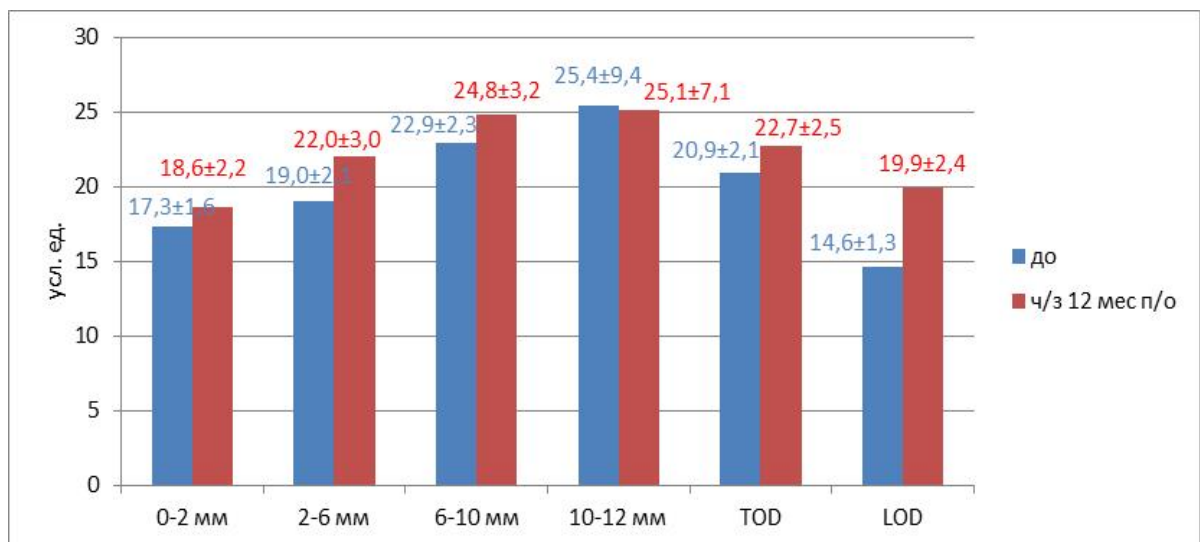


Рисунок 33 – Изменение оптической плотности роговичного трансплантата у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы до имплантации на I этапе интрастромального кольца и в различные сроки после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Из Рисунка 33 следует, что через 12 мес. после операции увеличились TOD, LOD роговичного трансплантата и оптическая плотность всех его участков за счет создания в нем после имплантации ИК дополнительного «каркаса жесткости». Наибольшее увеличение было LOD роговичного трансплантата. Это могло быть связано с увеличением и перераспределением после операции оптической плотности всего роговичного трансплантата за счет имплантации цельного ИК для достижения более сопоставимого значения во всех его участках. Указанное привело к максимальному увеличению его оптической плотности в участке с минимальным значением, то есть граничащим с истонченной зоной роговицы реципиента. При этом оптическая плотность роговицы реципиента не изменилась после операции из-за посткератопластического рубца, ограничивающего ее повышение за пределами роговичного трансплантата. Больше увеличение после имплантации ИК оптической плотности роговичного трансплантата именно в тех его участках, где она минимальная, сопровождалось большим снижением индексов SRI и SAI и РАПП роговичного трансплантата в среднем на -6,9 дптр через 12 мес. после операции по сравнению с максимальным его снижением в норме не более -4,5 дптр.

Для оценки безопасности проведенных операций у всех пациентов 2-й подгруппы ПВ группы на следующий день после имплантации ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ были выполнены: подсчет ПЭК с помощью эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с подсчетом потока белка и количества клеток во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы после I этапа хирургического лечения отсутствовали. Результаты лазерной тиндалеметрии представлены в Таблице 75.

Таблица 75 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы до имплантации на I этапе интрастромального кольца, на 1-е сутки и через 1 мес. после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	На 1-е сутки	p	Через 1 мес.	p
Поток белка, ф/мс	$1,62 \pm 0,38$	$3,2 \pm 0,76$	0,0212	$1,56 \pm 0,35$	0,2528
Количество клеток, кл/мм ³	$1,42 \pm 0,31$	$2,05 \pm 0,52$	0,0252	$1,34 \pm 0,28$	0,2265

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различия среднего значения показателя в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

Поток белка в передней камере на следующий день после имплантации ИК в роговичный трансплантат увеличился в среднем на $1,58 \pm 0,38$ ф/мс ($p=0,0212$), количество клеток во влаге передней камеры – на $0,63 \pm 0,21$ кл/мм³ ($p=0,0252$), что укладывалось в границы нормальных значений. При обследовании пациентов через 1 мес. после операции показатели количества клеток и потока белка во влаге передней камеры у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения.

Коэффициент безопасности составил $2,7 \pm 0,1$, что свидетельствует об отсутствии потери строк КОЗ после операции. Стабилизация зрительных функций после имплантации ИК с применением ФСЛ наступила к 12 мес. после операции.

Плотность эндотелиальных клеток у пациентов 2 подгруппы ПВ группы до имплантации на I этапе ИК составила 2096 ± 285 кл/мм², через 3 мес. – 2081 ± 267 ($p=0,0352$), через 6 мес. – 2070 ± 258 ($p=0,0332$), через 12 мес. – 2048 ± 245 кл/мм² ($p=0,0356$). Потер ПЭК через 12 мес. После операции составила 2,4%.

У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы на I этапе лечения после имплантации ИК с применением ФСЛ в роговичный трансплантат значительно снизились значения РАПП и РАЗП роговичного трансплантата, также улучшились его сферичность и регулярность, подтверждающиеся уменьшением кератотопографических индексов, что создало условия для повышения рефракционного результата на II этапе лечения. Безопасность имплантации ИК с применением ФСЛ на I этапе лечения у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы подтверждалась средним значением коэффициента безопасности более 1,0, результатами лазерной тиндалеметрии, отсутствием потери ПЭК выше 2,4% через 12 мес. после операции, а также интра- и послеоперационных осложнений.

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, результаты которой представлены в Таблице 76.

На следующий день после ФЭК с имплантацией ИОЛ среднее значение НКОЗ повысилось на $0,08 \pm 0,05$ ($p=0,0188$), затем к 1 мес. увеличилось еще на $0,03 \pm 0,01$ ($p=0,0152$) и к 3 мес. повысилась еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0191$). На следующий день после операции среднее значение КОЗ повысилось на $0,30 \pm 0,03$ ($p=0,0114$), затем к 1 мес. увеличилось еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0182$) и к 3 мес. повысилось еще на $0,02 \pm 0,01$ ($p=0,0115$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 12 мес. наблюдения. Стабилизация остроты зрения наступила к 3 мес. после операции. КЭф составил $1,4 \pm 0,06$.

Таблица 76 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы до выполнения на II этапе факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы и в различные сроки после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	1-е сутки	p	Через 1 мес.	p	Через 3-12 мес.	p
НКОЗ	$0,11 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,11$	0,0188	$0,21 \pm 0,12$	0,0122	$0,23 \pm 0,13$	0,0163
КОЗ	$0,16 \pm 0,03$	$0,46 \pm 0,06$	0,0114	$0,48 \pm 0,06$	0,0122	$0,50 \pm 0,07$	0,0156
Sph, дптр	$1,41 \pm 4,24$	$1,93 \pm 0,49$	0,0393	$1,64 \pm 0,39$	0,0366	$1,58 \pm 0,35$	0,0345
Cyl, дптр	$-3,36 \pm 1,0$	$-2,61 \pm 0,92$	0,0264	$-2,26 \pm 0,89$	0,0222	$-2,13 \pm 0,81$	0,0263
РАПП, дптр	$-4,2 \pm 1,6$	$-3,81 \pm 1,45$	0,0246	$-3,63 \pm 1,34$	0,0245	$-3,48 \pm 1,33$	0,0215

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

При осмотре глазного дна у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы после ФЭК с имплантацией ИОЛ обнаружена сопутствующая ретиальная патология. На 5 глазах диагностирована сухая форма возрастной макулодистрофии, на 2 – субатрофия зрительного нерва, на 1 глазу – эпилетинальный фиброз.

На следующий день после операции среднее значение Sph снизилось на $0,52 \pm 3,75$ дптр ($p=0,0393$), затем к 1 мес. повысилось на $0,29 \pm 0,10$ дптр ($p=0,0342$) и через 3 мес. после операции уменьшилось еще на $0,08 \pm 0,04$ дптр ($p=0,0193$). На следующий день после операции среднее значение Cyl снизилось на $-0,75 \pm 0,08$ дптр ($p=0,0264$), затем к 1 мес. понизилось еще на $-0,35 \pm 0,03$ дптр ($p=0,0212$) и через 3 мес. после операции уменьшилось еще на $-0,13 \pm 0,08$ дптр ($p=0,0233$). Среднее значение РАПП роговичного трансплантата уменьшилось на следующий день после операции на $-0,39 \pm 0,15$ дптр ($p=0,0246$), затем к 1 мес. понизилось еще на $-0,18 \pm 0,11$ дптр ($p=0,0284$) и через 3 мес. после операции уменьшилось еще на $-0,15 \pm 0,01$ дптр ($p=0,0266$). Sph, Cyl и РАПП роговичного трансплантата больше не

менялись в течение 12 мес. наблюдения. Стабилизация рефракции наступила к 3 мес. после операции.

При оценке безопасности проведенных операций у всех пациентов 2-й подгруппы ПВ группы на следующий день после ФЭК с имплантацией ИОЛ были выполнены: подсчет ПЭК при помощи эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с подсчетом количества клеток и потока белка во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы после II этапа хирургического лечения отсутствовали. Результаты лазерной тиндалеметрии представлены в Таблице 77.

Таблица 77 – Изменение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы до выполнения на II этапе фактоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, на 1-е сутки и через 1 мес. после операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Показатели	До операции	На 1-е сутки	p	Через 1 мес.	p
Поток белка, ф/мс	$1,55 \pm 0,32$	$15,9 \pm 3,2$	0,0164	$1,51 \pm 0,30$	0,2214
Количество клеток, кл/мм ³	$1,32 \pm 0,33$	$11,6 \pm 2,9$	0,0145	$1,28 \pm 0,31$	0,2332

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции по сравнению с дооперационным значением

На 1-е сутки после операции поток белка в передней камере увеличился в среднем на $14,35 \pm 2,88$ ф/мс ($p=0,0164$), количество клеток во влаге передней камеры – на $9,28 \pm 2,58$ кл/мм³ ($p=0,0145$). При обследовании пациентов через 1 мес. после ФЭК с имплантацией ИОЛ показатели потока белка и количества клеток во влаге передней камеры у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. Сопоставимое

повышение потока белка и количества клеток во влаге передней камере на следующий день после ФЭК и соответствие их значений дооперационным при измерении через 1 мес. отмечаются и другими авторами при хирургии неосложненной катаракты [36, 55].

Коэффициент безопасности составил $3,1 \pm 0,03$, что свидетельствует об отсутствии потери строк КОЗ после операции. Стабилизация зрительных функций после ФЭК с имплантацией ИОЛ наступила к 3 мес. после операции.

Плотность эндотелиальных клеток у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы до выполнения на II этапе факэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ составила 2048 ± 245 кл/мм², через 3 мес. – 1849 ± 239 ($p=0,0285$), через 6 мес. – 1835 ± 230 ($p=0,0236$), через 12 мес. – 1806 ± 222 кл/мм² ($p=0,0274$). Потеря ПЭК через 3 мес. после операции составила 9,7%, через 12 мес. – 11,8%.

Безопасность ФЭК с имплантацией ИОЛ на II этапе лечения у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы подтверждалась средним значением коэффициента безопасности более 1,0, результатами лазерной тиндалеметрии, отсутствием потери ПЭК выше 11,8% через 12 мес. после операции, а также интра- и послеоперационных осложнений.

У пациентов 2-й подгруппы II группы комбинированный способ коррекции ПА, заключающийся в имплантации на I этапе лечения ИК в роговичный трансплантат для снижения степени РА обеих поверхностей роговичного трансплантата, повышения его сферичности и регулярности, значительно увеличил эффективность ФЭК с имплантацией ИОЛ, проводимую на II этапе лечения, несмотря на то, что не позволил получить регулярную форму РА после I этапа хирургического лечения ни у одного из пациентов.

Таким образом, разработаны хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном астигматизме, 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 ($KЭф = 1,2 \pm 0,07$, коэффициент безопасности – $1,8 \pm 0,06$), 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 ($KЭф = 2,3 \pm 0,06$, коэффициент безопасности – $3,1 \pm 0,03$).

6.2. Разработка формулы поправки к рефракции цели при расчете оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом

С целью повышения эффективности и предсказуемости запланированного рефракционного результата при выполнении ФЭК у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат ИК необходимо было разработать формулу поправки к рефракции цели в зависимости от $K_{ср}$ до операции. Необходимость разработки данной формулы была связана с тем, что в литературных источниках отсутствуют номограммы и формулы расчета ИОЛ при экстракции катаракты у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат ИК. При расчете оптической силы ИОЛ у таких пациентов существующие калькуляторы расчета ИОЛ неточно выполняют поправку на кератометрические показатели, необходимую в связи с уплощением роговичного трансплантата после имплантации в него ИК. Это приводит к гиперкоррекции рефракционного результата и гиперметропической рефракции в послеоперационном периоде. Разработка

формулы была проведена на основе регрессионного анализа в статистическом пакете SPSS-28.0 совместно с профессором кафедры теоретической и прикладной механики Светланой Михайловной Бауэр ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет».

По результатам регрессионного анализа было решено остановиться на квадратичной или линейной зависимости. Полученные сводки для линейной и квадратичной моделей практически не различались по данным R-квадрата и объясняли одинаковый процент изменчивости переменной x ($K_{ср}$ по данным кератотопограммы до ФЭК). Однако у квадратичной модели не все коэффициенты регрессионного уравнения были значимы, поэтому использовали линейную модель:

$$y = a + bx,$$

где y – добавка на миопическую рефракцию к планируемому послеоперационному S_{ph} , дптр; a – постоянный член регрессионного уравнения, b – коэффициент регрессионного уравнения, x – $K_{ср}$ по данным кератотопограммы до ФЭК, дптр.

Сводка для линейной модели представлена в Таблице 78.

Таблица 78 – Сводка для линейной модели расчета поправки послеоперационного сферического компонента рефракции при экстракции катаракты у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом

Сводка для линейной модели			
R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
0,994	0,989	0,988	0,167

В сводке для линейной модели R-квадрат равен 0,989. Это свидетельствует о высоком качестве линейной модели, так как переменная x объясняет 98,9% изменчивости переменной y .

Сводка значений дисперсионного анализа, показывающая взаимосвязь переменных у и х, представлена в Таблице 79. Значимость $<0,001$ говорит о достоверности связи переменных у и х.

Таблица 79 – Сводка значений дисперсионного анализа, показывающая взаимосвязь переменных у и х

Модель	Сумма квадратов отклонений	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
Регрессия	26,616	1	26,616	955,456	$<0,001$
Остаток	0,306	11	0,028		
Всего	26,923	12			

В Таблице 80 приводятся значения параметров регрессионной модели и показатели их статистической значимости, где:

- b – значение коэффициента регрессионного уравнения;
- стандартная ошибка – стандартная ошибка коэффициента;
- стандартный β -коэффициент регрессионной модели (фактически – коэффициент корреляции Пирсона);
- t – эмпирическое значение t-критерия для проверки статистической значимости коэффициента.

Таблица 80 – Значение коэффициентов регрессионной модели и показатели их статистической значимости

Коэффициенты	Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t
	b	стандартная ошибка	β -коэффициент	
Среднее значение кератометрии до операции	-0,382	0,012	-0,994	-30,910
(Константа)	16,280	0,460		35,385

На основании проведенных расчетов, сама линейная модель имела следующий вид:

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

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

Таким образом, разработанная на основании математических расчетов 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.

6.3. Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели

Для оценки эффективности факоэмульсификации катаракты при коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом необходимо было провести сравнительный анализ имплантации интраокулярной линзы, рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной формуле, и стандартным способом.

6.3.1. Результаты дооперационного клинико-функционального обследования пациентов

Для коррекции ПА у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом ФЭК с имплантацией ИОЛ, рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной

формуле, была выполнена на II этапе хирургического лечения у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы. Данную подгруппу составили 20 пациентов (20 глаз) с катарактой и иррегулярным РА с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения. Этим пациентам выполняли комбинированный метод, заключающийся в имплантации ИК на I этапе хирургического лечения, затем через 12 мес. (после стабилизации клинко-функциональных показателей) и позже проводили II этап – ФЭК с имплантацией ИОЛ (МИОЛ 2), рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной формуле. У пациентов 3-й подгруппы ПВ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 6 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 2, центрального рубца роговицы – на 3, помутнения роговицы после язвы – на 5, кератоконуса IV стадии – на 4 глазах.

Характеристика пациентов 3-й подгруппы ПВ группы представлена в Таблице 81.

Таблица 81 – Характеристика клинического материала пациентов 3-й подгруппы ПВ группы, n=20

Параметры	3-я подгруппа ПВ группы n=20 (4,56%)
Мужчины, n (% от всех пациентов)	13 (2,96%)
Женщины, n (% от всех пациентов)	7 (1,6%)
Возраст пациентов, лет	55±18 лет (38-75 лет)
Диаметр роговичного трансплантата, мм	8,15±0,37мм (7,5-8,5 мм)

Плотность ядра хрусталика по классификации Buratto L. (1999) [9] у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы соответствовала I степени на 6 глазах (30,0%), II степени – на 9 (45,0%), III степени – на 5 глазах (25,0%). У всех

пациентов были мягкие ядра хрусталиков, не превышающие III степень плотности.

Клинико-функциональные показатели у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы представлены в Таблице 82.

Таблица 82 – Клинико-функциональные показатели у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы до операции ($M \pm \sigma$, $n=20$)

Параметры	3-я подгруппа ПВ группы - I этап – имплантация ИК; - II этап – ФЭК+ИОЛ
НКОЗ	$0,06 \pm 0,03$ (от 0,03 до 0,08)
КОЗ	$0,08 \pm 0,02$ (от 0,03 до 0,2)
Sph, дптр	не измерить
Cyl, дптр	не измерить
РАПП, дптр	$-10,4 \pm 4,2$ (от -5,5 до -14,2)
Кср передней поверхности, дптр (кератотопограф TMS-5)	$43,8 \pm 2,7$ (от 41,5 до 48,22)
ПЗО, мм	$23,7 \pm 2,43$ (от 21,9 до 26,15)
Глубина передней камеры, мм	$3,4 \pm 0,3$ (от 2,8 до 3,65)
Толщина хрусталика, мм	$4,22 \pm 0,51$ (от 3,6 до 4,9)
ВГД, мм рт.ст.	$16,2 \pm 2,5$ (от 13 до 20)
ПЭК, кл/мм ²	1982 ± 181 (от 1823 до 2125)
Поток белка во влаге передней камеры, ф/мс	$1,58 \pm 0,34$ (от 1,22 до 1,84)
Количество клеток во влаге передней камеры, кл/мм ³	$1,36 \pm 0,35$ (от 1,01 до 1,81)

Из Таблицы 82 видно, что исходная острота зрения у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы достаточно низкая из-за наличия у них катаракты и ПА. Sph и Cyl не получилось измерить из-за катаракты и иррегулярного РА. По данным величины ПЗО, в основном 3-ю подгруппу ПВ группы составляли пациенты со слабой миопической и эметропической рефракциями. Значение ВГД, измеренное методом пневмотонометрии, соответствовало норме. При проведении лазерной тиндалеметрии поток белка и количество клеток во влаге передней камеры соответствовали нормальным значениям. При биомикроскопии роговичный трансплантат у всех пациентов 3-й подгруппы ПВ группы был прозрачный.

По данным ОКТ роговицы (CASIA 2), РАЗП роговичного трансплантата составил в среднем $-2,02 \pm 1,23$ дптр, индексы SRI и SAI по данным кератотопографии (TMS-5), составили $1,64 \pm 0,24$ и $3,17 \pm 1,24$ соответственно.

6.3.2. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом методом факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели и стандартным способом

Клинико-функциональные результаты I этапа (имплантации ИК в роговичный трансплантат) комбинированного метода у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы представлены в Таблице 83.

Таблица 83 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы до имплантации на I этапе интрастромального кольца и в различные сроки после операции ($M \pm \sigma$, $n=40$)

Показатели	До операции			Через 6 мес.			Через 12 мес.		
	2-я подгруппа ПВ группы	3-я подгруппа ПВ группы	p	2-я подгруппа ПВ группы	3-я подгруппа ПВ группы	p	2-я подгруппа ПВ группы	3-я подгруппа ПВ группы	p
НКОЗ	0,04±0,02	0,06±0,03	0,1233	0,09±0,02	0,12±0,04	0,1361	0,11±0,03	0,14±0,05	0,1256
КОЗ	0,06±0,01	0,08±0,02	0,1485	0,12±0,03	0,14±0,05	0,1223	0,16±0,04	0,18±0,06	0,1855
РАПП, дптр	-11,1±5,0	-10,4±4,2	0,0812	-4,6±1,7	-4,0±1,5	0,0899	-4,2±1,6	-3,8±1,3	0,0814
РАЗП, дптр	-1,63±1,26	-2,02±1,23	0,1252	-1,14±0,61	-1,42±0,72	0,1252	-1,1±0,6	-1,38±0,7	0,1256
SRI	1,57±0,34	1,64±0,24	0,1445	1,07±0,17	1,12±0,14	0,1445	1,03±0,15	1,06±0,12	0,0142
SAI	3,01±1,47	3,17±1,24	0,1225	1,71±0,37	1,82±0,25	0,1225	1,66±0,35	1,75±0,24	0,1236
Кср, дптр	45,8±2,4	43,8±2,7	0,0344	38,9±3,7	36,7±3,9	0,0356	39,4±3,9	37,3±4,1	0,0332

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции между подгруппами

Стабилизация клинико-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. Выявлено статистически сопоставимое ($p > 0,05$) повышение НКОЗ, КОЗ, снижение РАПП, РАЗП роговичного трансплантата, индексов SRI и SAI в течение 12 мес. наблюдения. Сравнительный анализ изменения Кср между 2-й и 3-й подгруппами ПВ группы не проводили из-за статистически значимой его разницы до операции между ними ($p < 0,05$), но в обеих подгруппах было отмечено его снижение 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, что подтверждалось снижением значений 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. Имплантация неторической ИОЛ обусловлена тем, что после I этапа лечения ни у одного из пациентов не было получено регулярной формы РА. Однако снижение значений РАПП, РАЗП роговичного трансплантата, кератотопографических индексов способствовало повышению эффективности ФЭК с имплантацией ИОЛ, результаты которой представлены в Таблице 84.

Таблица 84 – Клинико-функциональные результаты коррекции посткератопластической аметропии у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы до выполнения на II этапе факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы и в различные сроки после операции ($M \pm \sigma$, $n=40$)

Показатели	До операции			1-й день			Через 3-12 мес.		
	2-я подгруппа ПВ группы	3-я подгруппа ПВ группы	p	2-я подгруппа ПВ группы	3-я подгруппа ПВ группы	p	2-я подгруппа ПВ группы	3-я подгруппа ПВ группы	p
НКОЗ	0,11±0,03	0,14±0,05	0,1256	0,19±0,11	0,36±0,14	0,0236	0,23±0,13	0,36±0,14	0,0245
КОЗ	0,16±0,04	0,18±0,06	0,1855	0,46±0,06	0,51±0,08	0,0814	0,50±0,07	0,54±0,08	0,0836
Sph, дптр	1,41±4,24	1,83±3,89	0,0993	1,83±0,49	0,28±0,55	0,0226	1,48±0,35	-0,24±0,49	0,0267
Cyl, дптр	-3,36±1,0	-2,71±0,72	0,0864	-2,61±0,92	-3,02±0,81	0,0824	-2,13±0,81	-2,53±0,81	0,0834
РАПП, дптр	-4,2±1,6	-3,8±1,3	0,0814	-3,81±1,45	-3,45±1,03	0,0836	-3,48±1,43	-3,0±0,9	0,0873

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей в разные сроки после операции между подгруппами

Стабилизация клинико-функциональных показателей у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы после выполнения на II этапе ФЭК с имплантацией ИОЛ была достигнута к 3 мес. после операции. Были отмечены статистически значимая разница ($p < 0,05$) в повышении НКОЗ и различие в Sph 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 значимо большее повышение НКОЗ в 1,7 раза, КЭф – в 1,4 раза ($1,4 \pm 0,06$ и $2,0 \pm 0,08$ соответственно), отсутствие гиперметропической рефракции, что связано с более точным расчетом рефракции цели 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, РАПП роговичного трансплантата, повышение КОЗ и значения коэффициента безопасности ($3,1 \pm 0,08$ и $3,0 \pm 0,09$ соответственно). Невысокая КОЗ у пациентов данных подгрупп после операции связана с остаточным иррегулярным РА.

Таким образом, проведенный 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 НКОЗ в 1,7 раза, КЭф – в 1,4 раза.

6.4. Разработка алгоритма оптической коррекции посткератопластической аметропии

Для определения оптимального метода оптической коррекции ПА необходимо было разработать 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.

Вначале необходимо было рассчитать рефракционный предел для коррекции Cyl и Sph при имплантации ИК и ИРС в роговичный трансплантат для коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком. Как известно, максимальный рефракционный результат достигается при имплантации интрастромальных ИК и ИРС на минимальную безопасную глубину в роговичном трансплантате. Существуют рекомендации по минимальной безопасной глубине имплантации ИРС Kerraring в роговицу (2008) в зависимости от их высоты [1] (Таблица 85), с учетом которых можно рассчитать по разработанным нами формулам максимальный рефракционный результат (Таблица 86).

Таблица 85 – Минимальная безопасная глубина имплантации ИРС Kerraring в роговицу (2008) в зависимости от их высоты

Высота ИРС, мкм	Минимальная безопасная глубина имплантации ИРС, мкм
150	200
200	268
250	336
300	400
350	464
400	528

Таблица 86 – Максимальный рефракционный результат коррекции сферического компонента рефракции и роговичного астигматизма при имплантации ИРС на минимальную безопасную глубину

Длина ИРС	Корректируемый сферический компонент рефракции, дптр	Корректируемый роговичный астигматизм, дптр
90°	до +3,4	до -8,7
120°	до -3,4	до -4,6
160°	до -7,2	до -0,7

Учитывая, что среднее значение МТРТ у пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп с прозрачным хрусталиком, которым были имплантированы ИК в данном диссертационном исследовании составляло 528 ± 28 мкм, была рассчитана глубина имплантации ИК по оптимизированной технологии на глубину 80% от МТРТ, что составило 422 мкм. При применении рекомендаций по минимальной безопасной глубине имплантации ИРС (422 мкм) к имплантации ИК максимальная высота последнего должна быть на 100 мкм меньше глубины его имплантации. Таким образом, высота ИК должна быть не более 322 мкм. Выпускаемые модели кольца соответствуют требованию по высоте – 320 мкм. При внесении полученных данных диаметра кольца 5,0 мм, высоты – 320 мкм и минимальной безопасной глубины его имплантации – 422 мкм в формулу расчета корректируемого Sph был определен максимальный рефракционный результат коррекции в -11,5 дптр (Таблица 87).

Таблица 87 – Максимальный рефракционный результат коррекции сферического компонента рефракции и роговичного астигматизма при имплантации интрастромального кольца

Интрастромальное кольцо, диаметр, мм / высота, мкм	Коррекция сферического компонента рефракции, дптр	Коррекция цилиндрического компонента рефракции, дптр
5/320	-11,5 дптр	-4,5

Таким образом, на основании полученных клинико-функциональных результатов, вычисленной по разработанным формулам максимальной величины коррекции ПА методами имплантации интрастромальных колец и сегментов в роговичный трансплантат, разработанных комбинированных технологий создан алгоритм оптической коррекции ПА, начинающийся с определения прозрачности хрусталика у пациента (Рисунок 34).

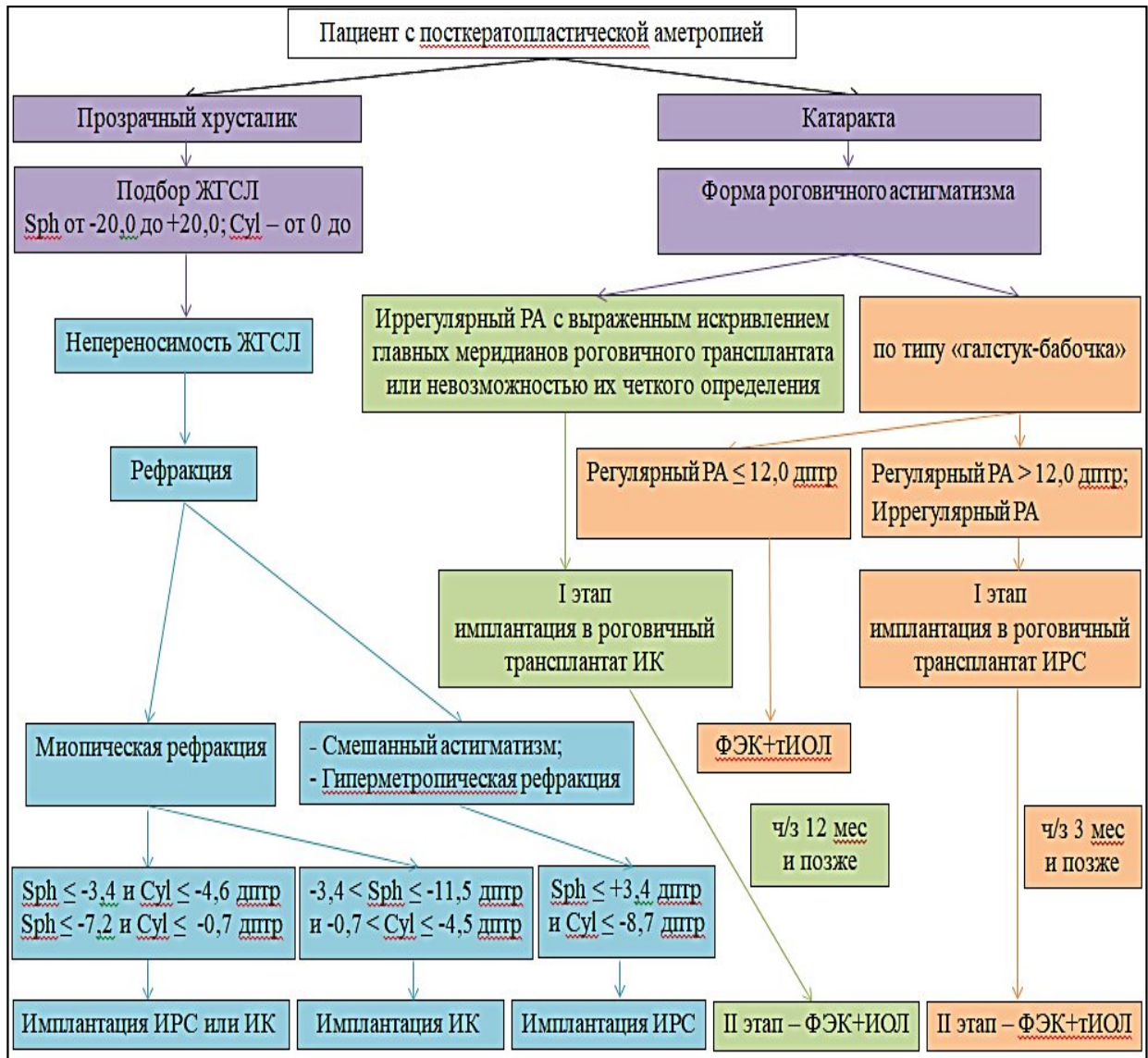


Рисунок 34 – Алгоритм оптической коррекции посткератопластической аметропии

При наличии прозрачного хрусталика оптическая коррекция ПА начинается с подбора ЖГСЛ, учитывая наибольшее повышение остроты

зрения (НКОЗ, КОЗ), коррекцию Sph, Cyl, снижение кератотопографических индексов, роговичных аберраций в фото- и мезопических условиях, большее значение КЭф и коэффициента безопасности у пациентов в ЖГСЛ по сравнению с имплантацией ИК и ИРС в роговичный трансплантат. 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 максимальной рефракционной коррекции.

Для коррекции миопической рефракции ПА при Sph не более -3,4 дптр и Cyl не более -4,6 дптр, а также при Sph не превышающим -7,2 дптр и Cyl не превышающим -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 (см. Рисунок 34).

Таким образом, разработанный 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, позволяет получить наиболее эффективный, безопасный и стабильный оптический и рефракционный результат.

Клинические примеры, демонстрирующие применение алгоритма оптической коррекции посткератопластической аметропии

Клинический пример № 1

Пациент А., 30 лет, обратился с жалобами на низкое зрение правого глаза после СКП, выполненной 5 лет назад по поводу кератоконуса IV стадии. В анамнезе пациенту на левом глазу 4 года назад был выполнен кросслинкинг роговичного коллагена по поводу прогрессирующего кератоконуса II стадии. Спустя 1 год после кросслинкинга была проведена имплантация ИК на левом глазу для коррекции астигматизма и сопутствующей миопии высокой степени при стабилизированном кросслинкингом кератоконусе II стадии. Пациент отмечал непереносимость ЖГСЛ, которые ему подбирали на правый глаз для коррекции ПА через 1,5 года после снятия роговичного шва.

При проведении биомикроскопии: OD: роговичный трансплантат – прозрачный (Рисунок 35), OS: роговица прозрачная, стрии Фогта, интрастромальное кольцо центрировано, OU: передняя камера – средняя, зрачок – 3,5 мм с активной реакцией на свет, хрусталик прозрачный, глазное

дно: ДЗН бледно-розовый, границы четкие, макулярная зона и периферия сетчатки без очаговой патологии.

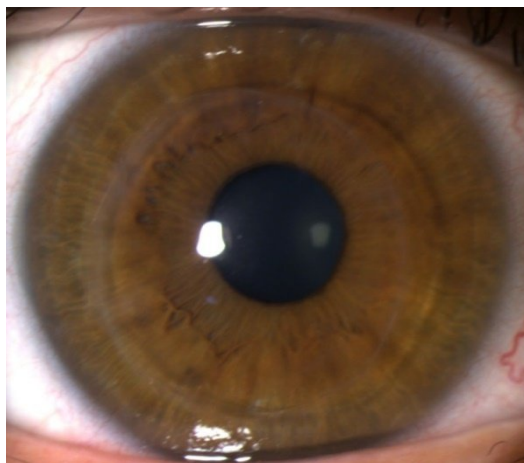


Рисунок 35 – Фото правого глаза пациента А.

Визуализируется прозрачный роговичный трансплантат

При обследовании: острота зрения OD 0,05 sph -8,25D cyl -4,0D ax 22° = 0,6; OS 0,8н/к; рефрактометрия OD sph -8,5D cyl -4,75D ax 22°;; OS sph -0,5D cyl -0,75D ax 89°; кератометрия OD ax 116° 47,75 × 41,25D; OS ax 179° 35,5 × 34,5D; ПЗО OD 27,21 мм, OS 26,9 мм. По данным ОКТ роговицы (Casia 2), минимальная толщина роговицы на OD составила 515 мкм, на OS – 442 мкм. При исследовании на эндотелиальном микроскопе (Tomey EM – 3000), ПЭК OD составила 1938 кл/мм², OS – 2418 кл/мм². По данным компьютерной кератотопографии (TMS-5), на правом глазу был отмечен регулярный роговичный астигматизм в 6,49 дптр, кератометрия ax 114° 47,92×41,43D (Рисунок 36).

По результатам осмотра и диагностического обследования пациенту был выставлен диагноз OD: Состояние после сквозной кератопластики, миопия высокой степени, сложный миопический астигматизм. OS: Кератоконус II стадии, стабилизированный кросслинкингом, состояние после имплантации интрастромального кольца. OU: Анизометропия.

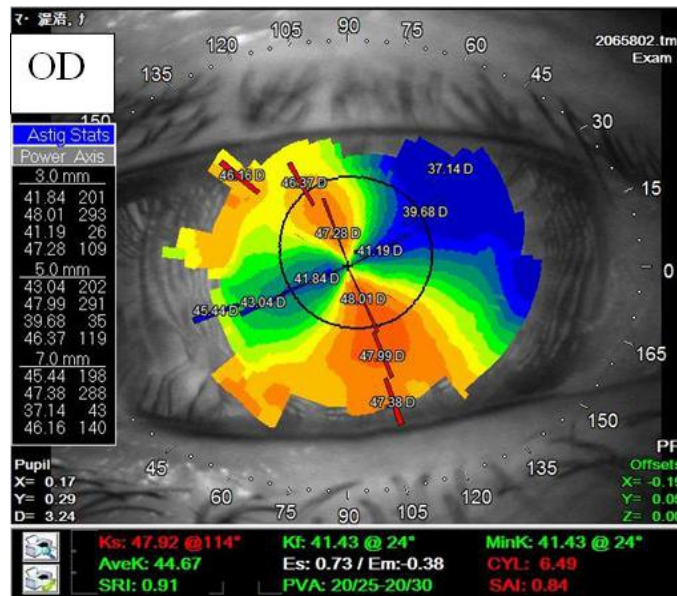


Рисунок 36 – Кератотопограмма правого глаза пациента А. после сквозной кератопластики с регулярным роговичным астигматизмом в 6,49 дптр

В соответствии с разработанным алгоритмом оптической коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком, учитывая непереносимость ЖГСЛ, невозможность полной коррекции на правом глазу Sph и Cyl при помощи имплантации ИРС, пациенту была выполнена имплантация ИК в роговичный трансплантат по оптимизированной технологии с применением ФСЛ. Расчет параметров ИК проводился по разработанной формуле с учетом глубины его имплантации и необходимой рефракционной коррекции.

Под местной анестезией на правом глазу была выполнена имплантация ИК диаметром 5,0 мм, высотой 280 мкм в интрастромальный карман, сформированный в пределах роговичного трансплантата на глубине 412 мкм при помощи ФСЛ. Интра- и послеоперационных осложнений не было.

При выписке на следующий день после операции острота зрения OD 0,3 sph +1,25D cyl -1,25D ax 25° = 0,7, авторефрактометрия OD sph +1,5D cyl -1,5D ax 25°; кератометрия OD ax 115° 36,75 × 34,25D. По данным кератотопограммы отмечалось снижение РА на 4,02 дптр, кератометрия OD ax 115° 36,70 × 34,22D (Рисунок 37).

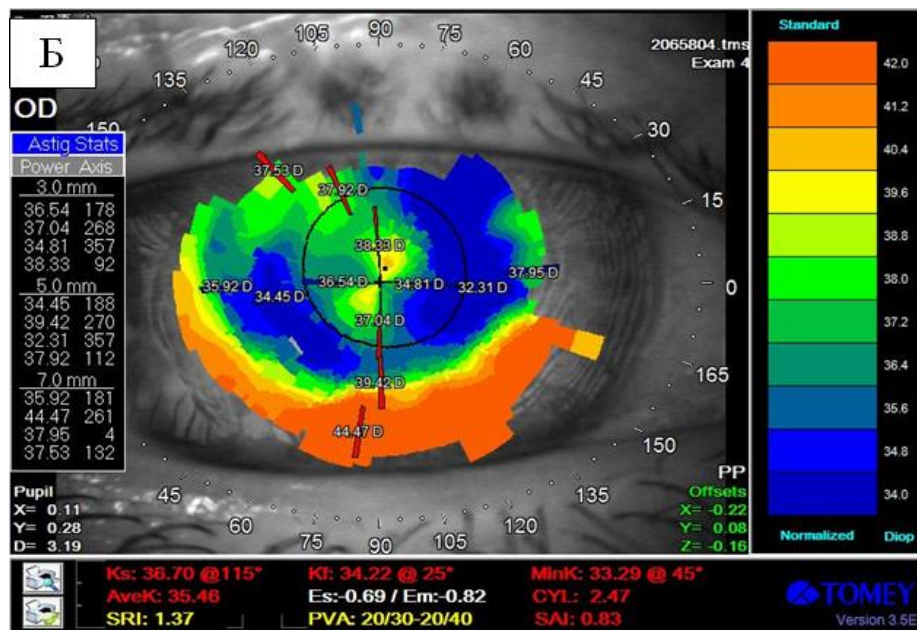


Рисунок 37 – Кератотопограмма правого глаза пациента А. на 1-е сутки после имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат с применением фемтолазера. Отмечено снижение роговичного астигматизма на 4,02 дптр

При биомикроскопии правого глаза роговичный трансплантат был прозрачный, ИК центрировано (Рисунок 38).

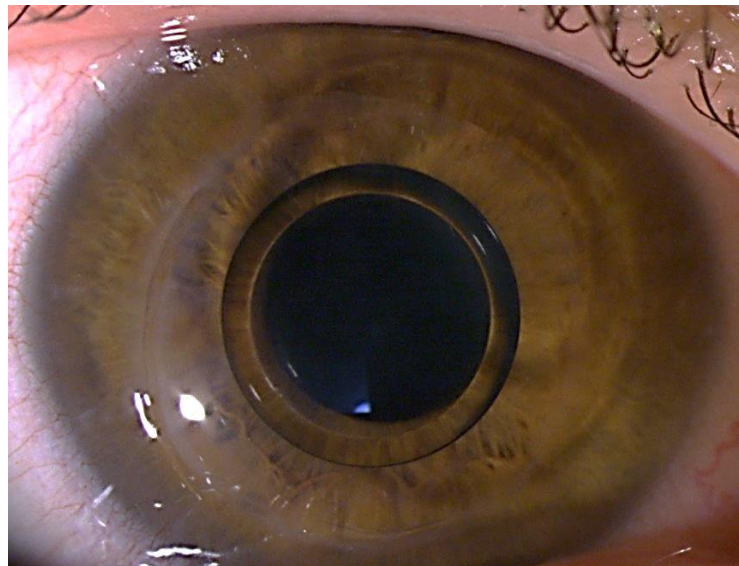


Рисунок 38 – Фото правого глаза пациента А. на 1-е сутки после имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат с применением фемтолазера. Визуализируется центрированное относительно зрительной оси пациента интрастромальное кольцо

Правильное положение ИК в роговичном трансплантате подтверждалось данными ОКТ роговицы (Рисунок 39).

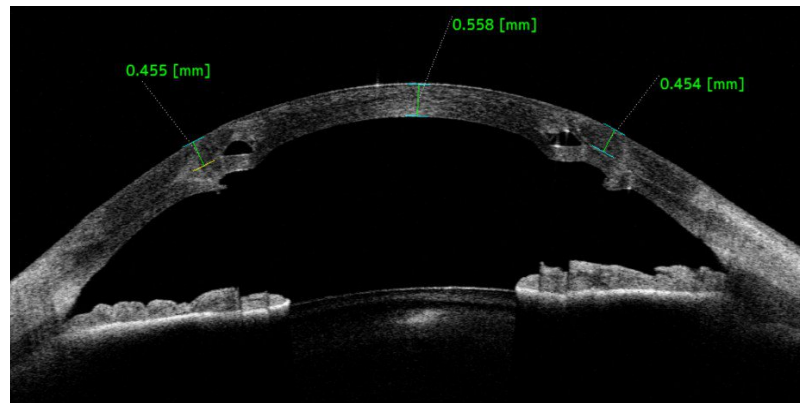


Рисунок 39 – ОКТ роговицы правого глаза пациента А. на 1-е сутки после имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат с применением фемтолазера. Визуализируется профиль интрастромального кольца, расположенного в роговичном трансплантате на глубине 80% от его минимальной толщины

Через 12 месяцев после операции острота зрения OD 0,9 н/к, авторефрактометрия OD sph -0,25D cyl -0,5D ax 25°, кератометрия OD ax 115° 37,25 × 35,25 D. ПЭК OD составила 1897 кл/мм². Полученные результаты были стабильными на протяжении трех лет наблюдения.

Клинический пример № 2

Пациент Н., 35 лет, обратился с жалобами на низкое зрение левого глаза после СКП, выполненной 6 лет назад по поводу кератоконуса III стадии. В анамнезе пять лет назад пациенту на правый глаз был выполнен кросслинкинг роговичного коллагена по поводу прогрессирующего кератоконуса I стадии. Пациент отмечал непереносимость ЖГСЛ, которые ему подбирали на левый глаз для коррекции анизометропии.

При проведении биомикроскопии: OD: роговица прозрачная, визуализируется кольцо Флейшера, OS: роговичный трансплантат –

прозрачный (Рисунок 40), OU: передняя камера – средняя, зрачок – 3,5 мм с активной реакцией на свет, хрусталик прозрачный, глазное дно: ДЗН бледно-розовый, границы четкие, макулярная зона и периферия сетчатки без очаговой патологии.



Рисунок 40 – Фото левого глаза пациента Н.

Визуализируется прозрачный роговичный трансплантат

При обследовании: острота зрения OD 0,4 sph -0,75D cyl -3,25D ax 85° = 0,8, OS 0,1 sph +2,25D cyl -6,75D ax 27° = 0,5; рефрактометрия OD sph -1,25D cyl -4,5D ax 85°, OS sph +2,25D cyl -7,75D ax 27°; кератометрия OD ax 175° 47,5 × 43,0D, OS ax 117° 51,25 × 41,25D; ПЗО OD – 23,12 мм, OS – 23,14 мм. По данным ОКТ роговицы (Casia 2), минимальная толщина роговицы на OD составила 485 мкм, на OS – 525 мкм. При исследовании на эндотелиальном микроскопе (Tomey EM – 3000) ПЭК OD составила 2531 кл/мм², OS – 1822 кл/мм². По данным компьютерной кератотопографии (TMS-5), на левом глазу визуализировался роговичный астигматизм по типу «галстук-бабочка» в 10,13 дптр, кератометрия ax 117° 51,14×41,02D (Рисунок 41).

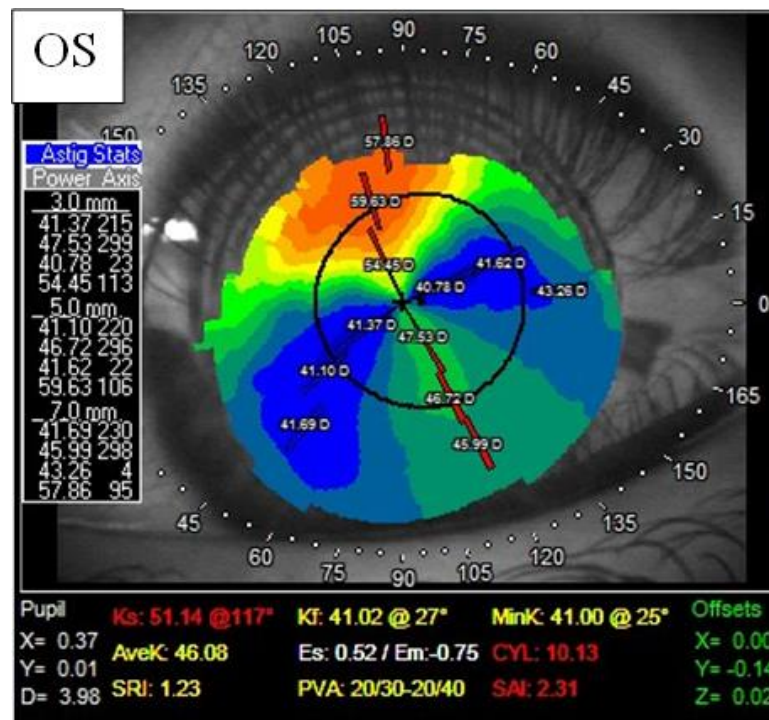


Рисунок 41 – Кератотопограмма левого глаза пациента Н. на 1-е сутки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтолазера.

Значение роговичного астигматизма 10,13 дптр

По результатам осмотра и диагностического обследования пациенту был выставлен диагноз OS: Состояние после сквозной кератопластики, смешанный посткератопластический астигматизм. OS: Кератоконус I стадии, стабилизированный кросслинкингом.

В соответствии с разработанным алгоритмом оптической коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком, учитывая непереносимость ЖГСЛ, неэффективность имплантации ИК для коррекции смешанного астигматизма на левом глазу, пациенту была выполнена на левом глазу имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ. Расчет параметров ИРС проводился по разработанной формуле с учетом глубины их имплантации и необходимой рефракционной коррекции. Под местной анестезией на левом глазу была выполнена имплантация двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90°, высотой 300 мкм в интрастромальный тоннель, расположенный на глубине 456 мкм в пределах роговичного трансплантата

при помощи ФСЛ. Сегменты располагались в интрастромальном тоннеле параллельно сильной оси кератометрии роговичного трансплантата. Интра- и послеоперационных осложнений не было. При выписке острота зрения OS 0,6 sph +1,0 D cyl -1,5D ax 50° = 0,7, авторефрактометрия OS sph +1,25D cyl -2,25D ax 52°; кератометрия OS ax 141° 46.39 × 42,64D. По данным кератотопограммы, отмечалось снижение РА на 6,38 дптр (Рисунок 42).

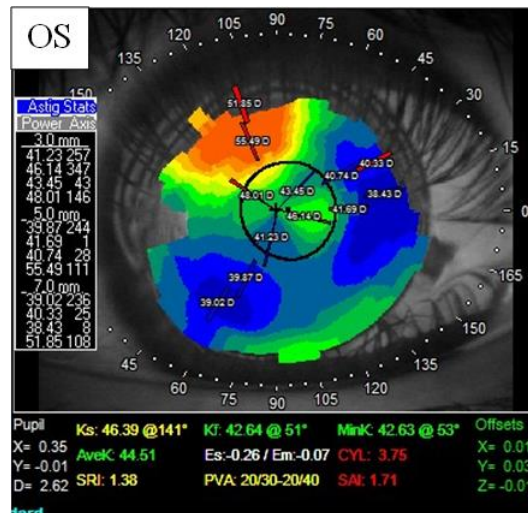


Рисунок 42 – Кератотопограмма левого глаза пациента Н. на 1-е сутки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтолазера. Отмечено снижение роговичного астигматизма на 6,38 дптр

При биомикроскопии левого глаза роговичный трансплантат был прозрачный, ИРСы центрированы относительно сильной оси кератометрии (Рисунок 43).

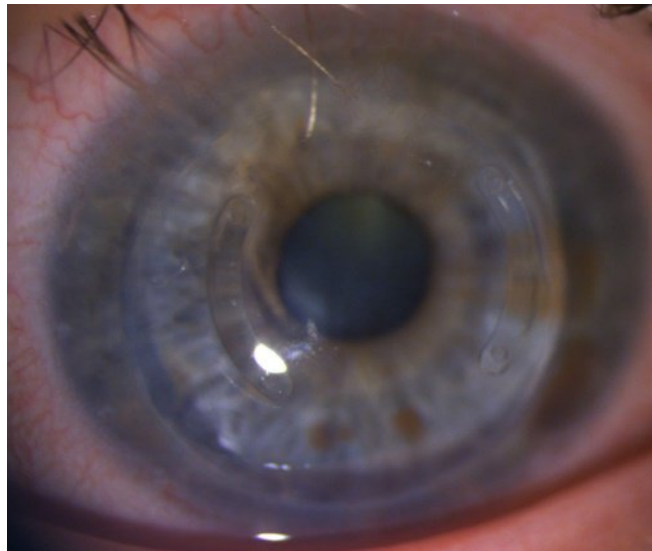


Рисунок 43 – Фото левого глаза пациента Н. на 1-е сутки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтолазера. Визуализируются центрированные относительно сильной оси кератометрии интрастромальные роговичные сегменты

Правильное положение ИРС подтверждалось данными ОКТ роговицы (Рисунок 44).

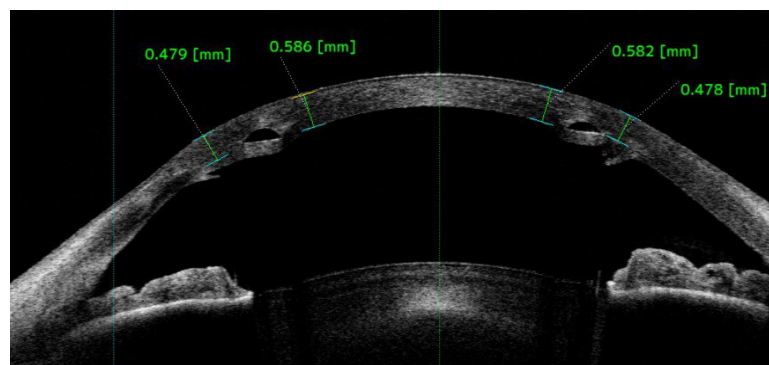


Рисунок 44 – ОКТ роговицы пациента Н. на 1-е сутки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтолазера. Визуализируется профиль интрастромальных роговичных сегментов, расположенных в роговичном трансплантате на глубине 80% от данных пахиметрии в месте их имплантации

Через 3 месяца после операции острота зрения OS 0,8 н/к, авторефрактометрия OS sph +0,5D cyl -1,5D ax 51°, кератометрия OD ax 141° 46,00 × 42,75D, ПЭК OD составила 1815 кл/мм². Полученные результаты оставались стабильными на протяжении трех лет наблюдения.

Клинический пример № 3

Пациент Р., 55 лет, обратился с жалобами на постепенное ухудшение зрения, усиление «тумана» перед левым глазом в течение последних трех лет. В анамнезе 10 лет назад на левом глазу была выполнена СКП по поводу центрального помутнения роговицы.

При проведении биомикроскопии: OD: роговица прозрачная, OS: роговичный трансплантат – прозрачный, OU: передняя камера – средняя, зрачок – 3,5 мм с активной реакцией на свет, OD – начальное периферическое помутнение хрусталика, OS – заднекапсулярное помутнение хрусталика, OD – глазное дно: ДЗН бледно-розовый, границы четкие, макулярная зона и периферия сетчатки без очаговой патологии, OS – детали глазного дна четко не просматриваются из-за помутнения хрусталика.

При обследовании: острота зрения OD 0,8 н/к, OS 0,1 н/к; рефрактометрия OD sph +0,75D cyl -0,75D ax 91°, OS не измерить; кератометрия OD ax 171° 42,75 × 42,00D, OS ax 91° 44,85 × 40,90D; ПЗО OD – 23,82 мм, OS – 23,87 мм. По данным ОКТ роговицы (Casia 2), минимальная толщина роговицы на OD составила 522 мкм, на OS – 530 мкм. При исследовании на эндотелиальном микроскопе (Tomey EM – 3000) ПЭК OD составила 2358 кл/мм², OS – 1945 кл/мм². По данным кератотопограммы (TMS-5), на левом глазу была отмечена регулярная форма РА со значением 3,94 дптр, кератометрия ax 93° 44,82 × 40,88D (Рисунок 45).

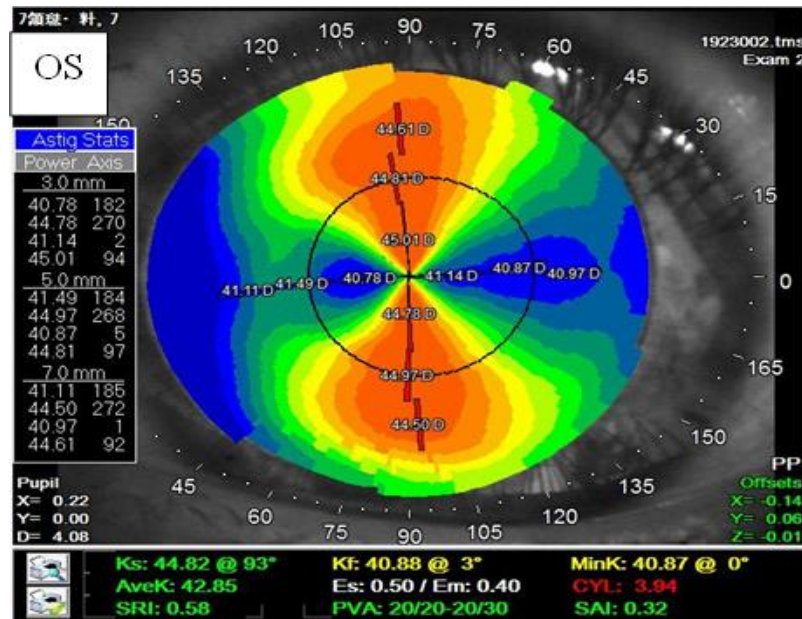


Рисунок 45 – Кератотопограмма левого глаза пациента Р. с регулярным роговичным астигматизмом в 3,94 дптр

По данным ОКТ (Casia 2) роговичного трансплантата левого глаза, значение кератометрии его задней поверхности было $ax\ 90^\circ\ 6,1 \times 5,1\ D$. При проведении оптической биометрии левого глаза длина глаза составила 23,87 мм, глубина передней камеры – 3,52 мм, толщина хрусталика – 4,16 мм, расстояние «от белого до белого» – 11 мм.

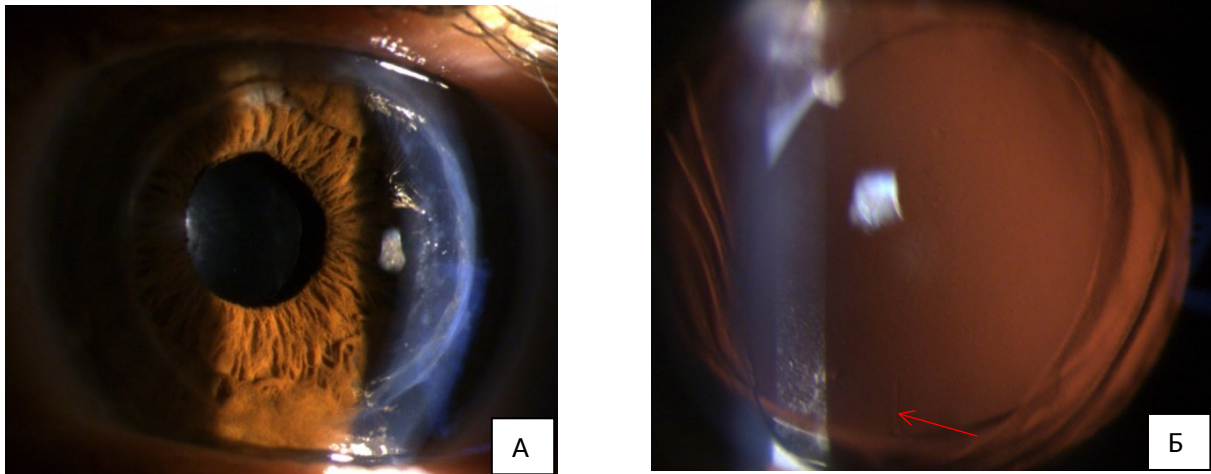
По результатам осмотра и диагностического обследования пациенту был выставлен диагноз OS: заднекапсулярная катаракта, иррегулярный роговичный астигматизм средней степени, состояние после сквозной кератопластики. OD: Начальная возрастная катаракта.

В соответствии с разработанным алгоритмом оптической коррекции ПА у пациентов с катарактой при диагностированном регулярном РА со значением не более -12,0 дптр данному пациенту была выполнена ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по наиболее предсказуемому способу. Расчет тИОЛ выполнялся в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator. Были введены данные оптической биометрии левого глаза, запланированная эмметропическая рефракция цели, А константа тИОЛ, расположение основного разреза на 93° , значение индуцированного

астигматизма, центральная толщина роговичного трансплантата – 530 мкм, значения кератометрии и расположения главных меридианов передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо (TMS-5), а также данные кератометрии и расположения главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата, измеренных при помощи ОКТ роговицы (Casia 2). Была получена оптическая сила тИОЛ +13,0 дптр, торический компонент – +2,5 дптр.

Под субтеноновой анестезией раствором цетракаина на левом глазу была выполнена ФЭК с имплантацией тИОЛ. Интра- и послеоперационных осложнений не было.

При выписке на 1-е сутки после операции острота зрения OS 0,8 н/к, рефрактометрия sph +0,75 cyl -0,75 ax 3°, кератометрия ax 92° 44,50 × 40,25D. При биомикроскопии роговичный трансплантат был прозрачный, метки тИОЛ совпадали с сильной осью кератометрии роговичного трансплантата (Рисунок 46).



А – визуализируется прозрачный роговичный трансплантат, в проекции зрачка – оптическая часть торической интраокулярной линзы,

Б – фото глаза на фоне медикаментозного мидриаза, визуализируется вертикально расположенная метка торической оси интраокулярной линзы (отмечена красной стрелкой), расположенная по сильному меридиану кератометрии роговичного трансплантата

Рисунок 46 – Фото глаза пациента Р., 55 лет, при биомикроскопии на 1-е сутки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы

Через 3 мес. после операции острота зрения OS 0,9 н/к, рефрактометрия sph +0,25 cyl -0,5 ax 3°, кератометрия ax 93° 44,25×40,25D, ПЭК – 1789 кл/мм². При биомикроскопии оптические среды были прозрачные, тИОЛ центрирована. Полученные результаты были стабильные на протяжении 1 года наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение как СКП, так и ГППК приводят к РА различной формы и степени, который отмечается в послеоперационном периоде у каждого пациента. Высокие значения РА и его иррегулярная форма значительно снижают остроту зрения пациента и вызывают у него неудовлетворенность полученным рефракционным результатом кератопластики [42]. По данным литературы, встречаемость РА 5,00 дптр и более после СКП отмечается у 15-27% пациентов [39, 41]. В настоящее время для коррекции ПА существуют как нехирургические методы, представленные очковой и контактной коррекциями, а также большое количество различных хирургических операций, которые в зависимости от прозрачности хрусталика разделяются на две большие группы. Для коррекции ПА при прозрачном хрусталике выполняются: КТ, КР и ПР на роговице, факоаспирация прозрачного хрусталика с имплантацией тИОЛ, имплантация факичных тИОЛ, рефракционные лазерные операции – ФРК, ЛАЗИК, ReLEx SMILE, а также имплантация ИРС и ИК. Для коррекции ПА у пациентов с катарактой выполняется экстракция катаракты с имплантацией тИОЛ при регулярном посткератопластическом астигматизме или монофокальной ИОЛ при его иррегулярной форме.

Среди нехирургических методов оптической коррекции ПА очковая коррекция применяется при невысоких ее значениях, регулярной форме РА, а также при отсутствии анизометрии. Применение ЖГСЛ является наиболее эффективным методом коррекции ПА [106, 121, 166, 196]. Однако у ряда пациентов возникает непереносимость ЖГСЛ, а также встречаются случаи отказа от ЖГСЛ вследствие возникших осложнений при их ношении [152].

Кератотомия, клиновидная резекция и послабляющие разрезы являются достаточно эффективными при высокой степени посткератопластического астигматизма. Учитывая большой срок стабилизации рефракционного

результата и отсутствие его четкой предсказуемости, эти методы являются альтернативными способами коррекции ПА [99, 208].

На сегодняшний день рефракционно-лазерные методы коррекции ПА выполняются при помощи топографически ориентированной абляции по данным aberрометрической карты или кератотопограммы в один или два этапа. Многими авторами отмечается рефракционный регресс послеоперационного результата (регресс Sph на -1,0 дптр и более спустя год после операции и полный регресс Cyl к 2 годам после операции), что сужает применение данных операций для коррекции ПА [29, 39, 91].

Факоаспирация прозрачного хрусталика с имплантацией тИОЛ и имплантация современных мягких заднекамерных факичных тИОЛ не вошли широко в клиническую практику в связи с потерей аккомодации у молодых пациентов, а также необходимостью достаточного количества ПЭК и регулярного РА [61, 177].

Имплантация ИРС выполняется как для коррекции регулярной формы РА, так и при его иррегулярной форме по типу «галстук-бабочка» и является обратимой и безопасной [146]. Однако их применение ограничено высокой степенью миопии более -9,0 дптр и необходимостью имплантации в пределах роговичного трансплантата [175]. Применение цельного интрастромального кольца, предложенного в 2007 г. Daxer A., позволяет скорректировать при ПА Sph до -20,0 дптр и Cyl - до -4,5 дптр, но не подходит для коррекции гиперметропической рефракции и смешанного астигматизма [6, 86, 200].

При наличии катаракты у пациента с ПА после СКП выполняется экстракция катаракты с имплантацией тИОЛ при регулярном посткератопластическом астигматизме или монофокальной ИОЛ при его иррегулярной форме [15, 210]. Применение данной методики ограничено значением регулярного РА и достаточным количеством ПЭК, которое необходимо соотносить с плотностью ядра хрусталика, наличием его подвывиха, мелкой камеры и т.д., чтобы не вызвать вторичную эндотелиальную декомпенсацию роговичного трансплантата [84]. Другим

важным моментом является определение наиболее точных формул и калькуляторов расчета ИОЛ, а также приборов, измеряемые параметры которых будут наиболее верными, что обеспечит четкое попадание в рефракцию цели после экстракции катаракты с имплантацией ИОЛ [62, 89, 150, 172, 178, 202, 209].

Выбор наиболее оптимального оптического метода коррекции ПА в зависимости от исходных индивидуальных клинико-функциональных параметров пациента остается на сегодняшний день достаточно актуальной проблемой. В литературных источниках встречаются статьи с большим клиническим материалом по результатам коррекции ПА методом имплантации ИРС в роговичный трансплантат. В то же время отсутствуют публикации о влиянии длительного периода ношения ЖГСЛ на сквозной роговичный трансплантат, нет формул расчета параметров ИК и ИРС в зависимости от значения корригируемого Sph, величины РА и глубины их имплантации. Отсутствуют четкие рекомендации по расчету тИОЛ (оптической силы, торического компонента), сравнительные исследования по применению различных современных формул и калькуляторов их расчета при выполнении ФЭК у пациентов с катарактой после СКП. Следующим нерешенным вопросом является отсутствие четкого понимания, какие приборы более точно измеряют показатели передней и задней поверхностей роговичного трансплантата. Возникает необходимость разработки хирургического лечения ПА у пациентов с катарактой при наличии регулярного РА выше -12,0 дптр, превышающего значение торического компонента выпускаемых тИОЛ, и иррегулярного РА, а также алгоритма дифференцированного подхода к выбору наиболее оптимального метода оптической коррекции ПА у каждого пациента. Все вышесказанное обусловило **цель** настоящего исследования – разработка системы оптической реабилитации пациентов с аметропией после сквозной кератопластики на основе применения контактной коррекции и современных микроинвазивных хирургических технологий.

Для достижения цели решались следующие **задачи**: на основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов методов коррекции посткератопластической аметропии определить критерии их оптимизации у пациентов с прозрачным хрусталиком; 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; на основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком доказать эффективность и безопасность оптимизированной технологии; на основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой определить наиболее предсказуемый метод расчета торической ИОЛ при проведении факоэмульсификации катаракты; на основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой доказать эффективность факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической ИОЛ, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу; разработать хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном астигматизме; на основании математических расчетов разработать формулу поправки к рефракции цели при расчете оптической силы ИОЛ у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом; на основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом доказать эффективность факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели; разработать алгоритм дифференцированного подхода к выбору оптимального метода оптической

коррекции посткератопластической аметропии в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациента.

Клинико-функциональные результаты были проанализированы на основе комплексного до- и послеоперационного обследования и хирургического лечения 436 пациентов (436 глаз) с ПА. Все пациенты в зависимости от помутнения хрусталика были разделены на две группы: I группа – 305 пациентов (305 глаз) с прозрачным хрусталиком, II группа – 131 пациент (131 глаз) с катарактой.

Все пациенты I группы в зависимости от вида клинического исследования были подразделены еще на 2 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 на 5 подгрупп. Коррекция миопической рефракции ПА была представлена 1-3-й подгруппами IA и IB групп, смешанного астигматизма, 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). В зависимости от метода коррекции миопической рефракции ПА 1-ю подгруппу IA и IB групп составили пациенты, которым была выполнена имплантация ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 2-ю подгруппу IA и IB групп – пациенты с имплантацией ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 3-ю подгруппу IA и IB групп – пациенты, которым был выполнен подбор ЖГСЛ. В зависимости от метода коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции ПА в 4-ю подгруппу IA и IB групп вошли пациенты для выполнения имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, в 5-ю подгруппу IA и IB групп – пациенты, которым был выполнен подбор ЖГСЛ.

Во II группу был включен 131 пациент (131 глаз) после СКП с катарактой. В зависимости от формы, значения РА и вида клинического

исследования все пациенты II группы были разделены на группы ПА, ПБ и ПВ. ПА и ПБ группы составил 71 глаз (71 пациент) с регулярным РА не более -12,0 дптр, которым была выполнена ФЭК с имплантацией тИОЛ. У пациентов ПА группы было проведено ретроспективное исследование на 36 глазах (36 пациентов), во ПБ группе – проспективное исследование на 35 глазах (35 пациентов). 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 в зависимости от формы, величины РА и метода расчета ИОЛ были разделены на три подгруппы. 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 II этап – ФЭК+тИОЛ. 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. и позже II этап – ФЭК+ИОЛ, рассчитанная стандартным методом. 3-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. и позже II этап – ФЭК+ИОЛ, рассчитанная по разработанной формуле поправки к рефракции цели.

Сроки наблюдения у пациентов 1-5-й подгрупп IA и IB групп составили 3 года, у пациентов ПА и ПБ групп – 12 мес., у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы после I этапа имплантации 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 I этапа имплантации 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 на 150 глазах (150 пациентов). У пациентов IA группы все 150 СКП в анамнезе были выполнены по поводу кератоконуса III и IV стадий.

Критериями включения пациентов с ПА после СКП с прозрачным естественным 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», для имплантации ИК и ИРС – непереносимость очковой и контактной коррекции ЖГСЛ, диаметр роговичного трансплантата не менее 7,5 мм, для имплантации ИК – миопическая рефракция, для имплантации ИРС и подбора ЖГСЛ – миопическая, гиперметропическая рефракции и смешанный астигматизм.

Общими критериями исключения пациентов являлись: помутнение роговичного трансплантата, диаметр роговичного трансплантата менее 7,5 мм, повышенное внутриглазное давление, воспалительные заболевания глаз в стадии обострения, общесоматические заболевания в стадии декомпенсации.

У пациентов 1-й подгруппы IA группы НКОЗ до операции варьировала от 0,01 до 0,15 (в среднем $0,06 \pm 0,03$), КОЗ колебалась от 0,01 до 0,7 (в среднем $0,29 \pm 0,16$), Sph варьировал от -3,25 до -8,75 дптр (в среднем $-5,69 \pm 1,71$ дптр), Cyl составлял от -1,25 до -6,0 дптр (в среднем $-3,94 \pm 2,04$ дптр), Kср было от 41,4 до 47,5 дптр (в среднем $45,9 \pm 3,6$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -1,2 до -9,87 дптр (в среднем $-6,5 \pm 2,45$ дптр), индекс SRI – от 0,82 до 1,85 (в среднем $1,35 \pm 0,39$), индекс SAI – от 0,74 до 2,34 (в среднем $1,25 \pm 0,41$), ФРР - от 5,4 до 10,2 мм рт. ст. (в среднем $7,2 \pm 2,3$ мм рт. ст.), КГ – от 5,5 до 10,8 мм рт. ст. (в среднем $8,0 \pm 2,6$ мм рт. ст.), МТРТ – от 498 до 558 мкм (в среднем 525 ± 23 мкм).

У пациентов 2-й подгруппы IA группы НКОЗ до операции варьировала от 0,01 до 0,3 (в среднем $0,07 \pm 0,05$), КОЗ колебалась от 0,02 до 0,9 (в среднем $0,30 \pm 0,13$), Sph варьировал от -3,5 до -9,0 дптр (в среднем $-5,46 \pm 2,24$ дптр),

Cyl составлял от -1,0 до -7,0 дптр (в среднем $-3,99 \pm 1,85$ дптр), Кср было от 41,8 до 48,1 дптр (в среднем $46,1 \pm 3,1$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -1,31 до -9,5 дптр (в среднем $-6,3 \pm 2,11$ дптр), индекс SRI – от 0,74 до 2,31 (в среднем $1,22 \pm 0,34$), индекс SAI – от 0,82 до 2,12 (в среднем $1,19 \pm 0,32$), ФРР – от 5,9 до 10,5 мм рт. ст. (в среднем $7,7 \pm 2,5$ мм рт. ст.), КГ – от 5,2 до 11,0 мм рт. ст. (в среднем $8,5 \pm 2,3$ мм рт. ст.), МТРТ – от 503 до 561 мкм (в среднем 527 ± 27 мкм).

У пациентов 3-й подгруппы IA группы НКОЗ до операции варьировала от 0,01 до 0,3 (в среднем $0,05 \pm 0,04$), КОЗ колебалась от 0,01 до 0,8 (в среднем $0,32 \pm 0,14$), Sph варьировал от -2,5 до -9,25 дптр (в среднем $-5,9 \pm 2,1$ дптр), Cyl составлял от -1,75 до -7,25 дптр (в среднем $-4,4 \pm 2,16$ дптр), Кср было от 43,5 до 47,5 дптр (в среднем $46,6 \pm 3,5$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -1,25 до -10,1 дптр (в среднем $-7,1 \pm 2,33$ дптр), индекс SRI – от 0,55 до 2,23 (в среднем $1,39 \pm 0,31$), индекс SAI – от 0,88 до 2,44 (в среднем $1,31 \pm 0,35$), ФРР – от 6,3 до 10,9 мм рт. ст. (в среднем $7,9 \pm 2,1$ мм рт. ст.), КГ – от 6,2 до 10,6 мм рт. ст. (в среднем $8,3 \pm 2,4$ мм рт. ст.), МТРТ – от 495 до 560 мкм (в среднем 536 ± 30 мкм).

У пациентов 4-й подгруппы IA группы НКОЗ до операции варьировала от 0,02 до 0,4 (в среднем $0,13 \pm 0,12$), КОЗ колебалась от 0,05 до 0,9 (в среднем $0,46 \pm 0,27$), Sph варьировал от +1,25 до +5,0 дптр (в среднем $+3,48 \pm 1,12$ дптр), Cyl составлял от -3,0 до -10,0 дптр (в среднем $-6,44 \pm 2,25$ дптр), Кср было от 37,5 до 46,1 дптр (в среднем $43,2 \pm 2,6$ дптр), РАПП роговичного трансплантата - от -5,3 до -12,6 дптр (в среднем $-8,64 \pm 3,16$ дптр), индекс SRI – от 0,59 до 2,07 (в среднем $1,45 \pm 0,41$), индекс SAI – от 0,54 до 2,57 (в среднем $1,22 \pm 0,39$), ФРР – от 5,8 до 10,0 мм рт. ст. (в среднем $7,8 \pm 2,3$ мм рт. ст.), КГ – от 5,2 до 9,8 мм рт. ст. (в среднем $7,9 \pm 2,4$ мм рт. ст.), МТРТ – от 490 до 544 мкм (в среднем 521 ± 21 мкм).

У пациентов 5-й подгруппы IA группы НКОЗ до операции варьировала от 0,01 до 0,4 (в среднем $0,11 \pm 0,10$), КОЗ колебалась от 0,02 до 0,9 (в среднем $0,42 \pm 0,24$), Sph варьировал от +1,75 до +5,5 дптр (в среднем $+3,85 \pm 1,29$ дптр),

Сyl составлял от -2,5 до -9,5 дптр (в среднем $-6,89 \pm 2,48$ дптр), Кср было от 38,2 до 47,25 дптр (в среднем $44,1 \pm 3,1$ дптр), РАПП роговичного трансплантата - от -4,9 до -12,75 дптр (в среднем $-8,9 \pm 3,25$ дптр), индекс SRI – от 0,51 до 2,15 (в среднем $1,38 \pm 0,49$), индекс SAI – от 0,62 до 2,96 (в среднем $1,39 \pm 0,42$), ФРР - от 5,5 до 10,0 мм рт. ст. (в среднем $7,5 \pm 2,2$ мм рт. ст.), КГ – от 5,6 до 10,1 мм рт. ст. (в среднем $8,1 \pm 2,3$ мм рт. ст.), МТРПТ – от 485 до 549 мкм (в среднем 528 ± 28 мкм).

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. В анамнезе СКП у пациентов ПА группы было выполнено по поводу пеллюцидной дегенерации роговицы (8 глаз), кератоконуса IV стадии (6 глаз), центрального рубца роговицы (6 глаз), центрального помутнения после язвы роговицы (6 глаз), наследственной дистрофии роговицы (6 глаз), вторичной кератэктазии (4 глаза).

Критериями включения пациентов после СКП с катарактой на операцию ФЭК+тИОЛ являлись: отсутствие помутнения роговичного трансплантата, регулярный РА не более -12 дптр, ПЭК роговичного трансплантата ≥ 1800 кл/мм².

У всех пациентов ПА группы были мягкие ядра хрусталиков по классификации Buratto L. (1999), не превышающие III степень плотности [9]. Плотность ядра хрусталика соответствовала I степени на 10 глазах, II степени – на 14, III степени – на 12 глазах.

У пациентов ПА группы НКОЗ до операции варьировала от 0,01 до 0,1 (в среднем $0,07 \pm 0,03$), КОЗ колебалась от 0,01 до 0,5 (в среднем $0,28 \pm 0,15$), Sph варьировал от -2,0 до +5,5 дптр (в среднем $0,88 \pm 5,2$ дптр), Сyl составлял от -1,5 до -6,5 дптр (в среднем $-4,88 \pm 1,8$ дптр), Кср было от 39,16 до 48,78 дптр (в среднем $44,78 \pm 3,51$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -2,5 до -10,5 дптр (в среднем $-8,9 \pm 3,25$ дптр). Статистически сопоставимые данные Кср задней поверхности роговичного трансплантата были получены

по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – $7,24 \pm 1,08$ дптр (от 5,9 до 8,6 дптр) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) – $5,77 \pm 0,75$ дптр (от 4,4 до 6,8 дптр) ($p=0,2155$).

По данным ОКТ роговицы, значение одного из главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата было более 7,5 дптр в 38,9% случаев. Были отмечены статистически различные данные Кср, а также РАПП роговичного трансплантата по данным кератотопографа (TMS-5), ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) ($p < 0,05$) и сопоставимые данные РАЗП, измеренные при помощи ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) ($p > 0,05$). Таким образом, применение показаний диагностического прибора наиболее точно измеряющего Кср, а также РАПП роговичного трансплантата и будет влиять на точность расчета ИОЛ. По данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), была отмечена разница в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата более 5° в 33,3% случаев, по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – в 41,7%, которая снижает в этих случаях рефракционный результат из-за невозможности одновременной коррекции РА передней и задней поверхностей роговичного трансплантата при имплантации тИОЛ.

Частота встречаемости РАЗП по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) у пациентов ПА группы в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 11% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 56%; по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) – в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 11% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 46%. Таким образом, средняя частота встречаемости РАЗП в пределах $\leq -0,3$ дптр по данным обоих приборов составляла 11%. По данным литературы, РАЗП составляет в среднем -0,3 дптр, и только 9% глаз имеют РАЗП роговицы более 0,5 дптр [80, 206]. Следовательно, у пациентов после СКП важно учитывать этот показатель, так как встречаемость его выше -0,3 дптр составляла в данном диссертационном исследовании 89%, а выше -1,0 дптр –

44% по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) и 56% – по данным шеймпфлюг кератотопографа (Pentacam).

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 на 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 ПЭК сквозного роговичного трансплантата при помощи эндотелиального микроскопа Tomey EM-3000, подсчет плотности клеток переднего эпителия сквозного роговичного трансплантата на лазерном сканирующем конфокальном микроскопе 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 минимального диаметра 5,0 мм, учитывая невозможность центрации относительно зрительной оси пациента в роговичном трансплантате 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 номограмме для оптимизированной технологии имплантации кольца с применением ФСЛ, учитывающей

корреляцию между величиной Sph и высотой ИК (патент РФ № 2715279). Чем выше было значение Sph, тем большая высота ИК необходима была для его коррекции.

Имплантацию ИК в интрастромальный карман, сформированный при помощи ФСЛ, выполняли по оптимизированной технологии (патент РФ № 2020108355) в 2 этапа. На I этапе формировали интрастромальный карман в пределах роговичного трансплантата с диаметром не менее 7,5 мм, на глубине 80% от его минимальной толщины. Глубина имплантации 80% от МТРТ взята из расчета, что с одной стороны необходимо имплантировать ИК более глубоко в задние отделы стромы роговичного трансплантата с целью снижения РА и повышения сферичности и регулярности обеих его поверхностей, т.к. РАЗП у пациентов достигал по данным дооперационного обследования до -4,4 дптр. С другой стороны, такая глубина формирования интрастромального кармана позволяет оставлять не менее 100 мкм до эндотелия, что, по литературным данным, исключает индуцированное воздействие на него лазерной энергии ФСЛ и индуцированное снижение ПЭК [147]. Следующим преимуществом формирования интрастромального кармана на глубину 80% от МТРТ является большее повышение биомеханических свойств роговичного трансплантата и снижение риска протрузии кольца [25, 26]. На II этапе выполняли имплантацию ИК в роговичный карман с последующей центрацией по зрительной оси пациента.

У пациентов 2-й и 4-й подгрупп IA группы имплантировали по два одинаковых ИРС, параметры которых рассчитывались по номограмме, учитывающей значения Sph и РА. Чем больше была длина дуги ИРС и их высота, тем большее значение Sph и меньшее значение Cyl такие ИРС могли скорректировать. Чем меньше длина дуги ИРС и больше их высота, тем большее значение РА и гиперметропической рефракции (смешанного астигматизма) можно было скомпенсировать.

Имплантацию ИРС выполняли в два этапа по стандартной технологии. На I этапе формировали кольцевой интрастромальный тоннель и входной

разрез: 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 отечественного производства 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, что соответствует данным литературы [71, 146, 174].

У пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы был выполнен подбор ЖГСЛ. 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 определяли как с помощью биомикроскопии с применением флюоресцеина (флюоресцеиновая проба), так и при помощи ОКТ роговицы с анализом толщины центрального и лимбального клиренсов сразу после аппликации ЖГСЛ, затем через 1, 2 и после 4 часов ношения. Оценивали высоту лимбального клиренса и расположение края ЖГСЛ в 4 квадрантах через 1 и после 4 часов ношения. У всех пациентов обращали внимание при биомикроскопии на отсутствие касания ЖГСЛ передней поверхности роговичного трансплантата, положение ее края относительно конъюнктивы, подвижность ЖГСЛ.

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 большим

периодом изменения кривизны роговичного трансплантата из-за большего диаметра интрастромального кармана, проходящего через зрительную ось пациента, по сравнению с тоннелем, не затрагивающим 5,0-мм оптическую зону, что согласуется с опубликованными результатами других авторов [29, 64, 86, 87, 88, 146, 174].

Во ПА группе для коррекции ПА у пациентов с катарактой была выполнена ФЭК с имплантацией тИОЛ RayOne Toric RAO610T. Расчет тИОЛ проводили в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator, так как в данном калькуляторе можно было внести значение кератометрии главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата более 7,5 дптр, которое было отмечено на 14 глазах (14 пациентов) ПА группы (38,9%). Расчет тИОЛ у всех пациентов проводили на эмметропическую рефракцию. У части пациентов при расчете тИОЛ были получены расхождения в значениях оптической силы и торического компонента в связи с различными кератометрическими данными передней поверхности роговичного трансплантата, измеренными с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо (TMS-5), ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam). В этих случаях учитывали либо среднее значение кератометрических показателей, измеренных с помощью вышеуказанной диагностической аппаратуры, либо среднее значение двух близких по результатам кератометрических показателей, измеренных при помощи двух диагностических аппаратов и отличающихся от значения, измеренного на третьем диагностическом приборе.

ФЭК с имплантацией тИОЛ выполняли по стандартной технике. Интра- и послеоперационных осложнений отмечено не было, что соответствует данным литературы [15, 150, 210].

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.

Ранний послеоперационный период протекал адекватно 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. Данное наблюдение подтверждается многими авторами и объясняется локальным разрывом конъюнктивных сосудов в результате наложения вакуумного кольца [146, 178]. 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 IA группы отмечали в них значительное повышение остроты зрения. При биомикроскопии у всех пациентов глаза были спокойные, оптические среды – прозрачные, ЖГСЛ была центрирована и не касалась передней поверхности 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 центральный клиренс сразу после аппликации ЖГСЛ по данным ОКТ роговичного трансплантата был в пределах 250-275 мкм, через 1 час – 200-225, через 2 часа – 150-175, после 4 часов ношения – 100-125 мкм. Лимбальный клиренс через 1 час ношения составлял 70-75 мкм, после 4 часов ношения – 40-60 мкм. Значения центрального и лимбального клиренсов у всех пациентов соответствовали рекомендациям фирмы-производителя ЖГСЛ. Правильное положение ЖГСЛ подтверждалось также равномерным распределением флюоресцеина в подлинзовом пространстве при проведении флюоресцеиновой пробы. Подвижность ЖГСЛ составляла в

пределах 0,05-0,1 мм. Осложнений у пациентов при ношении ЖГСЛ в течение всего периода наблюдения отмечено не было, что согласуется с данными литературы [2, 66, 180].

При коррекции миопической рефракции ПА у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы были получены следующие клинико-функциональные результаты. В послеоперационном периоде у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 6 мес. наблюдения НКОЗ повысилась на $0,19 \pm 0,05$ ($p=0,0045$) и через 12 мес. после операции увеличилась еще на $0,07 \pm 0,02$ ($p=0,0019$). К 6 мес. наблюдения КОЗ повысилась на $0,29 \pm 0,08$ ($p=0,0045$), затем к 12 мес. после операции увеличилась еще на $0,07 \pm 0,02$ ($p=0,0031$). НКОЗ и КОЗ больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. У пациентов 2-й подгруппы IA группы через 3 мес. после операции НКОЗ повысилась на $0,21 \pm 0,04$ ($p=0,0046$), КОЗ через 1 мес. после операции увеличилась на $0,37 \pm 0,05$ ($p=0,0065$) и больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. У пациентов 3-й подгруппы IA группы острота зрения в ЖГСЛ увеличилась по сравнению с КОЗ в очках на $0,57 \pm 0,07$ ($p=0,0022$) и больше не менялась в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения. Наибольшее повышение НКОЗ и КОЗ было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (НКОЗ ($p_{1-3}=0,0026$, $p_{2-3}=0,0021$), КОЗ ($p_{1-3}=0,0035$, $p_{2-3}=0,0039$)). У пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы было отмечено сопоставимое увеличение НКОЗ ($p_{1-2}=0,1925$) и КОЗ ($p_{1-2}=0,1625$).

В 1-й подгруппе IA группы КЭф составил $1,1 \pm 0,18$, во 2-й подгруппе IA группы – $0,93 \pm 0,16$ и в 3-й подгруппе IA группы – $2,78 \pm 0,12$. Таким образом, наибольший КЭф был отмечен в 3-й подгруппе IA группы ($p_{1-3}=0,0067$, $p_{2-3}=0,0045$) и сопоставимое его значение в 1-й и 2-й подгруппах IA группы ($p_{1-2}=0,3857$).

У пациентов 1-й подгруппы IA группы к 6 мес. наблюдения Sph снизился на $-6,90 \pm 0,99$ дптр ($p=0,0134$) и к 12 мес. снизился еще на $-0,50 \pm 0,11$ дптр ($p=0,0136$). К 6 мес. наблюдения Cyl снизился на $-2,89 \pm 1,27$ дптр ($p=0,0245$) и к 12 мес. уменьшился еще на $-0,25 \pm 0,15$ дптр ($p=0,0285$). Sph и Cyl больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. У пациентов 2-й

подгруппы IA группы к 3 мес. наблюдения Sph снизился на $-3,84 \pm 1,66$ дптр ($p=0,0145$), Cyl – на $-2,63 \pm 1,17$ дптр ($p=0,0233$) и больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. У пациентов 3-й подгруппы IA группы Sph в ЖГСЛ снизился на $-5,78 \pm 1,75$ дптр ($p=0,0015$), Cyl – на $-4,11 \pm 2,01$ дптр ($p=0,0018$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения. Наибольшее снижение Sph и Cyl было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (Sph ($p_{1-3}=0,0162$, $p_{2-3}=0,0152$), Cyl ($p_{1-3}=0,0142$, $p_{2-3}=0,0158$)). У пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы было отмечено сопоставимое снижение Cyl ($p_{1-2}=0,0662$) и Sph ($p_{1-2}=0,0725$).

По данным компьютерной кератотопографии, наибольшее снижение индексов SRI и SAI было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (SRI ($p_{1-3}=0,0085$, $p_{2-3}=0,0064$), SAI ($p_{1-3}=0,0033$, $p_{2-3}=0,0081$)). 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 ($p_{1-2}=0,0132$).

Отмеченный рефракционный гипoeффе́кт после стабилизации клинико-функциональных показателей у пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы связан с расчетом рефракционного результата имплантации ИК и ИРС без учета индивидуальной глубины их имплантации у каждого пациента. Полученный рефракционный результат коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком ЖГСЛ и методом имплантации ИРС в роговичный трансплантат соответствует данным литературы [29, 38, 48, 64, 66, 146, 178, 188]. В литературных источниках отсутствуют публикации, кроме статей, опубликованных автором данной работы, по имплантации ИК в роговичный трансплантат для коррекции ПА, что может быть связано с высокой стоимостью ИК.

По данным ОКТ роговицы (CASIA 2), у пациентов 1-й подгруппы IA группы к 6 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,43 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0333$), затем к 12 мес. уменьшилось еще на $0,19 \pm 0,05$ дптр ($p=0,0334$). По данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), у пациентов

данной подгруппы к 6 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,4 \pm 0,16$ дптр ($p=0,0332$), затем к 12 мес. уменьшилось еще на $0,18 \pm 0,05$ дптр ($p=0,0391$). По данным ОКТ роговицы и шеймпфлюг-кератотопографа, РАЗП больше не менялся в течение 3 лет наблюдения. По данным ОКТ роговицы, у пациентов 2-й подгруппы IA группы к 3 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,5 \pm 0,37$ дптр ($p=0,0237$). По данным шеймпфлюг-кератотопографа, у пациентов данной подгруппы к 3 мес. наблюдения среднее значение РАЗП снизилось на $0,48 \pm 0,4$ дптр ($p=0,0234$). По данным ОКТ роговицы и шеймпфлюг-кератотопографа, РАЗП больше не менялся в течение 3 лет наблюдения. У всех пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы было отмечено сопоставимое снижение значения РАЗП.

В литературных источниках отсутствуют публикации по изменению РАЗП роговичного трансплантата после имплантации ИК и ИРС, что может быть связано с тем, что большинство авторов не учитывают значение РАЗП при расчете ИОЛ у пациентов после СКП с катарактой, и, таким образом, не исследуют возможность его снижения при помощи интрастромальных имплантов. Сопоставимые показания вышеперечисленных приборов до и после имплантации ИК и ИРС в роговичный трансплантат позволяют использовать любой из этих приборов как для оценки эффективности снижения РАЗП роговичного трансплантата, так и для его измерения при расчете торического компонента тИОЛ.

При анализе изменений биомеханических свойств роговичного трансплантата у пациентов 1-й подгруппы IA группы было отмечено большее повышение КГ на 8,0% по сравнению с пациентами 2-й подгруппы IA группы ($p_{1-2}=0,0153$) и сопоставимое увеличение ФРР ($p_{1-2}=0,1377$). Наименьшее повышение ФРР и КГ было отмечено у пациентов 3-й подгруппы IA группы (ФРР ($p_{1-3}=0,0128$, $p_{2-3}=0,0167$), КГ ($p_{1-3}=0,0111$, $p_{2-3}=0,0154$)). Сопоставимое повышение ФРР и КГ роговичного трансплантата после имплантации ИК и ИРС отмечены и другими авторами [13, 71, 89, 146]. Незначительное повышение биомеханических свойств роговичного

трансплантата, измеренное после снятия ЖГСЛ, объясняется небольшим отеком, который не являлся клинически значимым, т.к. не превышал 4,0% от его минимальной толщины и проходил у всех пациентов на следующий день после снятия ЖГСЛ. Полученные результаты согласуются с исследованиями других авторов [37, 66, 103].

При коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы были получены следующие клинико-функциональные результаты. В послеоперационном периоде у пациентов 4-й подгруппы IA группы к 3 мес. наблюдения НКОЗ повысилась на $0,3 \pm 0,05$ ($p=0,046$), КОЗ – на $0,24 \pm 0,08$ ($p=0,0133$) и больше не менялись в течение 3 лет наблюдения. У пациентов 5-й подгруппы IA группы острота зрения в ЖГСЛ увеличилась по сравнению с КОЗ в очках на $0,46 \pm 0,18$ ($p=0,0011$) и больше не менялась в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения. Наибольшее повышение НКОЗ и КОЗ было отмечено у пациентов 5-й подгруппы (НКОЗ ($p_{4-5}=0,0123$), КОЗ ($p_{4-5}=0,0116$)). У всех пациентов был рассчитан КЭф, значение которого было выше в 5-й подгруппе IA группы – $2,1 \pm 0,19$, по сравнению с КЭф $0,93 \pm 0,15$ в 4-й подгруппе IA группы ($p_{4-5}=0,0116$).

У пациентов 4-й подгруппы IA группы к 3 мес. наблюдения Sph повысился на $+1,96 \pm 0,76$ дптр ($p=0,0264$), Cyl снизился на $-4,91 \pm 1,89$ дптр ($p=0,0177$) и больше не менялись в течении 3 лет наблюдения. У пациентов 5-й подгруппы IA группы Sph в ЖГСЛ увеличился на $+3,75 \pm 0,99$ дптр ($p=0,0162$), Cyl снизился на $-6,64 \pm 2,41$ дптр ($p=0,0184$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения. Наибольшее улучшение Sph и Cyl было отмечено у пациентов 5-й подгруппы IA группы по сравнению с пациентами 4-й подгруппы IA группы (Sph ($p_{4-5}=0,0152$), Cyl ($p_{4-5}=0,0131$)).

По данным компьютерной кератотопографии, у пациентов 4-й подгруппы IA группы к 3 мес. наблюдения Кср увеличилось на $2,0 \pm 0,4$ дптр ($p=0,0364$), среднее значение РАПП роговичного трансплантата снизилось на $-4,9 \pm 1,94$ дптр ($p=0,0377$) и больше не менялись в течение 3 лет наблюдения.

У пациентов 5-й подгруппы IA группы Кср в ЖГСЛ увеличилось на $3,75 \pm 0,1$ дптр ($p=0,0089$), РАПП – на $6,64 \pm 2,21$ дптр ($p=0,00961$) и больше не менялись в ЖГСЛ в течение 3 лет наблюдения. В этой подгруппе было отмечено наибольшее снижение Кср и РАПП (Кср ($p_{4-5}=0,0332$), РАПП ($p_{4-5}=0,0312$)). У пациентов 5-й подгруппы IA группы в сравнении с пациентами 4-й подгруппы IA группы выявлено большее снижение среднего значения кератотопографических индексов SRI ($p_{4-5}=0,0085$) и SAI – на 51,4% ($p_{4-5}=0,0029$). Рядом исследователей были отмечены сопоставимые с представленными в данной работе результаты повышения остроты, изменение рефракции и кератотопографических показателей как после имплантации ИРС в роговичный трансплантат, так и при ношении ЖГСЛ для коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком [29, 38, 48, 64, 66, 146, 174, 188].

У пациентов 4-й подгруппы IA группы выявлено большее повышение ФРР на 16,3% ($p_{4-5}=0,0122$), КГ – на 15,2% ($p_{4-5}=0,0122$) по сравнению с пациентами 5 подгруппы IA группы.

Для оценки безопасности проведенных операций и ношения ЖГСЛ всем пациентам 1-5-й подгрупп IA группы проводились: подсчет ПЭК с помощью эндотелиального микроскопа, лазерная тиндалеметрия с подсчетом количества клеток и потока белка во влаге передней камеры, а также расчет коэффициента безопасности. У пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы также определялось изменение МТРТ в динамике до подбора ЖГСЛ и через 1, 2, 3 года их ношения.

При проведении лазерной тиндалеметрии в 1-й подгруппе IA группы поток белка в передней камере до операции составил $1,87 \pm 0,17$ ф/мс, количество клеток – $1,21 \pm 0,17$ кл/мм³, во 2-й подгруппе IA группы – $1,69 \pm 0,15$ ф/мс и $1,42 \pm 0,20$ кл/мм³, в 3-й подгруппе IA группы – $1,69 \pm 0,15$ ф/мс и $1,31 \pm 0,16$ кл/мм³, в 4-й подгруппе IA группы – $1,35 \pm 0,15$ ф/мс и $1,33 \pm 0,15$ кл/мм³, в 5-й подгруппе IA группы – $1,54 \pm 0,18$ ф/мс и $1,44 \pm 0,18$ кл/мм³ соответственно.

У всех пациентов 1-й подгруппы IA группы при проведении лазерной тиндалеметрии поток белка во влаге передней камеры на 1-й день после операции увеличился на $1,68 \pm 0,02$ ф/мс ($p=0,0062$), количество клеток – на $0,93 \pm 0,04$ кл/мм³ ($p=0,0065$), во 2-й подгруппе – на $2,15 \pm 0,02$ ф/мс ($p=0,0044$) и на $0,86 \pm 0,05$ кл/мм³ ($p=0,0065$), в 4-й подгруппе IA группы – на $1,87 \pm 0,03$ ф/мс ($p=0,0085$) и на $0,78 \pm 0,07$ кл/мм³ ($p=0,0047$) соответственно. При обследовании пациентов через 1 мес. после операции величина потока белка и количества клеток в 1-й, 2-й и 4-й подгруппах IA группы соответствовала дооперационным значениям (поток белка в передней камере ($p_1=0,2145$, $p_2=0,1523$, $p_4=0,1233$), количество клеток во влаге передней камеры ($p_1=0,1296$, $p_2=0,1441$, $p_4=0,1345$)).

В 3-й подгруппе IA группы при проведении лазерной тиндалеметрии в конце 1-го дня ношения в ЖГСЛ поток белка в передней камере повысился на $0,56 \pm 0,04$ ф/мс ($p=0,0037$), количество клеток – на $0,50 \pm 0,03$ кл/мм³ ($p=0,0051$). Значение потока белка и количества клеток во влаге передней камеры на следующий день после снятия ЖГСЛ соответствовало данным до их подбора (поток белка в передней камере ($p_3=0,2664$), количество клеток во влаге передней камеры ($p_3=0,26360$)).

Коэффициент безопасности у пациентов 1-й подгруппы IA группы был $2,24 \pm 0,13$, 2-й подгруппы – $2,23 \pm 0,19$, 3-й подгруппы – $2,78 \pm 0,11$, 4-й подгруппы – $1,52 \pm 0,14$, 5-й подгруппы IA группы – $2,11 \pm 0,12$, что свидетельствует об отсутствии потери КОЗ после хирургических вмешательств и ношения ЖГСЛ.

Из-за статистически значимой разницы ПЭК в 1-5-й подгруппах IA группы до операции и подбора ЖГСЛ ($p=0,0125$) сравнительный анализ изменения ПЭК в различные периоды после операции и ношения ЖГСЛ в этих подгруппах не проводили. 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 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-й подгруппе – 9,6% ($p=0,0144$), в 5-й подгруппе IA группы – 8,9% ($p=0,0113$). Сходные результаты, указывающие на отсутствие воспалительной реакции глаза, потери ПЭК, превышающей физиологическую норму, строк КОЗ после имплантации ИК и ИРС подтверждаются и другими исследователями [64, 71, 86, 87, 88, 146, 178].

Измерение МТРТ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы проводили сразу после снятия ЖГСЛ спустя 8 часов их очередного ношения. Было отмечено статистически значимое повышение МТРТ после снятия ЖГСЛ, измеренное на сроках 12 ($p=0,0422$), 24 ($p=0,0410$) и 36 ($p=0,0402$) мес. их ношения по сравнению с данными до подбора. Однако увеличение МТРТ, измеренное сразу после снятия ЖГСЛ, в течение 36 мес. наблюдения не превышало 2,6% от данных МТРТ до их подбора, что свидетельствовало об отсутствии клинически значимого отека роговичного трансплантата. У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы на следующий день после снятия ЖГСЛ значение МТРТ соответствовало данным до их подбора ($p=0,2545$). Сопоставимые результаты увеличения МТРТ после ношения ЖГСЛ в пределах 2-3% соответствует литературным данным [66, 173, 208].

Наибольшая эффективность и безопасность коррекции ПА была достигнута при применении ЖГСЛ (КЭф – $2,8 \pm 0,12$, коэффициент безопасности – $2,8 \pm 0,11$) по сравнению с имплантацией ИК (КЭф – $0,75 \pm 0,18$, коэффициент безопасности – $2,24 \pm 0,13$) и ИРС (КЭф – $0,67 \pm 0,16$, коэффициент безопасности – $2,21 \pm 0,19$) с применением фемтолазера.

У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы был проведен подсчет плотности клеток переднего эпителия сквозного роговичного трансплантата на конфокальном микроскопе 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 шиповидных клеток – на 19,5% и базального слоя переднего эпителия – на 15,1% в

центральной зоне роговичного трансплантата, что вызывает необходимость разработки способа снижения потери плотности клеток переднего эпителия роговичного трансплантата при ношении ЖГСЛ. В литературных источниках отсутствуют данные исследования, что может быть связано с коротким периодом наблюдения данной категории пациентов.

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. 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), составивших 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 ($p > 0,05$).

Для повышения эффективности и улучшения предсказуемости запланированного рефракционного эффекта имплантации ИК 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). Разработка формулы проводили для ИК диаметром 5,0 мм из-за невозможности центрации относительно зрительной оси пациента в роговичном трансплантате кольца большего диаметра в связи с попаданием его края на посткератопластический рубец или расположения ИК у края входного тоннеля. Рефракционный эффект в каждом случае рассчитывали путем внесения в формулу глубины имплантации ИК и его высоты с подбором параметров от 200 до 400 мкм с шагом 20 мкм для получения необходимого рефракционного результата.

Для повышения предсказуемости запланированного рефракционного результата коррекции ПА методом имплантации двух одинаковых ИРС в роговичный трансплантат были разработаны формулы расчета рефракционного эффекта на основе математического анализа, который учитывал 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). Расчет рефракционного эффекта корригируемого Sph и РА в каждом случае проводили путем внесения в формулы глубины имплантации ИРС и их высоты с подбором параметров от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм для получения необходимого рефракционного результата.

Для профилактики снижения потери клеток переднего эпителия роговичного трансплантата и увеличения объема поступающего к нему кислорода через склеральную линзу у пациентов, применяющих для коррекции ПА ЖГСЛ, стали использовать линзы OKVision SMARTFIT из того же материала, как и у пациентов ретроспективной группы (Contamac Optimum Extra), но с большим коэффициентом кислородопроницаемости 180 ед. 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 насыщенной кислородом слезы, именно в зонах расположения палисад Фогта, где находятся лимбальные стволовые клетки.

Для оценки эффективности и безопасности разработанной оптимизированной технологии коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком был проведен клинико-функциональный анализ ее результатов в сравнении с существующими технологиями.

Имплантация ИК была выполнена в 1-х подгруппах IA и IB групп для коррекции миопической рефракции ПА. Было отмечено статистически значимое различие в среднем значении НКОЗ между группами ($p < 0,05$) с 1 по

12 мес. после операции и сопоставимый рост КОЗ ($p > 0,05$). 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 ($p < 0,05$). Меньшее значение НКОЗ у пациентов 1-й подгруппы IA группы было связано с остаточной миопической рефракцией слабой степени из-за расчёта рефракционного результата без учета индивидуальной толщины роговичного трансплантата у каждого пациента. 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 среднего значения Кср, и больше Sph и Кср не менялись. В отличие от пациентов 1-й подгруппы IA группы у пациентов 1-й подгруппы IB группы через 1 мес после операции Sph соответствовал 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 подгруппы IB группы наблюдалось постепенное увеличение Sph на $1,04 \pm 0,53$ дптр, что подтверждалось увеличением среднего значения Кср, и больше Sph и Кср не менялись. У пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп через 12 мес. после операции было отмечено сопоставимое снижение Cyl 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 $0,41 \pm 0,18$, повышение ФРР на $1,6 \pm 0,6$ мм рт. ст. и $1,7 \pm 0,5$ мм рт. ст., КГ – на $1,86 \pm 0,65$ мм рт. ст. и $1,5 \pm 0,45$ мм рт. ст., 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. Наибольшее изменение клинико-функциональных показателей у

пациентов 2-х и 4-х подгрупп IA и IB групп отмечено к 1 мес., а их стабилизация – к 3 мес. после операции. У пациентов 2-х подгрупп IA и IB групп 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 2-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 эметропическая 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 Кср и РАПП роговичного трансплантата. Остаточный гипоеффект по Sph и Cyl у пациентов 2-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 $0,37 \pm 0,13$, повышение ФРР на $1,6 \pm 0,6$ мм рт. ст. и $1,7 \pm 0,7$ мм рт. ст., КГ – на $1,3 \pm 0,6$ мм рт. ст. и $1,2 \pm 0,6$ мм рт. ст., а также значения коэффициента безопасности – $2,2 \pm 0,14$ и $2,0 \pm 0,12$ соответственно.

При коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА у пациентов 4-х подгрупп IA и IB групп после имплантации ИРС 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 ($p < 0,05$). КЭф 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 4-й подгруппы IA группы после стабилизации остроты зрения было связано с остаточной гиперметропической рефракцией слабой степени по Sph и остаточным Cyl, что подтверждается меньшим увеличением Кср 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 эмметропическая рефракция. 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 $0,30 \pm 0,15$, повышение ФРР на $1,5 \pm 0,6$ мм рт. ст. и $1,4 \pm 0,5$ мм рт. ст., КГ – на $1,4 \pm 0,5$ мм рт. ст. и $1,3 \pm 0,6$ мм рт. ст., а также значения коэффициента безопасности $1,5 \pm 0,15$ и $1,5 \pm 0,14$ соответственно. В литературных источниках отсутствуют публикации по расчету рефракционного результата коррекции ПА методами имплантации ИК и ИРС с учетом глубины их имплантации у пациентов с прозрачным хрусталиком, что может быть связано со сложностью набора необходимого клинического материала из-за выполнения рефракционно-лазерных операций или коррекции ПА очками или контактными линзами.

После подбора ЖГСЛ у всех пациентов 3-х подгрупп IA и IB групп и 5-х подгрупп IA и IB групп была достигнута высокая сопоставимая в обеих группах 3-х и 5-х подгрупп острота зрения и эмметропическая 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 КЭф и коэффициента безопасности. КЭф составил $2,1 \pm 0,09$ и

2,0±0,07, коэффициент безопасности – 2,1±0,08 и 2,0±0,07 соответственно. У пациентов 3-й подгруппы IB групп было отмечено немного меньшее повышение ФРР и КГ в среднем на 0,1±0,05 мм рт. ст. по сравнению с пациентами 3-й подгруппы IA группы. У пациентов 5-й подгруппы IB групп было отмечено также несколько меньшее повышение ФРР и КГ в среднем на 0,1±0,08 мм рт. ст. по сравнению с пациентами 5-й подгруппы IA группы.

До подбора ЖГСЛ было отмечено сопоставимое среднее значение МТРТ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп. Увеличение МТРТ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы, измеренное сразу после снятия ЖГСЛ, в течение 36 мес. наблюдения не превышало 2,6% от данных МТРТ до их подбора, а у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IB группы – 1,5% от данных МТРТ до их подбора, что свидетельствовало об отсутствии клинически значимого отека роговичного трансплантата у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы, который в норме не превышает 4,0% от его минимальной толщины, т.е. не больше физиологического отека роговицы после сна [208]. Однако у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы была отмечена на 1,5% большая МТРТ и на 0,1±0,05 мм рт. ст. данные ФРР и КГ по сравнению с пациентами 3 и 5 подгрупп IB группы ($p < 0,05$). У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA и IB групп на следующий день после снятия ЖГСЛ значение МТРТ соответствовало данным до их подбора ($p > 0,05$). Статистически значимого изменения МТРТ при ношении ЖГСЛ в течение 36 мес. наблюдения у данных пациентов отмечено не было ($p > 0,05$).

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 шиповидных 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. Это объяснялось большим объемом поступающего кислорода к роговичному трансплантату через склеральную линзу, изготовленную из материала с высоким коэффициентом

кислородопроницаемости 180 ед. и фенестрациями на 6 и 12 часах. Они увеличивают циркуляцию насыщенную свежим кислородом слезы, как в подлинзовом пространстве, так и особенно расположенных в проекции этих фенестраций палисад Фогта с лимбальными стволовыми клетками. В литературных источниках отсутствуют публикации по применению ЖГСЛ с коэффициентом кислородопроницаемости 180 ед. с фенестрациями для коррекции ПА, что может быть связано с относительно недавним появлением таких ЖГСЛ, непереносимостью их у ряда пациентов и широким применением хирургических методов коррекции ПА.

У пациентов ПА 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 эмметропической рефракции цели и коррекции РА. Ранний послеоперационный период протекал ареактивно. Все пациенты на следующий день после операции отмечали значительное улучшение остроты зрения. При биомикроскопии у части пациентов были выявлены локальные субконъюнктивальные кровоизлияния, связанные с субконъюнктивальной анестезией во время операции, которые отмечаются и другими авторами [45, 84]. Роговичные трансплантаты у всех пациентов были прозрачные, ротация тИОЛ ни у одного из пациентов не была больше 5° , что согласуется с результатами других исследователей [19, 150, 209, 210].

К 3 мес. после операции НКОЗ повысилась на $0,4 \pm 0,12$ ($p=0,0154$), КОЗ – на $0,4 \pm 0,03$ ($p=0,0144$), Sph снизился на $0,45 \pm 4,1$ дптр ($p=0,02367$), Cyl – на $-3,26 \pm 0,62$ дптр ($p=0,0245$), РАПП – на $-0,7 \pm 0,48$ дптр ($p=0,0315$) и больше не менялись в течение 12 мес. наблюдения. Стабилизация клинико-функциональных показателей через 3 мес. после ФЭК подтверждается различными исследователями [160, 190]. При расчете оптической силы тИОЛ отмечено попадание в запланированную рефракцию цели по Sph в пределах $\pm 0,5$ дптр в 32% случаев, $\pm 1,0$ дптр – в 56%. При расчете торического компонента тИОЛ отмечен остаточный Cyl в пределах $-0,5$ дптр в 25%

случаев, $-1,0$ дптр – в 44%. Угол ротации тИОЛ к 3 мес. после ФЭК составил в среднем $3,05 \pm 1,19^\circ$ и больше не менялся. Угол ротации тИОЛ в течение всего периода наблюдения ни у одного из пациентов не превышал 5° , т.е. не оказывал влияния на рефракционный результат выполненных операций. Отсутствие клинически значимой ротации тИОЛ после ФЭК у пациентов после СКП отмечено в клинических исследованиях и других авторов [150, 209, 210].

Зная полученные величины Sph и Cyl после стабилизации рефракции в результате проведенной у пациентов ПА группы ФЭК, а также значение оптической силы и торического компонента имплантированных тИОЛ, в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator были рассчитаны точные параметры тИОЛ у каждого пациента на эмметропическую рефракцию и полную коррекцию суммарного РА.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов ПА группы отсутствовали, что соответствует данным литературы [46, 62, 130, 144, 178]. При проведении лазерной тиндалеметрии до операции у пациентов ПА группы поток белка в передней камере составил $1,54 \pm 0,41$ ф/мс, количество клеток – $1,46 \pm 0,32$ кл/мм³. На следующий день после ФЭК поток белка в передней камере повысился в среднем на $12,66 \pm 2,09$ ф/мс ($p=0,0158$), количество клеток – на $7,74 \pm 1,78$ кл/мм³ ($p=0,0122$). При обследовании пациентов через 1 мес. после операции показатели потока белка и количества клеток соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. Коэффициент безопасности составил $2,4 \pm 0,06$. Потеря ПЭК через 3 мес. после операции составила 8,7%, к 12 мес. – 10,3% ($p=0,0346$). Сопоставимый процент потери ПЭК после ФЭК согласуется с результатами других авторов [15, 89].

Для определения наиболее предсказуемого метода расчета оптической силы и торического компонента тИОЛ при ФЭК у пациентов после СКП был проведен ретроспективный сравнительный анализ рефракционных результатов при применении различных калькуляторов расчета тИОЛ с

внесением в них данных с используемой диагностической аппаратуры, полученных у пациентов ретроспективной группы на дооперационном этапе. Для этого способы расчета тИОЛ были разделены на четыре группы в зависимости от применяемых онлайн-калькуляторов расчета и используемой диагностической аппаратуры.

В группе 1 расчет тИОЛ проводили с применением данных кератометрии 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 выполнялось 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 в связи с учетом данным калькулятором кератометрии обеих поверхностей роговичного трансплантата, а также возможности введения значений кератометрии главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата более 7,5 дптр, которое встречалось на 14 глазах (14 пациентов) (38,9%) ПА группы. В группе 4 расчет тИОЛ проводили по онлайн-калькулятору The Kane Formula, котрый учитывает данные кератометрии только передней поверхности роговичного трансплантата. В него вносились данные, 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. Зная необходимые значения оптической силы и торического компонента тИОЛ, рассчитанные в ходе ретроспективного исследования у каждого пациента ПА группы на эмметропическую рефракцию, 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.

Среднее значение Sph в группе 1 составило $-0,03 \pm 0,87$ дптр, в группе 2 – $+0,03 \pm 0,87$ дптр, в группе 3 – $-0,14 \pm 3,37$ дптр, в группе 4 – $+0,36 \pm 1,60$ дптр. 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.

Среднее значение Cyl в группе 1 составило $-0,62 \pm 0,48$ дптр, в группе 2 – $-1,87 \pm 1,5$ дптр, в группе 3 – $-1,74 \pm 1,51$ дптр, в группе 4 – $-2,05 \pm 0,63$ дптр. 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%.

Наиболее предсказуемым методом расчета тИОЛ по результатам попадания в послеоперационную рефракцию по Sph в пределах $\pm 0,5$ дптр в 58% случаев и в $\pm 1,0$ дптр в 67%, по Cyl $\leq -0,5$ дптр в 56% случаев и $\leq -1,0$ дптр в 89% случаев был метод расчета тИОЛ группы 1. Метод заключается 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 ОКТ роговицы или шеймпфлюг-кератотопографа. В литературных источниках отсутствует информация о сравнительном анализе современных методов расчета тИОЛ при выполнении ФЭК для коррекции ПА у пациентов с катарактой, что может быть связано с малым количеством клинического материала из-за

частого выполнения СКП совместно с экстракцией катаракты и имплантацией ИОЛ.

Для оценки рефракционной эффективности ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу, обладающему по результатам ретроспективного анализа наибольшей предсказуемостью попадания в запланированную рефракцию цели, был проведен проспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции ПА у пациентов с катарактой в ПБ группе, в которую вошли 35 пациентов (35 глаз) с регулярным РА не более -12,0 дптр. У пациентов ПБ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 8 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 5, центрального рубца роговицы – на 7, помутнения роговицы после язвы – на 5, кератоконуса IV стадии – на 7, вторичной кератэктазии – на 3 глазах.

У всех пациентов ПБ группы были мягкие ядра хрусталиков по классификации Buratto L. (1999), не превышающие III степень плотности [9]. Плотность ядра хрусталика I степени была на 14 глазах, II степени – на 13, III степени – на 8 глазах.

У пациентов ПБ группы НКОЗ до операции варьировала от 0,02 до 0,11 (в среднем $0,06 \pm 0,05$), КОЗ колебалась от 0,02 до 0,4 (в среднем $0,31 \pm 0,14$), Sph варьировал от -1,0 до +7,0 дптр (в среднем $1,26 \pm 5,4$ дптр), Су1 составлял от -1,5 до -6,5 дптр (в среднем $-5,54 \pm 2,12$ дптр), Кср было от 39,75 до 47,25 дптр (в среднем $43,65 \pm 3,33$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -2,0 до -9,5 дптр (в среднем $-6,85 \pm 3,45$ дптр). Статистически сопоставимые данные Кср задней поверхности роговичного трансплантата были получены по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – $7,01 \pm 1,02$ дптр (от 5,7 до 8,2 дптр) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) – $5,92 \pm 0,65$ дптр (от 4,3 до 6,2 дптр) ($p=0,2256$).

По данным ОКТ роговицы, значение одного из главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата было более 7,5 дптр в 34,3% случаев (12 глаз). Были отмечены различные данные Кср, а также РА

передней поверхности роговичного трансплантата по данным кератотопографа (TMS-5), ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) ($p < 0,05$) и сопоставимые данные РАЗП роговичного трансплантата, измеренные при помощи ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) ($p > 0,05$). У пациентов ИБ группы был проведен анализ разницы в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата. По данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) была отмечена разница в расположении осей главных меридианов передней и задней поверхностей роговичного трансплантата более 5° в 34,3% случаев, по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) – в 37,1% случаев, которая снижает рефракционный результат из-за невозможности одновременной коррекции РА передней и задней поверхностей роговичного трансплантата при имплантации тИОЛ.

У всех пациентов ИБ группы был проведен анализ РАЗП роговичного трансплантата по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) и ОКТ роговицы (CASIA 2). Частота встречаемости РАЗП по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) у пациентов ИБ группы в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 14,3% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 55,6%. Частота встречаемости РАЗП по данным шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) у пациентов ИБ группы в пределах $\leq -0,3$ дптр составляла 11,4% и в пределах $\leq -1,0$ дптр – 51,4%.

Для оценки рефракционной эффективности предложенного метода расчета тИОЛ было проведено проспективное сравнительное исследование клинико-функциональных результатов коррекции ПА у пациентов с катарактой методом ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по определенному наиболее предсказуемому и стандартному методам. Дооперационные клинико-функциональные данные у пациентов ПА и ИБ групп были статистически сопоставимы ($p > 0,05$). Стабилизация клинико-функциональных данных у пациентов ПА и ИБ 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 связано 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% глаз, у пациентов ПБ группы – в пределах $-0,5$ дптр – в 61% случаев, $-1,0$ дптр – в 83%.

Таким образом, при расчете тИОЛ, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу, у пациентов ПБ группы отмечено более точное попадание в запланированную рефракцию по Sph в пределах $\pm 0,5$ дптр на 28%, $\pm 1,0$ дптр – на 17%, по Cyl в пределах $-0,5$ дптр – на 36%, $-1,0$ дптр – на 39% больше по сравнению с пациентами ПА группы.

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 его 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° ни у одного из пациентов ПА и ПБ групп. Интра- и послеоперационных осложнений в обеих группах отмечено не было. На следующий день после операции у пациентов ПА и ПБ групп было отмечено сопоставимое повышение потока белка ($p > 0,05$) и количества клеток во влаге передней камеры ($p > 0,05$), которые при измерении через 1 мес. после операции соответствовали дооперационным значениям и больше не менялись. 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. В литературных данных отсутствует информация по данному вопросу, что может быть связано с большим количеством существующих онлайн-калькуляторов и формул расчета ИОЛ, а также применения данных различной диагностической аппаратуры, как в данном исследовании, количество которой может быть ограничено у других исследователей, а также необходимым количеством клинического материала.

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 низкой эффективностью применения тИОЛ при иррегулярной форме РА. Для оценки эффективности и безопасности коррекции ПА у этих пациентов были применены комбинированные способы.

Коррекция регулярного суммарного РА более -12 дптр и иррегулярной формы РА была выполнена у 60 пациентов (60 глаз), которые составили ПБ группу. Все пациенты ПБ группы в зависимости от формы, величины и метода расчета ИОЛ были разделены на три подгруппы. В 1-ю подгруппу ПБ группы вошли 20 глаз (20 пациентов) с регулярным РА более -12,0 дптр и иррегулярным РА по типу «галстук-бабочка», которым на I этапе была выполнена имплантация ИРС с применением ФСЛ, а через 3 мес. и позже II этап – ФЭК+тИОЛ (RayOne Toric RAO610T (Rayner, United Kingdom)). У пациентов 1-й подгруппы ПБ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 6 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 3, центрального рубца роговицы – у 4, помутнения роговицы после язвы – на 4, кератоконуса IV стадии – на 2, вторичной кератэктазии – на 1 глазу. Вторую подгруппу ПБ группы

составили 20 глаз (20 пациентов) с иррегулярным РА с выраженным искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения, которым на I этапе была выполнена имплантация ИК с применением ФСЛ, а через 12 мес. и позже II этап – ФЭК+ИОЛ (МИОЛ 2 (Репер НН, Россия)), рассчитанной по стандартному методу. У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 4 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 2, центрального рубца роговицы – на 5, помутнения роговицы после язвы – на 5, кератоконуса IV стадии – на 3, вторичной кератэктазии – на 1 глазу. 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 на I этапе была выполнена имплантация ИК с применением ФСЛ, а через 12 мес. и позже II этап – ФЭК+ИОЛ (МИОЛ 2 (Репер НН, Россия)), рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной формуле. У пациентов 3-й подгруппы ПВ группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу наследственной дистрофии роговицы на 6 глазах, пеллюцидной дегенерации роговицы – на 2, центрального рубца роговицы – на 3, помутнения роговицы после язвы – на 5, кератоконуса IV стадии – на 4 глазах.

У пациентов 1-й подгруппы ПВ группы НКОЗ до операции варьировала от 0,02 до 0,05 (в среднем $0,03 \pm 0,01$), КОЗ колебалась от 0,01 до 0,3 (в среднем $0,08 \pm 0,01$), Sph и Cyl не измерить, Кср было от 36,74 до 48,67 дптр (в среднем $45,6 \pm 5,1$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -5,47 до -18,68 дптр (в среднем $-11,4 \pm 5,5$ дптр).

У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы НКОЗ до операции варьировала от 0,02 до 0,06 (в среднем $0,04 \pm 0,02$), КОЗ колебалась от 0,01 до 0,2 (в среднем $0,06 \pm 0,01$), Sph и Cyl не измерить, Кср было от 40,25 до 48,52 дптр (в среднем $46,8 \pm 2,4$ дптр), РАПП роговичного трансплантата – от -6,1 до -16,8 дптр (в среднем $-11,1 \pm 5,0$ дптр).

В 1-й подгруппе ПВ группы РАЗП роговичного трансплантата по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) составил в среднем – $-1,88 \pm 0,75$ дптр, во 2-й подгруппе – $-1,63 \pm 1,26$ дптр. Значение кератотопографических индексов SRI и SAI составили у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы $1,41 \pm 0,24$ и $2,12 \pm 0,28$, у пациентов 2-й подгруппы – $1,57 \pm 0,34$ и $3,0 \pm 1,48$ соответственно. У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы провели денситометрию роговичного трансплантата и роговицы реципиента для оценки их оптической плотности в связи с наличием участков истончений роговицы реципиента по краю посткератопластического рубца, связанных с исходной патологией роговицы, по поводу которой была выполнена СКП в анамнезе. Среднее значение TOD роговичного трансплантата составило $20,9 \pm 2,1$ усл. ед., LOD участка роговичного трансплантата, граничащего с истонченной зоной роговицы реципиента – $14,6 \pm 1,3$ усл. ед. По данным ОКТ роговицы (CASIA 2), у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы отсутствовали диастазы в проекции посткератопластического рубца.

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 на $0,16 \pm 0,13$ ($p=0,0346$), КОЗ – на $0,29 \pm 0,17$ ($p=0,0333$), РАПП роговичного трансплантата снизился на $-7,8 \pm 3,5$ дптр ($p=0,0165$), РАЗП роговичного трансплантата – на $-0,98 \pm 0,22$ дптр ($p=0,0133$), индекса SRI – на $0,26 \pm 0,07$ ($p=0,0146$), индекса SAI – на $0,9 \pm 0,09$ ($p=0,0146$), Кср – на $1,7 \pm 1,0$ дптр ($p=0,0374$) и больше не менялось в течение 6 мес. наблюдения. КЭф составил $2,4 \pm 0,07$.

Интра- и послеоперационные осложнения после I этапа хирургического лечения отсутствовали. Поток белка и количество клеток в передней камере на следующий день после имплантации ИРС в роговичный трансплантат повысились, но не превышали верхнюю границу нормы. Через 1 мес. после операции данные показатели соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. 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 на $0,25 \pm 0,05$ ($p=0,0164$), КОЗ – на $0,29 \pm 0,17$ ($p=0,0135$), Sph – на $0,67 \pm 3,9$ дптр ($p=0,0356$), Cyl снизился на $-2,16 \pm 1,33$ дптр ($p=0,0233$), РАПП роговичного трансплантата – на $-0,6 \pm 0,22$ дптр ($p=0,0225$) и больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. КЭф составил $1,2 \pm 0,07$. У части пациентов была отмечена ротация тИОЛ в течение 3 мес. после операции, не превышающая 5° , т.е. не оказывающая влияния на рефракционный результат выполненных операций.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы после II этапа хирургического лечения отсутствовали. Поток белка и количество клеток в передней камере на следующий день после ФЭК превышали верхнюю границу нормы. Через 1 мес. после операции данные показатели соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. 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 на $0,07 \pm 0,03$ ($p=0,0353$), КОЗ – на $0,1 \pm 0,03$ ($p=0,0334$), РАПП роговичного трансплантата снизился на $-6,9 \pm 3,4$ дптр ($p=0,0235$), РАЗП роговичного трансплантата – на $-0,53 \pm 0,4$ дптр ($p=0,0324$), индекс SRI – на $0,54 \pm 0,19$ ($p=0,0126$), индекс SAI – на $1,34 \pm 1,13$ ($p=0,0122$), Кср – на $8,4 \pm 0,9$ дптр ($p=0,0326$) и больше не менялись. КЭф составил $1,8 \pm 0,02$. Через 12 мес. после операции увеличились TOD, LOD роговичного трансплантата и оптическая плотность всех его

участков за счет создания в нем после имплантации ИК дополнительного «каркаса жесткости». Наибольшее увеличение было LOD роговичного трансплантата. Это могло быть связано с увеличением и перераспределением после операции оптической плотности всего роговичного трансплантата за счет имплантации цельного ИК для достижения более сопоставимого значения во всех его участках, что привело к максимальному увеличению его оптической плотности в участке с минимальным значением, то есть граничащим с истонченным участком роговицы реципиента. Больше увеличение после имплантации ИК оптической плотности роговичного трансплантата именно в тех участках, где она минимальная, сопровождалось большим снижением индексов SRI и SAI и РАПП роговичного трансплантата в среднем на -6,9 дптр через 12 мес. после операции по сравнению с максимальным его снижением в норме не более -4,5 дптр.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы после I этапа хирургического лечения отсутствовали. Поток белка в количество клеток во влаге передней камере на следующий день после имплантации ИК в роговичный трансплантат увеличились, но не превышали верхнюю границу нормы. При обследовании пациентов через 1 мес. после операции показатели количества клеток и потока белка во влаге передней камеры соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. 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 на $0,13 \pm 0,07$ ($p=0,0153$), КОЗ – на $0,34 \pm 0,02$ ($p=0,0157$), Sph понизился на $0,17 \pm 3,89$ дптр ($p=0,0335$), Cyl снизилось на $-1,23 \pm 0,19$ дптр ($p=0,0236$), РАПП – на $-0,83 \pm 0,18$ дптр ($p=0,0285$). КЭф составил $2,3 \pm 0,06$.

Интра- и послеоперационных осложнений после II этапа хирургического лечения отмечено не было. Поток белка и количество клеток во влаге передней камере на следующий день после ФЭК увеличились выше нормы. При обследовании пациентов через 1 мес. после ФЭК с имплантацией ИОЛ показатели потока белка и количества клеток во влаге передней камеры соответствовали дооперационным значениям и больше не повышались в течение всего периода наблюдения. 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% ($p=0,0344$).

Таким образом, доказана высокая эффективность и безопасность комбинированных способов коррекции ПА у пациентов с катарактой при регулярном РА более $-12,0$ дптр и иррегулярном РА по типу «галстук-бабочка» (КЭф составил $1,2 \pm 0,07$, коэффициент безопасности – $1,8 \pm 0,06$), а также при иррегулярном РА с выраженным искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения (КЭф составил $2,3 \pm 0,06$, коэффициент безопасности – $3,1 \pm 0,03$). В литературных источниках отсутствуют публикации по данному вопросу, что может быть связано с выполнением большинством авторов ФЭК с имплантацией тИОЛ при высоком регулярном РА для снижения его значения. Для имплантации ИРС необходим определенный клинический опыт, и при неправильном расчете и их расположении могут возникнуть не только сложности при расчете ИОЛ на II этапе при выполнении ФЭК, но можно и увеличить значение РА или снизить его регулярность. При иррегулярном РА с выраженным

искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения большинством авторов выполняется ФЭК с имплантацией исторической ИОЛ, т.к. ИК имеют высокую стоимость и также необходим определенный клинический опыт их имплантации.

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. 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 определяли необходимую оптическую силу 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. Указанная методика была выполнена на II этапе хирургического лечения у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы.

Стабилизация клинико-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 выявлено 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 данных пациентов было связано с наличием катаракты и иррегулярного РА, но уже значительно меньшей степени, чем 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 после выполнения на II этапе ФЭК с имплантацией ИОЛ была отмечена к 3 мес. после операции. Были выявлены статистически значимая разница ($p < 0,05$) в повышении НКОЗ и различие в Sph 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 расчетом рефракции цели в связи с выполнением поправки к ней в соответствии с разработанной формулой. У пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы было отмечено статистически сопоставимое снижение Су1, РАПП 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.

Выполнение факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели, при коррекции ПА у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат ИК, позволило попасть в запланированную рефракцию и увеличить НКОЗ в 1,6 раза, КЭф – в 1,4 раза. В литературных источниках отсутствуют публикации по данному вопросу, что может быть связано со сложностью расчета ИОЛ после имплантации ИК в роговичный трансплантат из-за отсутствия формул, а также со стоимостью ИК.

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.

Вначале необходимо было рассчитать рефракционный предел для коррекции Cyl и Sph при имплантации ИК и ИРС в роговичный трансплантат для коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком. Как известно, максимальный рефракционный результат достигается при имплантации интрастромальных ИК и ИРС на минимальную безопасную глубину в роговичном трансплантате. Существуют рекомендации по минимальной безопасной глубине имплантации ИРС Kerraring в роговицу (2008) в зависимости от их высоты [1], с учетом которых был рассчитан по разработанным нами формулам максимальный рефракционный результат коррекции Sph и Cyl при имплантации ИРС с различной длиной дуги.

Так, при имплантации двух одинаковых параметров ИРС с длиной дуги 90° можно скорректировать Sph до +3,4 дптр, Cyl – до -8,7 дптр, при имплантации двух ИРС с длиной дуги 120° – Sph до -3,4 дптр, Cyl – до -4,6 дптр, при имплантации двух ИРС с длиной дуги 160° – Sph до -7,2 дптр, Cyl – до -0,7 дптр. Учитывая, что среднее значение МТРТ у пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп с прозрачным хрусталиком, которым были имплантированы ИК в данном диссертационном исследовании составляло 528 ± 28 мкм, была рассчитана глубина имплантации ИК по оптимизированной технологии на глубину 80% от МТРТ, что составило 422 мкм. При применении рекомендаций по минимальной безопасной глубине имплантации ИРС (422 мкм) к имплантации ИК максимальная высота последнего должна быть на 100 мкм меньше глубины его имплантации. Таким образом, высота ИК должна быть не более 322 мкм. Высота выпускаемых колец 320 мкм соответствует указанному требованию. При внесении полученных данных диаметра кольца 5,0 мм, высоты 320 мкм и минимальной безопасной глубины его имплантации 422 мкм в формулу расчета корригируемого Sph был определен максимальный рефракционный результат коррекции в -11,5 дптр.

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 жестких газопроницаемых склеральных линз (КЭф – $2,8 \pm 0,12$, коэффициент безопасности – $2,8 \pm 0,11$) по сравнению с имплантацией ИК (КЭф – $0,75 \pm 0,18$, коэффициент безопасности – $2,24 \pm 0,13$) и ИРС (КЭф – $0,67 \pm 0,16$, коэффициент безопасности – $2,21 \pm 0,19$). Соответственно, оптическая коррекция ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком начинается с подбора ЖГСЛ. Однако у ряда пациентов может возникать непереносимость ЖГСЛ и у них 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 показана 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 клинико-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 гипозэффекта, 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 учитывается 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 СОКРАЩЕНИЙ

- АК – аркуатная кератотомия
- ВГД – внутриглазное давление
- ГППК – глубокая передняя послойная кератопластика
- ЖГСЛ – жесткая газопроницаемая склеральная линза
- ИОЛ – интраокулярная линза
- ИК – интрастромальное кольцо
- ИРС – интрастромальный роговичный сегмент
- КГ – корнеальный гистерезис
- КОЗ – скорригированная острота зрения
- КР – клиновидная резекция
- Кср – среднее значение кератометрии
- КТ – кератотомия
- КЭф – коэффициент эффективности
- ЛАЗИК – лазерный кератомилез *in situ*
- ЛАСЕК – лазерная субэпителиальная кератэктомия
- МЖГЛ – минисклеральная жесткая газопроницаемая линза
- МТРТ – минимальная толщина роговичного трансплантата
- НКОЗ – некорригированная острота зрения
- ОКТ – оптический когерентный томограф
- ПА – посткератопластическая аметропия
- ПЗО – передне-задняя ось
- ПММА – полиметилметакрилат
- ПР – послабляющие разрезы
- ПЭК – плотность эндотелиальных клеток
- РА – роговичный астигматизм
- РАЗП – роговичный астигматизм задней поверхности
- РАПП – роговичный астигматизм передней поверхности

СКП – сквозная кератопластика

СЭ – сферический эквивалент

тИОЛ – торическая интраокулярная линза

тФИОЛ – торическая факичная интраокулярная линза

ФРК – фоторефракционная кератэктомия

ФРР - фактор резистентности роговицы

ФСЛ – фемтосекундный лазер

ФЭК – фактоэмульсификация катаракты

Эпи-ЛАЗИК – лазерная эпителиальная кератэктомия

Coma 90° – вертикальная кома

Coma 180° – горизонтальная кома

Cyl – цилиндрический компонент рефракции

НОА – аберрации высших порядков (higher-order aberrations)

НОА internal – внутренние аберрации высших порядков (internal higher-order aberrations)

LOA – аберрации низших порядков (lower -order aberrations)

LOD – локальная оптическая плотность (local optical density)

ORA – анализатор биомеханических свойств роговицы (ocular response analyzer)

RMS – среднеквадратичное отклонение (root mean square)

SA – сферические аберрации (spherical aberrations)

SAI – индекс асимметрии поверхности роговицы (surface asymmetry index)

Sph – сферический компонент рефракции

SRI – индекс регулярности поверхности роговицы (surface regularity index)

TA – суммарные аберрации (total aberrations)

TOD – суммарная оптическая плотность (total optical density)

Trefoil – трейфойл

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов, С.Е. Имплантация интрастромальных сегментов роговицы при кератоконусе / С.Е. Аветисов, А.А. Карамян, Ю.Н. Юсеф [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2012. – Т. 128, № 6. – С. 20-24.
2. Аляева, О.О. Опыт применения склеральных линз Zenlens для зрительной реабилитации пациентов с иррегулярной роговицей / О.О. Аляева, О.И. Рябенко, Е.М. Тананакина [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский офтальмологический журнал. – 2018 – Т. 11, № 4. – С. 68-74.
3. Апостолова, А.С. Состояние эндотелия роговицы при псевдоэксфолиативном синдроме (по данным эндотелиальной микроскопии) / А.С. Апостолова, К.М. Гурджиян, В.А. Шипилов. – Текст : непосредственный // Офтальмология. – 2017 – Т. 14, № 4. – С. 347-354.
4. Балашевич, Л.И. Рефракционная хирургия / Л.И. Балашевич. – Санкт-Петербург : СПбМАПО, 2002. – 278 с. : ил. – Текст : непосредственный.
5. Балашевич, Л.И. Клиническая корнеотопография и аберрометрия / Л.И. Балашевич, А.Б. Качанов. – Москва : ООО «Издательский центр «Микрохирургия глаза», 2008. – 167 с. : ил. – Текст : непосредственный.
6. Бикбов, М.М. Результаты лечения кератоконуса методом имплантации интрастромальных роговичных колец MyoRing в сочетании с кросслинкингом роговичного коллагена / М.М. Бикбов, Г.М. Бикбова. – Текст : непосредственный // Офтальмология. – 2012. – № 4. – С. 6.
7. Бикбов, М.М. Кератопластика при кератоконусе: преимущества и недостатки / М.М. Бикбов, Э.Л. Усубов, А.Ф. Зайнетдинов. – Текст : непосредственный // Российский офтальмологический журнал. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 130-136.
8. Блаватская, Е. Д. Применение интраламеллярной гомопластики с целью ослабления рефракции глаза / Е.Д. Блаватская. – Текст :

непосредственный // Офтальмологический журнал. – 1966. – № 7. – С. 530–537.

9. Буратто, Л. Хирургия катаракты. Переход от экстракапсулярной экстракции катаракты к факоэмульсификации / Л. Буратто. – Моаско : Fabiano Editore, 1999. – 474 с. : ил. – Текст : непосредственный.

10. Григорян, А.Р. Первый опыт имплантации разомкнутых интрастромальных колец в коррекции астигматизма высокой степени после кератопластики / А.Р., Григорян, Ю.Ю. Калинин, И.Э. Йошин – Текст : непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 3. – С. 56.

11. Дога, А.В. Фемтосекундный лазер – новые возможности в рефракционной хирургии / А.В. Дога, Г.Ф. Качалина, Ю.И. Кишкин [и др.]. – Текст : непосредственный // Федоровские чтения – 2009 : Сборник научных статей. – Москва, 2009. – С. 162-163.

12. Дога, А.В. Первый клинический опыт коррекции остаточной аметропии после кросслинкинга роговичного коллагена у пациентов с кератоконусом на эксимерлазерной установке «Микроскан Визум» / А.В. Дога, С.Б. Измайлова, Е.С. Бранчевская [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 4. – С. 105-107.

13. Измайлова, С.Б. Десятилетний опыт применения оригинального алгоритма хирургического лечения пациентов с начальными стадиями кератоконуса / С.Б. Измайлова, Б.Э. Малюгин, С.Н. Сахнов [и др.]. – Текст : непосредственный // Офтальмохирургия. – 2021. – № 3. – С. 28-39.

14. Измайлова, С.Б. Интраоперационная профилактика посткератопластического астигматизма на отечественной установке «Фемто Визум» в эксперименте *ex vivo* / С.Б. Измайлова, М.В. Зимина, А.С. Завьялов А.С. [и др.]. – Текст : непосредственный // Практическая медицина. – 2018. – Т. 16, № 4. – С. 22-26.

15. Иошин, И.Э. Факоэмульсификация катаракты после кератопластики по поводу кератоконуса (клинический случай) / И.Э. Иошин, А.И. Толчинская, Ю.Ю. Калинин. – Текст : непосредственный // КМКВ. – 2014. – № 2. – С. 108-111.

16. Казанцев, А.Д. Имплантация факичных интраокулярных линз у пациентов со стабилизированным кератоконусом / А.Д. Казанцев, С.В. Костенев, Л.В. Аждарова [и др.]. – Текст : непосредственный // The EYE ГЛАЗ. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 96-104.

17. Калинин, Ю.Ю. Имплантация интрастромального роговичного кольца в коррекции астигматизма высокой степени после передней послойной глубокой кератопластики / Ю.Ю. Калинин, И.Э. Иошин, А.Р. Григорян. – Текст : непосредственный // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2015. – № 4. – С. 30-34.

18. Калинин, Ю.Ю. Хирургическая техника кератопластики с одномоментной имплантацией цельного или разомкнутого кольца в трансплантат / Ю.Ю. Калинин, С.Ю. Калининкова, Т.Х.А. Динь. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2023. – Т. 139, № 4. – С. 71-81.

19. Каспаров, А.А. Сквозная кератопластика при кератоконусе с использованием метода интраоперационной корнеокомпрессии / А.А. Каспаров, Е.А. Каспарова, С.Э. Аветисов [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2003. – № 4. – С. 19-21.

20. Качалина, Г.Ф. Сравнительная оценка лазерных методов коррекции индуцированной аметропии после сквозной кератопластики / Г.Ф. Качалина, А.В. Дога, И.А. Мушкова [и др.]. – Текст : непосредственный // Офтальмохирургия. – 2012. – № 2. – С. 42-47.

21. Кишкин, Ю.И. Результаты операции ФемтоЛАЗИК в коррекции индуцированной аметропии после сквозной кератопластики / Ю.И. Кишкин, Г.Ф. Качалина, А.Н. Каримова – Текст : непосредственный // Современные

технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2011 : Сборник научных статей. – Москва, 2011. – С. 326-329.

22. Копаев, С.Ю. Роговичный астигматизм при различной офтальмопатологии / С.Ю. Копаев, И.А. Ильинская, А.Н. Бессарабов. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2021. – Т. 137, № 2. – С. 59-65.

23. Копаева, В.Г. Кератопластика у детей / В.Г. Копаева. – Текст : непосредственный // Офтальмохирургия. – 1991. – № 1. – С. 16-24.

24. Костенев, С.В. Первые результаты коррекции миопического астигматизма у пациентов с тонкой роговицей при помощи фемтосекундного лазера / С.В. Костенев. – Текст : непосредственный // Офтальмология. – 2012. – № 2. – С. 15-17.

25. Куликова, И.Л. Отдаленные клиничко-функциональные результаты коррекции миопии высокой степени методом интрастромальной имплантации кольца с фемтолазерным сопровождением / И.Л. Куликова, Н.А. Поздеева, А.Е. Терентьева [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2022. – Т. 138, № 4. – С. 74-80.

26. Куликова, И.Л. Отдаленные клиничко-функциональные результаты коррекции миопии высокой степени методом интрастромальной имплантации кольца MyoRing с фемтолазерным сопровождением / И.Л. Куликова, А.Е. Терентьева, М.В. Сеницын. – Текст : непосредственный // Офтальмология. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 105-111.

27. Лебедь, Л.В. Фемтосекундная сквозная кератопластика при кератоконусе / Л.В. Лебедь, Н.П. Паштаев. – Текст : непосредственный // Офтальмохирургия. – 2012. – № 1. – С. 62-68.

28. Малюгин, Б.Э. Хирургическая коррекция астигматизма после сквозной кератопластики / Б.Э. Малюгин, З.И. Мороз, В.В. Чуприн. – Текст : непосредственный // Международный симпозиум по рефракционной хирургии, имплантации ИОЛ и комплексному лечению атрофии зрительного нерва : сборник статей. – Москва, 1991. – С. 33.

29. Малюгин, Б.Э. Отдаленные результаты лазерной коррекции астигматизма после сквозной кератопластики у пациентов с кератоконусом / Б.Э. Малюгин, А.Н. Токмакова, А.Н. Каримова. – Текст : непосредственный // Практическая медицина. – 2017. – Т. 15, № 9. – С. 125-129.

30. Мороз, З.И. Интрастромальная кератопластика при кератэктазиях различного генеза / З.И. Мороз, С.Б. Измайлова, Е.В. Ковшун. – Текст : непосредственный // Медицинская технология. – 2008. – № 2. – С. 6-9.

31. Мушкова, И.А. Современные технологии рефракционной экстракции лентикулы в коррекции миопии / И.А. Мушкова, С.В. Костенев, Н.В. Майчук [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский офтальмологический журнал. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 98-103.

32. Осипян, Г.А. Комбинированная межстромальная имплантация полупроницаемой гидрогелевой мембраны при болезни трансплантата роговицы и неоднократной СКП (клиническое наблюдение) / Г.А. Осипян, В.М. Шелудченко, Ю.Н. Юсеф [и др.]. – Текст : непосредственный // Офтальмология. – 2021. – Т. 18, № 1. – С. 165-170.

33. Осипян, Г.А. Повышение качества визуализации при факоэмульсификации в процессе «тройной процедуры» / Г.А. Осипян, В.Р. Мамиконян, Н.П. Шахбазян [и др.]. – Текст : непосредственный // Офтальмологические ведомости. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 95-101.

34. Паштаев, А.Н. Клинические результаты задней послойной фемтокератопластики при эндотелиальной дистрофии роговицы / А.Н. Паштаев, Б.Э. Малюгин, Н.А. Поздеева [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2020. – Т. 136, № 3. – С. 25-31.

35. Паштаев, А.Н. Реабилитация пациента с субтотальным расплавлением роговицы, ассоциированным с ношением контактных линз, на основе сквозной кератопластики с использованием криоконсервированного трансплантата и последующей пересадкой жизнеспособного эндотелия: 3 года наблюдения / А.Н. Паштаев Д.Н. Сушенцова, А.З. Цыганов. – Текст :

непосредственный // Клинические случаи в офтальмологии. – 2022. – № 1. – С. 24-29.

36. Паштаев, Н.П. Количественный метод оценки состояния гематоофтальмического барьера по содержанию белка и клеток в передней камере неинвазивным способом с помощью аппарата KOWA FC – 2000 / Н.П. Паштаев, Н.А. Поздеева, А.В. Волков [и др.]. – Чебоксары : Институт усовершенствования врачей, 2006. – 12 с. : ил. – Текст : непосредственный.

37. Паштаев, Н.П. Влияние склеральных линз на биомеханические свойства роговицы у пациентов с иррегулярной роговицей / Н.П. Паштаев, Н.А. Поздеева, О.И. Тихонова. – Текст : непосредственный // Здоровоохранение Чувашии. – 2019. – № 2. – С.70-74.

38. Рябенко, О.И. Эффективность зрительной реабилитации пациентов с использованием склеральных линз после кератопластики / О.И. Рябенко, О.М. Селина, Е.М. Тананакина. – Текст : непосредственный // Отражение. – 2022. – Т. 1, № 13. – С. 91-94.

39. Слонимский, А.Ю. Возможности сквозной пересадки роговицы при различной патологии переднего отрезка глаза / А.Ю. Слонимский. – Текст : непосредственный // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2001. – Т. 2, № 3. – С. 102-105.

40. Слонимский, А.Ю. Современные проблемы сквозной реконструктивной пересадки роговицы / А.Ю. Слонимский. – Текст : непосредственный // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2002. – Т. 3, № 4. – С. 151.

41. Слонимский, Ю.Б. Рефракционная сквозная пересадка роговицы / Ю.Б. Слонимский, А.С. Герасимов. – Москва : Новелла, 1992. – 223 с. : ил. – Текст : непосредственный.

42. Слонимский, Ю.Б. Профилактика послеоперационной роговичной миопии при сквозной кератопластике / Ю.Б. Слонимский, А.Ю. Слонимский – Текст : непосредственный // Российский симпозиум по рефракционной хирургии, 1-й : Сборник статей. – Москва, 1999. – С. 52-53.

43. Слонимский, Ю.Б. Рефракционный статус и его динамика после сквозной пересадки роговицы. Анализ многолетних наблюдений / Ю.Б. Слонимский, А.Ю. Слонимский, Т.Б. Джафарли [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский симпозиум по рефракционной и пластической хирургии глаза, 4-й: сборник статей. – Москва, 2002. – С. 27-29.

44. Слонимский, Ю.Б. Сквозная кератопластика и эксимерлазерная коррекция посткератопластических аметропий / Ю.Б. Слонимский, А.Ю. Слонимский, Е.А. Корчуганова. – Текст : непосредственный // РМЖ. Клиническая офтальмология. – 2004. – № 2. – С. 98.

45. Стройко, М.С. Коррекция роговичного астигматизма у пациентов с тонкой роговицей с помощью усовершенствованной сочетанной технологии / М.С. Стройко, С.В. Костенев, А.Л. Пахомова // Офтальмология. – 2018. – Т. 15, № 2S. – С. 166-173.

46. Танаш Мохаммед, А.М. Рефракционные особенности имплантации торических линз после сквозной кератопластики с длительным периодом наблюдения (клинический случай) / А.М. Танаш Мохаммед, М.А. Фролов, П.А. Гончар [и др.]. – Текст : непосредственный // Медико фармацевтический журнал «Пульс». – 2019. – Т. 21, № 11. – С. 125-129.

47. Танаш М.А. Сравнение клинических и рефракционных результатов имплантации эластичных и жестких интраокулярных линз (ИОЛ) после сквозной кератопластики (СКП) / М.А. Танаш, М.А. Фролов, П.А. Гончар [и др.]. – Текст : непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2020. – Т. 3, № 34. – С. 82-83.

48. Тихонова, О.И. Влияние склеральных линз на функциональные показатели и аберрации у пациентов с иррегулярной роговицей / О.И. Тихонова, Н.П. Паштаев, Н.А. Поздеева [и др.]. – Текст : непосредственный // The EYE ГЛАЗ. – 2019. – Т. 21, № 2 (126). – С. 32-39.

49. Федоров, С.Н. Хирургическое лечение травматических катаракт с интраокулярной коррекцией / С.Н. Федоров, Э.В. Егорова. – Москва : Медицина, 1985. – 328 с. : ил. – Текст : непосредственный.

50. Фролов, М.А. Виды хирургической коррекции аномалий клинической рефракции методом межслойной кератопластики / М.А. Фролов. – Текст : непосредственный // Вестник последипломного медицинского образования. – 2018. – № 5. – С. 83-86.

51. Фролов, М.А. Клиническим случаи отдаленных результатов керато-рефракционных операции у пациентки с миопией высокой степени / М.А. Фролов, П.А. Гончар, В.А. Билецкая. – Текст : непосредственный // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2019. – Т. 21, № 4. – С. 14-16.

52. Шелудченко В.М. Сравнительная оценка качества жизни до и после интрастромальной кератопластики при кератоконусе / В.М. Шелудченко, Г.А. Осипян, О.Н. Арестова [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2021. – Т. 137, № 5. – С. 40-46.

53. Шелудченко, В.М. Оптико-функциональные результаты после интрастромальной кератопластики при кератоконусе / В.М. Шелудченко, Ю.Н. Юсеф, Г.А. Осипян [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2022. – Т. 138, № 5-2. – С. 196-202.

54. Шелудченко, В.М. Глубокая передняя послойная кератопластика при экстрוזии неполного интрастромального кольца (клиническое наблюдение) / В.М. Шелудченко, Г.А. Осипян, Х. Храйстин [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник офтальмологии. – 2023. – Т. 139, № 1. – С. 75-79.

55. Шленская, О.В. Лазерная тиндалеметрия в оценке послеоперационной реакции глаз / О.В. Шленская, И.В. Александрова, С.Ю. Новицкая. – Текст : непосредственный // Новые технологии в офтальмологии: сборник статей. – Казань, 2008. – С. 234-236.

56. Abbey, A. Femtosecond laser-assisted astigmatic keratotomy in naturally occurring high astigmatism / A. Abbey, T. Ide, G.D. Kymionis [et al.]. – DOI 10.1136/bjo.2008.149971. – Text : electronic // Br. J. Ophthalmol. – 2009. – Vol. 93, № 12. – P. 1566-1569.

57. Abou-Jaoude, E.S. Spontaneous wound dehiscence after removal of single continuous penetrating keratoplasty suture / E.S. Abou-Jaoude, M. Brooks, D.G. Katz [et al.]. – DOI 10.1016/s0161-6420(02)01078-3. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2002. – Vol. 109, № 7. – P. 1291-1296.

58. Acar, B.T. Does the type of suturing technique used affect astigmatism after deep anterior lamellar keratoplasty in keratoconus patients? / B.T. Acar, E.T. Vural, S. Acar. – DOI 10.2147/OPTH.S18889. – Text : electronic // Clin. Ophthalmol. – 2011. – № 5. – P. 425-428.

59. Aghamollaei, H. Applications of SMILE-extracted lenticules in ophthalmology / H. Aghamollaei, H. Hashemi, M. Fallahtafti [et al.]. – DOI 10.18240/ijo.2024.01.23. – Text : electronic // Int. J. Ophthalmol. – 2024. – Vol. 17, № 1. – P. 173-187.

60. Al-Qurashi, M. Comparison of manual and femtosecond laser arcuate keratotomy procedures for the correction of post-keratoplasty astigmatism / M. Al-Qurashi, N. Al Sabaani, S. Al Malki – DOI 10.1016/j.sjopt.2018.11.001. – Text : electronic // Saudi J. Ophthalmol. – 2019. – Vol. 33, № 1. – P. 12-17.

61. Alfonso-Bartolozzi, B. Three-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens with a central port design after deep anterior lamellar keratoplasty / B. Alfonso-Bartolozzi, C. Lisa, L. Fernández-Vega-Cueto [et al.]. – DOI 10.1186/s40662-022-00306-1. – Text : electronic // Eye Vis. (Lond). – 2022. – Vol. 9, № 1. – P. 34.

62. Allard, K. Toric IOL implantation in a patient with keratoconus and previous penetrating keratoplasty: a case report and review of literature / K. Allard, M. Zetterberg. – DOI 10.1186/s12886-018-0895-y. – Text : electronic // BMC Ophthalmol. – 2018. – Vol. 18, № 1. – P. 215.

63. Arenas, E. Laser in situ keratomileusis for astigmatism and myopia after penetrating keratoplasty / E. Arenas, A. Maglione. – DOI 10.3928/1081-597x-19970101-09. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 1997. – Vol. 13, № 1. – P. 27-32.

64. Arriola-Villalobos, P. Intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism after penetrating keratoplasty / P. Arriola-Villalobos, D. Díaz-Valle, J.L. Güell [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2009.05.060. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35, № 11. – P. 1878-1884.

65. Barequet, I.S. Femtosecond thin-flap ЛАЗИК for the correction of ametropia after penetrating keratoplasty / I.S. Barequet, A. Hirsh, S. Levinger. – DOI 10.3928/1081597x-20100224-05. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2010. – Vol. 26, № 3. – P. 191-196.

66. Barnett, M. Use of Scleral Lenses and Miniscleral Lenses After Penetrating Keratoplasty / M. Barnett, V. Lien, J.Y. Li [et al.]. – DOI 10.1097/ICL.0000000000000163. – Text : electronic // Eye Contact Lens. – 2016. – Vol. 42, № 3. – P. 185-189.

67. Bartels, M.C. The influence of incision-induced astigmatism and axial lens position on the correction of myopic astigmatism with the Artisan toric phakic intraocular lens / M.C. Bartels, R. Saxena, T.J. van den Berg [et al.]. – DOI 10.1016/j.opht. 2006.02.017. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2006. – Vol. 113, № 7. – P. 1110-1117.

68. Belmont, S.C. Combined wedge resection and relaxing incisions for astigmatism after penetrating keratoplasty / S.C. Belmont, D.R. Lazzaro, J.W. Muller [et al.]. – DOI 10.3928/1081-597X-19951101-14. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 1995. – Vol. 11, № 6. – P. 472-476.

69. Borkar, D.S. Endophthalmitis rates and clinical outcomes following penetrating and endothelial keratoplasty / D.S. Borkar, T.D. Wibbelsman, P.M. Buch [et al.]. – DOI 10.1016/j.ajo.2019.05.004. – Text : electronic // Am. J. Ophthalmol. – 2019. – № 205. – P. 82-90.

70. Boucenna, W. Kératoplastie transfixiante [Penetrating keratoplasty] / W. Boucenna, J.L. Bourges. – DOI 10.1016/j.jfo.2021.11.001. – Text : electronic // J. Fr. Ophtalmol. – 2022. – Vol. 45, № 5. – P. 543-558.

71. Burris, T.E. Flattening of central corneal curvature with intrastromal corneal rings of increasing thickness: an eye-bank eye study / T.E. Burris, P.C.

Baker, C.T. Ayer [et al.]. – DOI 10.1016/s0886-3350(13)80404-x. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 1993. – № 19. – P. 182-187.

72. Busin, M. Different suturing techniques variously affect the regularity of postkeratoplasty astigmatism / M. Busin, T. Mönks, I. al-Nawaiseh. – DOI 10.1016/S0161-6420(98)97021-X. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1998. – Vol. 105, № 7. – P. 1200-1205.

73. Busin, M. Two-stage laser in situ keratomileusis to correct refractive errors after penetrating keratoplasty / M. Busin, L. Zambianchi, F. Garziona [et al.]. – DOI 10.3928/1081-597x-20030501-06. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2003. – Vol. 19, № 3. – P. 301-308.

74. Buzzonetti, L. Arcuate keratotomy for high postoperative keratoplasty astigmatism performed with the intralase femtosecond laser / L. Buzzonetti, G. Petrocelli, A. Laborante [et al.]. – DOI 10.3928/1081597X-20090707-05. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2009. – Vol. 25, № 8. – P. 709-714.

75. Chang, D.H. Refractive surgery after corneal transplantation / D.H. Chang, D.R. Hardten. – DOI 10.1097/01.icu.0000170523.80775.e7. – Text : electronic // Curr. Opin. Ophthalmol. – 2005. – Vol. 16, № 4. – P. 251-255.

76. Chatterjee, S. Trends in keratoplasty from central and northern India. Part II: Types of keratoplasty / S. Chatterjee, G.S. Parmar, N. Kapur [et al.]. – DOI 10.4103/IJO.IJO_724_23. – Text : electronic // Indian J. Ophthalmol. – 2023. – Epub ahead of print. PMID: 38153377.

77. Chen, H. C. Factors for corneal endothelial decompensation after penetrating keratoplasty: a population-based cohort study / H. C. Chen, C.Y. Lee, Y.L. Chang [et al.]. – DOI 10.3390/jcm13030718. – Text : electronic // J. Clin. Med. – 2024. – Vol. 13, № 3. – P. 718.

78. Cleary, C. Beveled femtosecond laser astigmatic keratotomy for the treatment of high astigmatism post-penetrating keratoplasty / C. Cleary, M. Tang, H. Ahmed [et al.]. – DOI 10.1097/ICO.0b013e31825ea2e6. – Text : electronic // Cornea. – 2013. – Vol. 32, № 1. – P. 54-62.

79. Colin, J. Correcting keratoconus with intracorneal rings / J. Colin, B. Cochener, G. Savary [et al.]. – DOI 10.1016/s0886-3350(00)00451-x. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2000. – Vol. 26, № 8. – P. 1117-1122.
80. Coh, D.D. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism / D.D. Coh, S.F. Ali, M.P. Weikert [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2012.08.036. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2012. – Vol. 38, № 12. – P. 2080-2087.
81. Coh, D.D. Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: effect of posterior corneal astigmatism / D.D. Coh, R.B. Jenkins, M.P. Weikert [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2013.06.027. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 39, № 12. – P. 1803-1809.
82. Coscarelli S. Intrastromal corneal ring segment implantation to correct astigmatism after penetrating keratoplasty / S. Coscarelli, G. Ferrara, J.F. Alfonso. – DOI 10.1016/j.jcrs.2011.12.037. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2012. – Vol. 38, № 6. – P. 1006-1013.
83. Coskunseven, E. Intrastromal corneal ring segment implantation with the femtosecond laser in a post-keratoplasty patient with recurrent keratoconus / E. Coskunseven, G.D. Kymionis, H. Talu [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2007.05.042. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2007. – Vol. 33, № 10. – P. 1808-1810.
84. Cung, L.X. Evaluation of Phacoemulsification Cataract Surgery Outcomes After Penetrating Keratoplasty / L.X. Cung, D.T.T. Hang, N.X. Hiep [et al.]. – DOI 10.3889/oamjms.2019.379. – Text : electronic // Open Access Maced J. Med. Sci. – 2019. – Vol. 7, № 24. – P. 4301-4305.
85. Das, S. Acute endophthalmitis after penetrating and endothelial keratoplasty at a tertiary eye care center over a 13-year period / S. Das, M. Ramappa, A. Mohamed [et al.]. – DOI 10.4103/ijo.IJO_71_20. – Text : electronic // Indian J. Ophthalmol. – 2020. – Vol. 68, № 11. – P. 2445-2450.

86. Daxer, A. Long-term results of MyoRing treatment of keratoconus / A. Daxer, A. Ettl, R. Hörantner. – DOI 10.1016/j.optom.2016.01.002. – Text : electronic // J. Optom. – 2017. – Vol. 10, № 2. – P. 123-129.
87. Daxer, A. Intracorneal continuous ring implantation for keratoconus: One-year follow-up / A. Daxer, H. Mahmoud, R.S. Venkateswaran. – DOI 10.1016/j.jcrs.2010.03.039. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2010. – Vol. 36, № 8. – P. 1296-1302.
88. Daxer, A. Biomechanics of corneal ring implants / A. Daxer. – DOI 10.1097/ICO.0000000000000591. – Text : electronic // Cornea. – 2015. – Vol. 34, № 11. – P. 1493-1498.
89. Den, S. Cataract surgery after deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty in age- and disease-matched eyes / S. Den, S. Shimmura, J. Shimazaki. – DOI 10.1016/j.jcrs.2018.01.024. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2018. – Vol. 44, № 4. – P. 496-503.
90. Donnenfeld, E.D. Laser in situ keratomileusis for correction of myopia and astigmatism after penetrating keratoplasty / E.D. Donnenfeld, H.S. Korstein, A. Amin [et al.]. – DOI 10.1016/s0161-6420(99)90410-4. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1999. – Vol. 106, № 10. – P. 1966-1974.
91. Donoso, R. Long-term results of LASIK refractive error correction after penetrating keratoplasty in patients with keratoconus / R. Donoso, C. Díaz, P. Villavicencio. – DOI 10.1016/j.oftale.2015.07.012. – Text : electronic // Arch. Soc. Esp. Oftalmol. – 2015. – Vol. 90, № 7. – P. 308-311.
92. Drouglazet-Moalic, G. Deep intrastromal arcuate keratotomy with in situ keratomileusis (DIAKIK) for the treatment of high astigmatism after keratoplasty: 2-year follow-up / G. Drouglazet-Moalic, O. Levy, I. Goemaere [et al.]. – DOI 10.3928/1081597X-20190227-01. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2019. – Vol. 35, № 4. – P. 239-246.
93. El Bahloul, M. Scleral contact lenses: Visual outcomes and tolerance. A prospective study about 98 eyes / M. El Bahloul, A. Bennis, F. Chraïbi [et al.]. –

DOI 10.1016/j.jfo.2020.08.016. – Text : electronic // J. Fr. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 44, № 4. – P. 549-558.

94. Fernández-Vega-Cueto, L. Three-year follow-up of intrastromal corneal ring segment implantation in central keratoconus with regular astigmatism: 'Bow-tie' shape / L. Fernández-Vega-Cueto, C. Lisa, A. Poo-López [et al.]. – DOI 10.1177/1120672119835397. – Text : electronic // Eur. J. Ophthalmol. – 2020. – Vol. 30, № 4. – P. 643-649.

95. Filatov, V. Comparison of suture-in and suture-out postkeratoplasty astigmatism with single running suture or combined running and interrupted sutures / V. Filatov, G. Alexandrakis, J.H. Talamo [et al.]. – DOI 10.1016/s0002-9394(14)70489-1. – Text : electronic // Am. J. Ophthalmol. – 1996. – Vol. 122, № 5. – P. 696-700.

96. Fontana, L. Interface infectious keratitis after anterior and posterior lamellar keratoplasty. Clinical features and treatment strategies. A review / L. Fontana, A. Moramarco, E. Mandarà [et al.]. – DOI 10.1136/bjophthalmol-2018-312938. – Text : electronic // Br. J. Ophthalmol. – 2019. – Vol. 103, № 3. – P. 307-314.

97. Forseto, A.S. Laser in situ keratomileusis to correct refractive errors after keratoplasty / A.S. Forseto, C.M. Francesconi, R.A. Nosé [et al.]. – DOI 10.1016/s0886-3350(99)80043-1. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 1999. – Vol. 25, № 4. – P. 479-485.

98. Forster, R.K. A comparison of two selective interrupted suture removal techniques for control of post keratoplasty astigmatism / R.K. Forster. – Text : electronic // Trans Am. Ophthalmol. Soc. – 1997. – № 95. – P. 193-214.

99. Frucht-Pery, J. Wedge resection for postkeratoplasty astigmatism / J. Frucht-Pery. – DOI 10.3928/1542-8877-19930801-05. – Text : electronic // Ophthalmic Surg. – 1993. – Vol. 24, № 8. – P. 516-518.

100. Fujii, S. Clinical backgrounds of postoperative keratoplasty patients with spontaneous wound dehiscence or gaps after suture removal / S. Fujii, Y.

Matsumoto, M. Fukui [et al.]. – DOI 10.1097/ICO.0000000000000284. – Text : electronic // Cornea. – 2014. – Vol. 33, № 12. – P. 1320-1323.

101. Ghanem, R.C. Femtosecond-laser arcuate wedge-shaped resection to correct high residual astigmatism after penetrating keratoplasty / R.C. Ghanem, D.T. Azar. – DOI 10.1016/j.jcrs.2006.02.083. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2006. – Vol. 32, № 9. – P. 1415-1419.

102. Giglio, R. Hitting the refractive target in corneal endothelial transplantation triple procedures: A systematic review / R. Giglio, A.L. Vinciguerra, A. Grotto [et al.]. – DOI 10.1016/j.survophthal.2024.01.003. – Text : electronic // Surv. Ophthalmol. – 2024. – 1:S0039-6257(24)00003-1.

103. Guillon, N.C. Corneal oedema in a unilateral corneal graft patient induced by high Dk mini-scleral contact lens / N.C. Guillon, A. Godfrey, D.S. Hammond [et al.]. – DOI 10.1016/j.clae.2018.05.004. – Text : electronic // Cont. Lens Anterior Eye. – 2018. – Vol. 41, № 5. – P. 458-462.

104. Gurnani, B. Astigmatism / B. Gurnani, K. Kaur // StatPearls [Internet]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. – PMID: 35881747

105. Gurnani, B. Penetrating Keratoplasty / B. Gurnani, K. Kaur // StatPearls [Internet]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. – PMID: 37276324

106. Guthoff, R.F. Atlas of confocal laser scanning in-vivo microscopy in ophthalmology / R.F. Guthoff, C. Baudouin, J. Stave. – Text : immediate // Berlin: Springer, 2006. – P. 33.

107. Hardten, D.R. Surgical correction of refractive errors after penetrating keratoplasty / D.R. Hardten, R.L. Lindstrom. – DOI 10.1097/00004397-199703710-00003. – Text : electronic // Int. Ophthalmol. Clin. – 1997. – Vol. 37, № 1. – P. 1-35.

108. Harissi-Dagher, M. Femtosecond laser astigmatic keratotomy for postkeratoplasty astigmatism / M. Harissi-Dagher, D.T. Azar. – DOI 10.3129/i08-043. – Text : electronic // Can. J. Ophthalmol. – 2008. – Vol. 43, № 3. – P. 367-369.

109. Hashemi, H. Stromal rejection after smile for the correction of astigmatism after graft / H. Hashemi, M. Aghamirsalim, S. Asgari. – DOI 10.3928/1081597X-20191010-01. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2019. – Vol. 35, № 11. – P. 737-739.

110. Hashemian, M.N. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of postkeratoplasty high astigmatism in keratoconus / M.N. Hashemian, H. Ojaghi, M. Mohammadpour [et al.]. – DOI 10.4103/1735-1995.200267. – Text : electronic // J. Res. Med. Sci. – 2017. – № 22. – P. 17.

111. Hashemian, M.N. Effects of descemet stripping automated endothelial keratoplasty on corneal densitometry of cases with long-standing pseudophakic bullous keratopathy / M.N. Hashemian, G. Latifi, K. Cheraqpour [et al.]. – DOI 10.4103/joco.joco_70_22. – Text : electronic // J. Curr. Ophthalmol. – 2023. - Vol. 35, № 2. – P. 159-164.

112. Hoffart, L. Incisions arciformes au laser femtoseconde pour correction de l'astigmatisme après kératoplastie transfixiante [Arcuate keratotomy for postkeratoplasty astigmatism by femtosecond laser] / L. Hoffart, H. Proust, F. Matonti [et al.]. – DOI 10.1016/j.jfo.2009.06.001. – Text : electronic // J. Fr. Ophthalmol. – 2009. - Vol. 32, № 8. – P. 544-550.

113. Holmes-Higgin, D.K. Characterization of the aspheric corneal surface with intrastromal corneal ring segments / D.K. Holmes-Higgin, P.C. Baker, T.E. Burris [et al.]. – DOI 10.3928/1081-597X-19990901-04. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 1999. – Vol. 15, № 5. – P. 520-528.

114. Ittah-Cohen, I. Infectious keratitis following corneal transplantation: A long-term cohort study / I. Ittah-Cohen, M.J. Knoeri, T. Bourcier [et al.]. – DOI 10.1111/ceo.14354. – Text : electronic // Clin. Exp. Ophthalmol. – 2024. – PMID: 38267255.

115. Javadi, M.A. Comparison of the effect of three suturing techniques on postkeratoplasty astigmatism in keratoconus / M.A. Javadi, M. Naderi, M. Zare [et al.]. – DOI 10.1097/01.ico.0000230498.99648.69. – Text : electronic // Cornea. – 2006. - Vol. 25, № 9. – P. 1029-1033.

116. Jeong, M. Microbiological evaluation of opened saline bottles for scleral lens use and hygiene habits of scleral lens patients / M. Jeong, K.L. Lee, R.C. She [et al.]. – DOI 10.1097/OPX.0000000000001657. – Text : electronic // Optom. Vis. Sci. – 2021. – Vol. 98, № 3. – P. 250-257.
117. Jester, J.V. Epithelial inclusion cysts following radial keratotom / J.V. Jester, R.A. Villaseñor, J. Miyashiro. – DOI 10.1001/archophth.1983.01040010611018. – Text : electronic // Arch. Ophthalmol. – 1983. - Vol. 101, № 4. – P. 611-615.
118. Juhasz, T. Corneal refractive surgery with femtosecond lasers / T. Juhasz, F. Loesel, R. Kurtz [et al.]. – DOI 10.1109/2944.796309. – Text : electronic // IEEE J. Selected Topics Quant Electron. – 1999. - Vol. 5, № 4. – P. 902-910.
119. Kanellopoulos, A.J. Comparison of corneal sensation following photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis / A.J. Kanellopoulos, I.G. Pallikaris, E.D. Donnenfeld [et al.]. – DOI 10.1016/s0886-3350(97)80148-4. – Text : electronic // J. Cataract Refract. Surg. – 1997. – Vol. 23, № 1. – P. 34-38.
120. Karabatsas, C.H. Combined interrupted and continuous versus single continuous adjustable suturing in penetrating keratoplasty: a prospective, randomized study of induced astigmatism during the first postoperative year / C.H. Karabatsas, S.D. Cook, F.C. Figueiredo [et al.]. – DOI 10.1016/S0161-6420(98)91114-9. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1998. – Vol. 105, № 11. – P. 1991-1998.
121. Kasahara, T. Refractive correction after penetrating keratoplasty by a new soft contact lens with a special design for astigmatism: a case report / T. Kasahara, H. Toshida, K. Ichikawa [et al.]. – DOI 10.2147/IMCRJ.S362072. – Text : electronic // Int. Med. Case Rep. J. – 2022. – Vol. 7, № 15. – P. 157-161.
122. Kaushik, J. "Partial Open Sky Method" – A novel technique to avoid the open sky condition during Triple procedure or Penetrating keratoplasty / J. Kaushik, S. Bhatta, A. Singh [et al.]. – DOI 10.22336/rjo.2023.60. – Text : electronic // Rom J. Ophthalmol. – 2023. - Vol. 67, № 4. – P. 381-388.

123. Kawulok, E.R. Microbial keratitis associated with penetrating keratoplasty and scleral lens wear: a case series / E.R. Kawulok, C.B. Nau, M.M. Schornack [et al.]. – DOI 10.1097/ICL.0000000000000895. – Text : electronic // Eye Contact Lens. – 2022. – Vol. 48, № 5. – P. 217-221.

124. Kim, B.K. Bilateral small incision lenticule extraction (SMILE) after penetrating keratoplasty / B.K. Kim, S.J. Mun, D.G. Lee [et al.]. – DOI 10.3928/1081597X-20160526-01. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2016. – Vol. 32, № 9. – P. 644-647.

125. Kim, H. Mini-scleral contact lens for asian eyes post-penetrating keratoplasty with smaller palpebral aperture: case reports / H. Kim, T. Yanase Park, C.K. Joo. – DOI 10.2147/OPTO.S295238. – Text : electronic // Clin. Optom. (Auckl). – 2021. – Vol. 20, № 13. – P. 161-166.

126. Kiraly, L. Korrektur des astigmatismus nach hornhauttransplantation durch bogenförmige inzisionen mit dem femtosekundenlaser [Reduction of astigmatism by arcuate incisions using the femtosecond laser after corneal transplantation] / L. Kiraly, C. Herrmann, M. Amm [et al.]. – DOI 10.1055/s-2008-1027126. – Text : electronic // Klin. Monbl. Augenheilkd. – 2008. – Vol. 225, № 1. – P. 70-74.

127. Krachmer, J.H. Surgical correction of high post-keratoplasty astigmatism. Relaxing incision vs wedge resection / J.H. Krachmer, R.E. Fenzl. – DOI 10.1001/archophth.1980.01020040252007. – Text : electronic // Arch. Ophthalmol. – 1980. – Vol. 98, № 8. – P. 1400-1402.

128. Krumeich, J.H. Intrastromal corneal ring in penetrating keratoplasty: evidence-based update 4 years after implantation / J.H. Krumeich, G. Duncker. – DOI 10.1016/j.jcrs.2006.02.020. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2006. – Vol. 32, № 6. – P. 993-998.

129. Krumeich, J.H. Perforating keratoplasty with an intracorneal ring / J.H. Krumeich, J. Daniel. – DOI 10.1097/00003226-199905000-00006. – Text : electronic // Cornea. – 1999. – Vol. 18, № 3. – P. 277-281.

130. Krysik, K. Impact of ultrasound and optical biometry on refractive outcomes of cataract surgery after penetrating keratoplasty in keratoconus / K. Krysik, A. Lyssek-Boron, D. Janiszewska-Bil [et al.]. – DOI 10.18240/ijo.2019.06.11. – Text : electronic // Int. J. Ophthalmol. – 2019. – Vol. 12, № 6. – P. 949-953.

131. Kumar, M. Scleral lens-induced corneal edema after penetrating keratoplasty / M. Kumar, R. Shetty, P. Khamar [et al.]. – DOI 10.1097/OPX.0000000000001571. – Text : electronic // Optom. Vis. Sci. – 2020. – Vol. 97, № 9. – P. 697-702.

132. Kumar, M. Corneal biomechanics and intraocular pressure following scleral lens wear in penetrating keratoplasty and keratoconus / M. Kumar, R. Shetty, V.G. Lalgudi [et al.]. – DOI 10.1097/ICL.0000000000000886. – Text : electronic // Eye Contact Lens. – 2022. – Vol. 48, № 5. – P. 206-209.

133. Kumar, N.L. IntraLase-enabled astigmatic keratotomy for post-keratoplasty astigmatism: on-axis vector analysis / N.L. Kumar, I. Kaiserman, R. Shehadeh-Mashor [et al.]. – DOI 10.1016/j.opthta.2009.10.041. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2010. – Vol. 117, № 6. – P. 1228-1235.

134. Kuryan, J. Refractive surgery after corneal transplant / J. Kuryan, P. Channa. – DOI 10.1097/icu.0b013e32833a9abb. – Text : electronic // Curr. Opin. Ophthalmol. – 2010. – Vol. 21, № 4. – P. 259-264.

135. Kymionis, G.D. Femtosecond-assisted astigmatic keratotomy for post-keratoplasty irregular astigmatism / G.D. Kymionis, S.H. Yoo, T. Ide [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2008.08.039. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35, № 1. – P. 11-13.

136. Langer, J. Penetrating keratoplasty after complicated small incision lenticule extraction a case report / J. Langer, S. Priglinger, E.M. Messmer [et al.]. – DOI 10.1016/j.ajoc.2020.100730. – Text : electronic // Am. J. Ophthalmol. Case Rep. – 2020. – 19:100730.

137. Lavery, G.W. The surgical management of corneal astigmatism after penetrating keratoplasty / G.W. Lavery, R.L. Lindstrom, L.A. Hofer [et al.]. – DOI

10.3928/1542-8877-19850301-06. – Text : electronic // Ophthalmic. Surg. – 1985. – Vol. 16, № 3. – P. 165-169.

138. Lazzaro D.R. Excimer laser keratectomy for astigmatism occurring after penetrating keratoplasty / D.R. Lazzaro, D.H. Haight, S.C. Belmont [et al.]. – DOI 10.1016/s0161-6420(96)30671-4. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1996. – Vol. 103, № 3. – P. 458-464.

139. Lee, C.Y. Topographic and surgical risk factors for high postoperative residual astigmatism after small incision lenticule extraction in patients with different degrees of myopia: a retrospective cohort study / C.Y. Lee, J.H. Shen, C.C. Chao [et al.]. – DOI 10.1186/s12886-024-03296-x. – Text : electronic // BMC Ophthalmol. – 2024. – Vol. 24, № 1. – P. 45.

140. Lee H.S. Factors related to the correction of astigmatism by LASIK after penetrating keratoplasty / H.S. Lee, M.S. Kim. – DOI 10.3928/1081597x-20100212-07. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2010. – Vol. 26, № 12. – P. 960-965.

141. Levinger, N. Repeated femtosecond laser-assisted astigmatic keratotomies in post-keratoplasty eyes / N. Levinger, S. Levinger, N. Erdinest [et al.]. – DOI 10.3390/jcm11144221. – Text : electronic // J. Clin. Med. – 2022. – Vol. 11, № 14. – P. 4221.

142. Lim, L. Late onset post-keratoplasty astigmatism in patients with keratoconus / L. Lim; K. Pesudovs, M. Goggin [et al.]. – DOI 10.1136/bjo.2003.027037. – Text : electronic // Br. J. Ophthalmol. – 2004. – Vol. 88, № 3. – P. 371.

143. Lima, G. da S. Laser in situ keratomileusis to correct myopia, hypermetropia and astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus: a series of 27 cases / G. da S. Lima, H. Moreira, S.A. Wahab. – DOI 10.1016/s0008-4182(01)80083-1. – Text : electronic // Can. J. Ophthalmol. – 2001. – Vol. 36, № 7. – P. 391-396.

144. Lin, H. Phacoemulsification in eyes with corneal opacities after deep anterior lamellar keratoplasty / H. Lin, J. Zhang, G.Z. Niu – DOI

10.18240/ijo.2019.08.17. – Text : electronic // Int. J. Ophthalmol. – 2019. – Vol. 12, № 8. – P. 1344-1347.

145. Lindstrom, R.L. Surgical correction of postoperative astigmatism / R.L. Lindstrom, T.D. Lindquist. – DOI 10.1097/00003226-198802000-00010. – Text : electronic // Cornea. – 1988. – Vol. 7, № 2. – P. 138-148.

146. Lisa, C. Femtosecond laser-assisted intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism correction after penetrating keratoplasty / C. Lisa, M. García-Fernández, D. Madrid-Costa [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2013.04.038. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 39, № 11. – P. 1660-1667.

147. Liu, C. Femtosecond laser-assisted corneal transplantation / C. Liu C, J.S. Mehta, Y.C. Liu [et al.]. – DOI 10.4103/tjo.TJO-D-23-00080. – Text : electronic // Taiwan J. Ophthalmol. – 2023. – Vol. 13, № 3. – P. 274-284.

148. Liu, J. Meta-analysis of efficacy, safety, stability and predictability of Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for myopia / J. Liu, Y. Lu, J. Liu [et al.]. – DOI 10.1007/s10103-024-04007-0. – Text : electronic // Lasers Med. Sci. – 2024. – Vol. 39, № 1. – P. 57.

149. Liu, Y.C. Endothelial approach ultrathin corneal grafts prepared by femtosecond laser for descemet stripping endothelial keratoplasty / Y.C. Liu, E.P. Teo, K.B. Adnan [et al.]. – DOI 10.1167/iovs.14-15080. – Text : electronic // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2014. – Vol. 55, № 12. – P. 8393-8401.

150. Lockington, D. Effectiveness of cataract phacoemulsification with toric intraocular lenses in addressing astigmatism after keratoplasty / D. Lockington, E.F. Wang, D.V. Patel [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2014.03.025. – Text : electronic // J. Cataract. Refract. Surg. – 2014. – Vol. 40, № 12. – P. 2044-2049.

151. Lustbader, J.M. The effect of relaxing incisions with multiple compression sutures on post-keratoplasty astigmatism / J.M. Lustbader, M.A. Lemp. – DOI 10.3928/1542-8877-19900601-10. – Text : electronic // Ophthalmic Surg. – 1990. – Vol. 21, № 6. – P. 416-419.

152. Macedo-de-Araújo, R.J. How can we best measure the performance of scleral lenses? Current insights / R.J. Macedo-de-Araújo, D. Fadel, M. Barnett. – DOI 10.2147/OPTO.S284632. – Text : electronic // Clin. Optom. (Auckl). – 2022. – Vol. 7, № 14. – P. 47-65.

153. Mainguy, A. Analyse vectorielle de la correction de l'astigmatisme par incisions arciformes au laser femtoseconde dans les astigmatismes géants post-kératoplastie transfixiante [Vector analysis of astigmatism correction in femtosecond laser-assisted arcuate keratotomy for extreme astigmatism after penetrating keratoplasty] / A. Mainguy, B. Vabres, L. Orignac. – DOI 10.1016/j.jfo.2021.09.010. – Text : electronic // J. Fr. Ophtalmol. – 2022. – Vol. 45, № 6. – P. 640-646.

154. Malheiro, L. Intraocular lens implantation after deep anterior lamellar keratoplasty: retrospective case series analysis with long-term follow-up / L. Malheiro, J. Coelho, M.M. Neves [et al.]. – DOI 10.2147/OPHTH.S202054. – Text : electronic // Clin. Ophthalmol. – 2019. – Vol. 17, № 13. – P. 2043-2052.

155. Maloney, R.K. A multicenter trial of photorefractive keratectomy for residual myopia after previous ocular surgery. Summit Therapeutic Refractive Study Group / R.K. Maloney, W.K. Chan, R. Steinert [et al.]. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1995. – Vol. 102, № 7. – P. 1042-1052.

156. Mandel, M.R. Relaxing incisions with augmentation sutures for the correction of postkeratoplasty astigmatism / M.R. Mandel, M.B. Shapiro, J.H. Krachmer. – DOI 10.1016/s0002-9394(14)77768-2. – Text : electronic // Am. J. Ophthalmol. – 1987. – Vol. 103, № 3. – P. 441-447.

157. Massoud, T.H. Lenticule extraction for postkeratoplasty myopia and astigmatism / T.H. Massoud, O. Ibrahim, K. Shehata [et al.]. – DOI 10.1155/2016/3686380. – Text : electronic // J. Ophthalmol. – 2016. – 2016:3686380.

158. Maurice, E.J. PRK following penetrating keratoplasty / E.J. Maurice, E. Martines, T. Cvintal [et al.]. – Text : electronic // J. Refract. Corneal Surg. – 1994. – № 10. – P. 206-210.

159. McCartney, D.L. Refractive keratoplasty for disabling astigmatism after penetrating keratoplasty / D.L. McCartney, C.E. Whitney, W.J. Stark [et al.]. – DOI 10.1001/archophth.1987.01060070090035. – Text : electronic // Arch. Ophthalmol. – 1987. – Vol. 105, № 7. – P. 954-957.

160. McCartney, D.L. Managing posterior pressure during pseudophakic keratoplasty / D.L. McCartney, J.D. Gottsch, W.J. Stark. – DOI 10.1001/archophth.1989.01070020454054. – Text : electronic // Arch. Ophthalmol. – 1989. – Vol. 107, № 9. – P. 1384-1386.

161. McDonnell, P.J. Photorefractive keratectomy for astigmatism. Initial clinical results / P.J. McDonnell, H. Moreira, T.N. Clapham. – DOI 10.1001/archophth.1991.01080100050041. – Text : electronic // Arch. Ophthalmol. – 1991. – Vol. 109, № 10. – P. 1370-1373.

162. McNeill, J.I. Long-term results of single continuous suture adjustment to reduce penetrating keratoplasty astigmatism / J.I. McNeill, V.J. Aaen. – DOI 10.1097/00003226-199901000-00004. – Text : electronic // Cornea. – 1999. – Vol. 18, № 1. – P. 19-24.

163. Mularoni, A. Two-step LASIK with topographyguided ablation to correct astigmatism after penetrating keratoplasty / A. Mularoni, G.L. Laffi, L. Bassein [et al.]. – DOI 10.3928/1081-597x-20060101-14. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2006. – Vol. 22, № 1. – P. 67-74.

164. Murillo, S.E. Acute corneal edema decades after penetrating keratoplasty for keratoconus in eyes wearing scleral contact lenses / S.E. Murillo, A. Shariff, J.H. Lass [et al.]. – DOI 10.1016/j.clae.2020.10.008. – Text : electronic // Cont Lens Anterior Eye. – 2020. – Vol. 44, № 1. – P. 108-114.

165. Nguyen, L.T. Case series: corneal epithelial macrocysts in scleral contact lenses post-penetrating keratoplasty / L.T. Nguyen, D. Yang, L. Vien [et al.]. – DOI 10.1097/OPX.0000000000001245. – Text : electronic // Optom. Vis. Sci. – 2018. – Vol. 95, № 7. – P. 616-620.

166. Noufal, K.H. Short-term visual outcome with sclerocorneal contact lens on irregular cornea / K.H. Noufal, S.P. Babu. – DOI

10.4103/sjopt.sjopt_268_21. – Text : electronic // Saudi J. Ophthalmol. – 2023. – Vol. 37, № 1. – P. 43-47.

167. Nubile, M. Femtosecond laser arcuate keratotomy for the correction of high astigmatism after keratoplasty / M. Nubile, P. Carpineto, M. Lanzini [et al.]. – DOI 10.1016/j.ophtla.2009.01.013. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2009. – Vol. 116, № 6. – P. 1083-1092.

168. Nubile, M. Epithelial and stromal remodelling following femtosecond laser-assisted stromal lenticule addition keratoplasty (SLAK) for keratoconus / M. Nubile, N. Salgari, J.S. Mehta [et al.]. – DOI 10.1038/s41598-021-81626-5. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 2293.

169. Nuijts, R.M. Artisan toric lens implantation for correction of postkeratoplasty astigmatism / R.M. Nuijts, K.A. Abhilakh Missier, V.A. Nabar [et al.]. – DOI 10.1016/j.ophtla.2003.09.045. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2004. – Vol. 111, № 6. – P. 1086-1094.

170. Nuzzi, R. Advantages of double running sutures in astigmatism after penetrating keratoplasty / R. Nuzzi, C. Burato, F. Tridico [et al.]. – DOI 10.2147/OPHTH.S355538. – Text : electronic // Clin. Ophthalmol. – 2022. – Vol. 15, № 16. – P. 797-802.

171. Parmar, G. Trends in keratoplasty from central and Northern India. Part I: Indications for keratoplasty / G. Parmar, S. Chatterjee, N. Kapur [et al.]. – DOI 10.4103/IJO.IJO_721_23. – Text : electronic // Indian J. Ophthalmol. – 2024. – Vol. 72, № 1. – P. 87-93.

172. Pellegrini, M. Outcomes of cataract surgery with toric intraocular lens implantation after keratoplasty / M. Pellegrini, L. Furiosi, A.C. Yu [et al.]. – DOI 10.1097/j.jcrs.0000000000000730. – Text : electronic // J. Cataract Refract. Surg. – 2022. – Vol. 48, № 2. – P. 157-161.

173. Penbe, A. Efficiency and safety of scleral lenses in rehabilitation of refractive errors and high order aberrations after penetrating keratoplasty / A. Penbe, H.S. Kanar, S. Simsek [et al.]. – DOI 10.1097/ICL.0000000000000755. – Text : electronic // Eye Contact Lens. – 2021. – Vol. 47, № 5. – P. 301-307.

174. Prazeres, T.M. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for the correction of residual astigmatism after penetrating keratoplasty / T.M. Prazeres, A.C. Souza, N.C. Pereira [et al.]. – DOI 10.1097/ICO.0b013e31821821e1. – Text : electronic // Cornea. – 2011. – Vol. 30, № 12. – P. 1293-1297.

175. Price, F.W. Jr. The art of surgical correction for postkeratoplasty astigmatism / F.W. Jr. Price, W.E. Whitson. – DOI 10.1097/00004397-199103110-00009. – Text : electronic // Int. Ophthalmol. Clin. – 1991. – Vol. 31, № 1. – P. 59-67.

176. Rashad, K.M. Laser in situ keratomileusis for correction of high astigmatism after penetrating keratoplasty / K.M. Rashad. – DOI 10.3928/1081-597x-20001101-05. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2000. – Vol. 16, № 6. – P. 701-710.

177. Reddy, J. Outcomes of refractive implantable lens implantation after deep anterior lamellar keratoplasty / J. Reddy, S. Dani, V. Sundaram. – DOI 10.4103/IJO.IJO_2627_22. – Text : electronic // Indian J. Ophthalmol. – 2023. – Vol. 71, № 3. – P. 837-840.

178. Reddy, J.K. High power custom toric intraocular lens for correcting high corneal astigmatism in post-keratoplasty and keratoconus patients with cataract / J.K. Reddy, C.M. Pooja, G.V. Prabhakar. – DOI 10.4103/ijo.IJO_2640_20. – Text : electronic // Indian. J. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 69, № 7. – P. 1766-1768.

179. Renesto, A.D.C. Refractive and visual outcomes after Ferrara corneal ring segment implantation at a 60% depth in keratoconic eyes: case series / A.D.C. Renesto, F.E. Hirai, M. Campos. – DOI 10.5935/0004-2749.20190091. – Text : electronic // Arq. Bras. Oftalmol. – 2019. – Vol. 82, № 6. – P. 488-494.

180. Rocha, G.A. Visual rehabilitation using mini-scleral contact lenses after penetrating keratoplasty / G.A. Rocha, P.O. Miziara, A.C. Castro [et al.]. – DOI 10.5935/0004-2749.20170006. – Text : electronic // Arq. Bras. Oftalmol. – 2017. – Vol. 80, № 1. – P. 17-20.

181. Rückl, T. Femtosecond laser-assisted intrastromal arcuate keratotomy to reduce corneal astigmatism / T. Rückl, A.K. Dextl, A. Bacherneegg [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2012.10.043. – Text : electronic // J. Cataract Refract. Surg. – 2013. – Vol. 39, № 4. – P. 528-538.
182. Ruiz, L.A. Refractive surgery: a text of radial keratotomy / L.A. Ruiz. – Text : immediate // New Jersey: Slack Inc., 1985. – 180 p.
183. Ruiz L.A. Trapezoidal keratotomy / L.A. Ruiz. – Text : immediate // Highlights of Ophthalmology: Refractive surgery with the masters. – Panama, 1987. – 230 p.
184. Ruiz-Lozano, R.E. Update on indications, complications, and outcomes of scleral contact lenses / R.E. Ruiz-Lozano, D.E. Gomez-Elizondo, M.F. Colorado-Zavala [et al.]. – DOI 10.51329/mehdiophthal1435. – Text : electronic // Med. Hypothesis Discov. Innov. Ophthalmol. – 2022. – Vol. 10, № 4. – P. 165-178.
185. Sachdev, G.S. Long-term outcomes of tailored stromal expansion with refractive lenticule for crosslinking thin corneas / G.S. Sachdev, M. Thulasidas, M.S. Sachdev. – DOI 10.4103/IJO.IJO_762_23. – Text : electronic // Indian J. Ophthalmol. – 2023. – Vol. 72, № 1. – P. 94-97.
186. Sarhan, A.R. Effect of disagreement between refractive, keratometric, and topographic determination of astigmatic axis on suture removal after penetrating keratoplasty / A.R. Sarhan, H.S. Dua, M. Beach. – DOI 10.1136/bjo.84.8.837. – Text : electronic // Br. J. Ophthalmol. – 2000. – Vol. 84, № 8. – P. 837-841.
187. Serdarevic, O.N. Randomized clinical trial of penetrating keratoplasty. Before and after suture removal comparison of intraoperative and postoperative suture adjustment / O.N. Serdarevic, G.J. Renard, Y. Pouliquen. – DOI 10.1016/s0161-6420(95)30840-8. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1995. – Vol. 102, № 10. – P. 1497-1503.
188. Severinsky, B. Scleral contact lenses for visual rehabilitation after penetrating keratoplasty: long term outcomes / B. Severinsky, S. Behrman, J.

Frucht-Pery [et al.]. – DOI 10.1016/j.clae.2013.11.001. – Text : electronic // Cont Lens Anterior Eye. – 2014. – Vol. 37, № 3. – P. 196-202.

189. Sharma, N. Infectious keratitis after lamellar keratoplasty / N. Sharma, M. Kaur, J.S. Titiyal [et al.]. – DOI 10.1016/j.survophthal.2020.11.001. – Text : electronic // Surv. Ophthalmol. – 2021. – Vol. 66, № 4. – P. 623-643.

190. Shumway, C.L. Penetrating keratoplasty using the femtosecond laser: A comparison of postoperative visual acuity and astigmatism by suture pattern / C.L. Shumway, S. Aggarwal, M. Farid [et al.]. – DOI 10.1097/ICO.0000000000001738. – Text : electronic // Cornea. – 2018. – Vol. 37, № 12. – P. 1490-1496.

191. Spadea, L. Long-term results of penetrating keratoplasty using a single or double running suture technique / L. Spadea, F. Cifariello, G. Bianco [et al.]. – DOI 10.1007/s00417-002-0444-4. – Text : electronic // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 2002. – Vol. 240, № 5. – P. 415-419.

192. Spadea, L. Effectiveness of LASIK to correct refractive error after penetrating keratoplasty / L. Spadea, L. Mosca, E. Balestrazzi [et al.]. – DOI 10.3928/1542-8877-20000301-07. – Text : electronic // Ophthalmic Surg. Lasers. – 2002. – Vol. 31, № 2. – P. 111-120.

193. Spadea, L. Topographically guided two-step LASIK and standard LASIK in the correction of refractive errors after penetrating keratoplasty / L. Spadea, M. Saviano, A. Di Gregorio [et al.]. – DOI 10.1177/112067210901900404. – Text : electronic // Eur. J. Ophthalmol. – 2009. – Vol. 19, № 4. – P. 535-543.

194. Sridhar, U. Corneal Topography / U. Sridhar, K. Tripathy // StatPearls [Internet]. – Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. – PMID: 36251835.

195. St. Clair, R.M. Development of a nomogram for femtosecond laser astigmatic keratotomy for astigmatism after keratoplasty / R.M. St. Clair, A. Sharma, D. Huang [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2015.12.053. – Text : electronic // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42, № 4. – P. 556-620.

196. Strelow, S. Corneal topography for selective suture removal after penetrating keratoplasty / S. Strelow, E.L. Cohen, K.G. Leavitt [et al.]. – DOI 10.1016/s0002-9394(14)77271-x. – Text : electronic // Am. J. Ophthalmol. – 1991. – Vol. 112, № 6. – P. 657-665.
197. Sugar, J. Relaxing keratotomy for post-keratoplasty high astigmatism / J. Sugar, A.K. Kirk. – DOI 10.3928/1542-8877-19830201-09. – Text : electronic // Ophthalmic. Surg. – 1983. – Vol. 14, № 2. – P. 156-158.
198. Swinger, C.A. Postoperative astigmatism / C.A. Swinger. – DOI 10.1016/0039-6257(87)90023-3. – Text : electronic // Surv. Ophthalmol. – 1987. – Vol. 31, № 4. – P. 219-248.
199. Tahzib, N.G. Three-year follow-up analysis of Artisan toric lens implantation for correction of postkeratoplasty ametropia in phakic and pseudophakic eyes / N.G. Tahzib, Y.Y. Cheng, R. M. Nuijts. – DOI 10.1016/j.opthta.2006.02.025. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2006. – Vol. 113, № 6. – P. 976-984.
200. Thiwa, D. Continuous intracorneal ring implantation in keratoconus: efficacy, predictive factors, and complications / D. Thiwa, S.J. Linke, A. Daxer [et al.]. – DOI 10.2147/OPTH.S375569. – Text : electronic // Clin. Ophthalmol. – 2022. – Vol. 17, № 16. – P. 3055-3067.
201. Tiveron, M.C. Jr. Outcomes of toric iris-claw phakic intraocular lens implantation after deep anterior lamellar keratoplasty for keratoconus / M.C. Jr. Tiveron, J.L. Alió Del Barrio, N. Kara-Junior [et al.]. – DOI 10.3928/1081597X-20170616-02. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 2017. – Vol. 33, № 8. – P. 538-544.
202. Tourabaly, M. Long-term results and refractive error after cataract surgery with a scleral incision in eyes with deep anterior lamellar keratoplasty / M. Tourabaly, J. Knoeri, C. Georgeon [et al.]. – DOI 10.1097/ICO.0000000000002758. – Text : electronic // Cornea. – 2021. – Vol. 40, № 11. – P. 1466-1473.

203. Troutman, R.C. Corneal wedge resections and relaxing incisions for postkeratoplasty astigmatism / R.C. Troutman. – DOI 10.1097/00004397-198302340-00013. – Text : electronic // Int. Ophthalmol. Clin. – 1983. – Vol. 23, № 4. – P. 161-168.

204. Tuunanen, T.H. Photoastigmatic keratectomy for correction of astigmatism in corneal grafts / T.H. Tuunanen, P.J. Ruusuvaara, R.J. Uusitalo [et al.]. – DOI 10.1097/00003226-199701000-00010. – Text : electronic // Cornea. – 1997. – Vol. 16, № 1. – P. 48-53.

205. Tzelikis, P.F. Clinical outcomes after femtosecond laser-assisted implantation of an intrastromal corneal ring segment with a 340-degree arc length in postkeratoplasty patients: 12-month follow-up / P.F. Tzelikis, A.H.G.M. Jácome, G.A.N. Rocha [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2019.08.006. – Text : electronic // J. Cataract Refract. Surg. – 2020. – Vol. 46, № 1. – P. 78-85.

206. Van Meter, W.S. Penetrating keratoplasty for corneal perforation in an obtunded patient / W.S. Van Meter, J. Conklin. – DOI 10.3928/1542-8877-19920201-18. – Text : electronic // Ophthalmic Surg. – 1992. – Vol. 23, № 12. – P. 137-139.

207. Van Meter, W.S. The efficacy of a single continuous nylon suture for control of post keratoplasty astigmatism / W.S. Van Meter. – DOI 10.1016/s0002-9394(14)70207-7. – Text : electronic // Trans Am. Ophthalmol. Soc. – 1997. – № 94. – P. 1157-1180.

208. Vincent, S.J. Hypoxic corneal changes following eight hours of scleral contact lens wear / S.J. Vincent, D. Alonso-Caneiro, M.J. Collins [et al.]. – DOI 10.1097/OPX.0000000000000803. – Text : electronic // Optom. Vis. Sci. – 2016. – Vol. 93, № 3. – P. 293-299.

209. Visser, N. Cataract surgery with toric intraocular lens implantation in patients with high corneal astigmatism / N. Visser, R. Ruíz-Mesa, F. Pastor [et al.]. – DOI 10.1016/j.jcrs.2011.03.034. – Text : electronic // J. Cataract Refract. Surg. – 2011. – Vol. 37, № 8. – P. 1403-1410.

210. Wade, M. Results of toric intraocular lenses for post-penetrating keratoplasty astigmatism / M. Wade, R.F. Steinert, S. Garg [et al.]. – DOI 10.1016/j.ophtla.2013.10.011. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2014. – Vol. 121, № 3. – P. 771-777.

211. Wang, L. Evaluation of femtosecond laser intrastromal incision location using optical coherence tomography / L. Wang, L. Jiang, K. Hallahan. – DOI 10.1016/j.ophtla.2017.03.022. – Text : electronic // Ophthalmology. – 2017. – Vol. 124, № 8. – P. 1120-1125.

212. Webber, S.K. LASIK for post penetrating keratoplasty astigmatism and myopia / S.K. Webber, M.A. Lawless, G.L. Sutton [et al.]. – DOI 10.1136/bjo.83.9.1013. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1999. – Vol. 83, № 9. – P. 1013-1018.

213. Wilson, S.E. Quantitative descriptors of corneal topography. A clinical study / S.E. Wilson, S.D. Klyce. – DOI 10.1001/archopht.1991.01080030051037. – Text : electronic // Arch. Ophthalmol. – 1991. – Vol. 109, № 3. – P. 349-353.

214. Xanthopoulou, K. Need for explantation of an intrastromal titan ring after penetrating keratoplasty in two patients / K. Xanthopoulou, G. Milioti, B. Seitz. – DOI 10.1177/1120672120962031. – Text : electronic // Eur. J. Ophthalmol. – 2022. – Vol. 32, № 1:NP35-NP41.

215. Yoshida, K. Refractive results of post penetrating keratoplasty photorefractive keratectomy / K. Yoshida, Y. Tazawa, T.T. Demong. – DOI 10.3928/1542-8877-19990501-06. – Text : electronic // Ophthalmology. – 1999. – Vol. 30, № 5. – P. 354-359.

216. Zaldivar, R. LASIK for myopia and astigmatism after penetrating keratoplasty / R. Zaldivar, J. Davidorf, S. Oscherow. – DOI 10.3928/1081-597x-19970901-04. – Text : electronic // J. Refract. Surg. – 1997. – Vol. 13, № 6. – P. 501-502.