

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА» ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.Н. ФЕДОРОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

ИГНАТЬЕВ АРТЁМ ВИКТОРОВИЧ

**ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К КОРРЕКЦИИ
РЕФРАКЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ ПОСЛЕ РАДИАЛЬНОЙ
КЕРАТОТОМИИ**

14.01.07 – глазные болезни

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
Мушкова Ирина Альфредовна

Москва – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	
1.1 Радиальная кератотомия: основные этапы развития.....	15
1.2 Проблемы и осложнения радиальной кератотомии в отдаленном послеоперационном периоде.....	20
1.3 Эволюция методов коррекции рефракционных нарушений после радиальной кератотомии.....	27
1.4 Современные методы коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	30
1.4.1 Факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы.....	30
1.4.2 Лазерный интрастромальный кератомилез in situ.....	34
1.4.3 Лазерный интрастромальный кератомилез in situ с использованием фемтосекундного лазера.....	35
1.4.4 Фоторефрактивная кератэктомия.....	36
1.5 Заключение по обзору литературы.....	37
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	
2.1 Клиническая характеристика пациентов, распределение по группам.....	38
2.2 Методы офтальмологического обследования пациентов.....	43
2.2.1 Стандартные методы офтальмологического обследования.....	43
2.2.2 Дополнительные и специальные методы обследования.....	45
2.3 Методы статистической обработки полученных результатов.....	52
2.4 Технологии проведения рефракционных операций у пациентов после радиальной кератотомии в контрольных группах.....	53
2.4.1 ФРК.....	53
2.4.2 ЛАЗИК.....	54

2.4.3 ФЭК+ИОЛ.....	55
--------------------	----

Глава 3. ОЦЕНКА КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ ФРК, ЛАЗИК, ФЭК+ИОЛ, ВЫПОЛНЕННЫХ ПО СТАНДАРТНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ПОСЛЕ РАНЕЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ РАДИАЛЬНОЙ КЕРАТОТОМИИ

3.1 Клинико-функциональные результаты обследования пациентов контрольной группы после проведения операции ФРК.....	56
3.2 Клинико-функциональные результаты обследования пациентов контрольной группы после проведения операции ЛАЗИК.....	62
3.3 Клинико-функциональные результаты обследования пациентов контрольной группы после проведения операции ФЭК+ИОЛ.....	68

Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И КЕРАТОТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОГОВИЦЫ, А ТАКЖЕ ГИДРОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ РАДИАЛЬНОЙ КЕРАТОТОМИИ

4.1 Оценка результатов комплексного обследования пациентов основных групп с посткератотомическими рефракционными нарушениями до проведения хирургических методов коррекции.....	74
4.1.1 Анализ функционального слезного комплекса.....	75
4.1.2 Морфометрический анализ структур переднего отрезка глаза.....	76
4.1.3 Анализ оптических и функциональных нарушений.....	83
4.1.4 Анализ гидродинамических показателей и исследования для исключения глаукомы.....	85

Глава 5. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗРИТЕЛЬНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОСТКЕРАТОТОМИЧЕСКИМИ РЕФРАКЦИОННЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

5.1 Разработка дифференцированного патогенетически ориентированного подхода к выбору метода коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	87
5.1.1 Пациенты с биомеханической нестабильностью роговицы.....	89
5.1.2 Выбор метода коррекции у пациентов с помутнением хрусталика и/или патоморфологическими изменениями роговицы и гиперметропической рефракцией.....	89
5.1.3 Выбор метода коррекции у пациентов с интактным хрусталиком и миопической рефракцией.....	91
5.1.4 Выбор метода коррекции у пациентов с интактным хрусталиком и гиперметропической рефракцией при отсутствии патоморфологических изменений роговицы.....	92
5.2 Технологии проведения рефракционных операций у пациентов после передней дозированной радиальной кератотомии.....	94
5.2.1 Технология проведения операции ФРК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	94
5.2.1.1 Расчет целевой рефракции при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	95
5.2.1.2 Расчет параметров топографически ориентированных операций.....	96
5.2.1.3 Послеоперационное ведение пациентов после ФРК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	97
5.2.1.4 Клинико-функциональные результаты хирургического лечения пациентов основной группы после проведения операции ТопоФРК.....	98
5.2.1.5 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с посткератотомическими рефракционными	

нарушениями в основной (ТопоФРК) и контрольной (ФРК) группах.....	104
5.2.2. Технология проведения операции ЛАЗИК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	109
5.2.2.1 Технология повторного подъема роговичного клапана при операции ЛАЗИК для коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	110
5.2.2.2 Разработка микрохирургического инструмента для поднятия роговичного лоскута при повторной операции ЛАЗИК у пациентов после радиальной кератотомии.....	112
5.2.2.3 Послеоперационное ведение пациентов после операции ЛАЗИК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	115
5.2.2.4 Клинико-функциональные результаты хирургического лечения пациентов основной группы после проведения операции ТопоЛАЗИК.....	116
5.2.2.5 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями в основной (ТопоЛАЗИК) и контрольной (ЛАЗИК) группах.....	122
5.2.3. Технология проведения операции ФЭК+ИОЛ при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	127
5.2.3.1 Послеоперационное ведение пациентов после операции ФЭК+ИОЛ при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.....	128
5.2.3.2 Клинико-функциональные результаты хирургического лечения пациентов основной группы после проведения операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК.....	129
5.4.3 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями в основной (ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК) и контрольной (ФЭК+ИОЛ) группах.....	135

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	140
ВЫВОДЫ	151
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	153
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	156

ВВЕДЕНИЕ

Одной из первых и самых распространенных операций для коррекции миопии была радиальная кератотомия (РК), бурное развитие которой началось с конца прошлого века. В 1980-х годах в МНТК «Микрохирургия глаза» академиком С.Н. Фёдоровым с соавторами была разработана оригинальная техника и инструментарий для проведения передней радиальной дозированной кератотомии (ПРДК). Благодаря эффективности, безопасности, подробному изучению возможных осложнений, определению показаний и противопоказаний, предсказуемости и доступности, данная хирургическая операция получила широкое внедрение в практику и стала востребованной во всем мире (Федоров С.Н., Дурнев В.В., 1977; Саркизова М.Б., 1985; Ивашина А.И., 1989; Тингаев В.В., 1994; Куренков В.В., 2002). В России, только в системе МНТК «Микрохирургия глаза», к 2000 году было выполнено свыше 600 000 операций, а в мире по данным ВОЗ к 2010 году было произведено от 5 до 5,5 миллионов РК (Коршунова Н.К. с соавт., 2000; World Health Organization. Geneva, 2010).

Вместе с тем, у ряда пациентов, в силу особенностей послеоперационного ремоделирования роговицы, развития и усугубления дистрофических процессов органа зрения, со временем происходило отклонение от ранее достигнутой рефракции и формирование посткератотомических рефракционных нарушений (ПКРН) (Deitz M.R., Sanders D.R., 1985; Waring G.O., et al., 1994; Балашевич Л.И., 2009). Их особенностью является сложность подбора и переносимости очковой коррекции, а также затруднение в оценке оптических параметров.

Современный уровень развития рефракционной хирургии позволяет достичь высокопрогнозируемые зрительно-функциональные результаты при коррекции широкого спектра аметропий. Однако максимально предсказуемый рефракционный результат достигается, как правило, при выполнении операций на интактной роговице. У пациентов, имеющих в анамнезе операции на

роговице, выявлена более низкая предсказуемость конечного рефракционного результата (Майчук Н.В., 2008; Кондакова О.И., 2011). В работах ряда авторов предоставлены данные, согласно которым у пациентов, перенесших хирургические вмешательства на роговице, риск интра- и послеоперационных осложнений при выполнении повторных операций значительно выше по сравнению с хирургией интактной роговицы (Мушкова И.А., 1988; Roberts С., 2000; Дога А.В., 2004; Семенов А.Д., с соавт., 2008).

На данный момент существенной проблемой для хирургов является выбор метода коррекции ПКРН, так как они характеризуются большим разнообразием клинической рефракции (чаще гиперметропическим, миопическим и смешанным астигматизмом), выраженной иррегулярностью роговицы и сопровождаются развитием и прогрессированием возрастных изменений органа зрения.

Большинство пациентов, перенесших РК, к настоящему времени находятся в пресбиопическом возрасте и у многих из них появляются признаки начальной катаракты, поэтому возникает вопрос о замене хрусталика как патогенетически обоснованном методе коррекции ПКРН (Tahzib N.G., et al., 2007; Kamiya K., 2008). Поскольку одной лишь заменой хрусталика на интраокулярную линзу (ИОЛ) не всегда удается достичь максимальных клиничко-функциональных результатов, то для докоррекции целесообразно использовать кераторефракционные операции (КРО) (Shah S.B., 2000; Пантелеев Е.Н., с соавт., 2013). Их неоспоримым преимуществом является устранение остаточных рефракционных нарушений и иррегулярности роговицы. Однако при выборе метода лазерной коррекции также возникают трудности.

Лазерный интрастромальный кератомилез *in situ* (ЛАЗИК) с роговичным клапаном, сформированным с помощью микрокератома, способствует еще большему ослаблению ранее измененной вследствие РК биомеханической резистентности роговицы (Clausse M.A., 2001; Lyle W.A., 2003; Jaycock P.D., et al., 2005).

В настоящее время оптимальным методом формирования роговичного клапана на интактных глазах большинством исследователей признается диссекция с помощью фемтосекундного лазера (ФСЛ) (Костенев С.В., 2012). Однако при коррекции ПКРН описаны случаи, когда ФСЛ не способен проходить через структуры с повышенной оптической плотностью (рубцовая ткань), что вынуждает производить механическую диссекцию, и повышает риск разрыва клапана по рубцу (Perente I., et al., 2007; Leccisotti A., 2015; Rush S.W., et al., 2016).

Фоторефрактивная кератэктомия (ФРК) лишена недостатков клапанных технологий кераторефракционной хирургии, вместе с тем, применение ФРК ограничено высокой вероятностью регресса рефракционного эффекта с развитием субэпителиальной фиброплазии (СЭФ) после коррекции гиперметропической рефракции, выявляющейся у большинства пациентов после РК (Koch D.D., et al., 2009; Anbar R., et al., 2009; Ghanem R.C., et al., 2012).

Таким образом, учитывая трудоспособный возраст и высокие требования к качеству зрения у пациентов после РК, данная проблема становится актуальной и требует разработки дифференцированного подхода к коррекции ПКРН, основанного на современных методах диагностики и хирургических технологий.

Цель исследования

Разработка дифференцированного подхода к коррекции рефракционных нарушений после ранее проведенной радиальной кератотомии.

Задачи исследования

1. Оценить клинико-функциональные результаты операций ФРК, ЛАЗИК, ФЭК+ИОЛ, выполненных по стандартным технологиям после ранее перенесенной радиальной кератотомии.
2. Оценить состояние функциональных, морфометрических, кератотопографических параметров роговицы, а также данные гидродинамики и определить противопоказания к коррекции методами эксимерлазерной рефракционной хирургии у пациентов после радиальной кератотомии.
3. Разработать алгоритм зрительно-функциональной реабилитации пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями.
4. Разработать технологию коррекции посткератотомических рефракционных нарушений у пациентов с прозрачным хрусталиком и миопической рефракцией методом топографически ориентированной фоторефрактивной кератэктомии.
5. Разработать технологию коррекции посткератотомических рефракционных нарушений у пациентов с прозрачным хрусталиком и гиперметропической рефракцией методом топографически ориентированного лазерного *in situ* кератомилеза.
6. Разработать технологию коррекции посткератотомических рефракционных нарушений у пациентов с помутнением хрусталика методом его замены на интраокулярную оптическую линзу с последующим выполнением топографически ориентированной фоторефрактивной кератэктомии.

Научная новизна результатов исследования

1. Впервые на основании комплексного обследования разработан алгоритм оценки состояния посткератотомического глаза для определения дальнейшей тактики коррекции рефракционных нарушений.
2. В зависимости от выявленных сочетаний вида рефракционных нарушений и структурно-функционального состояния посткератотомического глаза предложен дифференцированный подход к коррекции рефракционных нарушений после ранее проведенной радиальной кератотомии методами роговичной либо роговично-хрусталиковой хирургии.

Практическая значимость результатов исследования

1. Предложен клинико-диагностический алгоритм оценки состояния посткератотомических изменений органа зрения.
2. Разработан, апробирован и внедрен в клиническую практику дифференцированный подход к коррекции рефракционных нарушений после ранее проведенной радиальной кератотомии.
3. Разработаны практические рекомендации для ведения пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями.
4. Изготовлен макетный образец оригинального инструмента для подъема роговичного клапана при выполнении операции ЛАЗИК и отработана техника его использования.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Разработанный алгоритм зрительно-функциональной реабилитации, основанный на комплексном обследовании пациентов, позволяет дифференцированно и патогенетически-ориентированно подойти к выбору метода коррекции посткератотомических рефракционных нарушений.
2. Разработанные технологии коррекции посткератотомических рефракционных нарушений (технология коррекции посткератотомических рефракционных нарушений у пациентов с прозрачным хрусталиком и гиперметропической рефракцией методом топографически ориентированного лазерного *in situ* кератомилеза; технология коррекции посткератотомических рефракционных нарушений у пациентов с прозрачным хрусталиком и миопической рефракцией методом топографически ориентированной фоторефрактивной кератэктомии; технология коррекции посткератотомических рефракционных нарушений у пациентов с помутнением хрусталика методом его замены на интраокулярную оптическую линзу с последующим выполнением топографически ориентированной фоторефрактивной кератэктомии) являются безопасными, эффективными, предсказуемыми, а в сравнении со стандартными методами коррекции, имеют преимущества в части улучшения клиничко-функциональных результатов и снижения количества осложнений.

Внедрение результатов работы в практику

Разработанный алгоритм зрительно-функциональной реабилитации пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями внедрен и активно применяется в клинической практике головной организации ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России. Результаты и положения работы включены в программу теоретических и практических занятий на циклах тематического усовершенствования врачей и

обучения ординаторов в Научно-образовательном центре ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России.

Апробация работы

Результаты научно-исследовательской работы были успешно представлены, доложены и обсуждены на еженедельной научно-клинической конференции ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова (Москва, 2017), на XVI Научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2015), XVII Научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2016), на X Республиканской конференции с международным участием «Актуальные вопросы офтальмологии» (Минск, 2016).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 4 печатные работы, из них 3 – в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационного исследования. Получен патент РФ на изобретение № 2620660 от 24.05.2016 и патент РФ на полезную модель № 172667 от 12.01.2017.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 173-х страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы,

включающего 184 источника, из них 78 отечественных и 106 иностранных. Диссертация иллюстрирована 79-ю рисунками и 21-ой таблицей.

Работа выполнена в ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России под руководством заведующей отделом рефракционной лазерной хирургии ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, ученого секретаря диссертационного совета, доктора медицинских наук Мушковой И.А. Клиническая часть работы, включающая отбор, обследование, проведение кераторефракционных операций и послеоперационное наблюдение пациентов проводилась в отделе рефракционной лазерной хирургии ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (зав. отделом – д.м.н. Мушкова И.А., зав. отделением – к.м.н. Пахомова А.Л.), замена хрусталика на интраокулярную линзу и послеоперационное наблюдение пациентов проводились в отделе хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (зав. отделом – д.м.н. Копаев С.Ю., зав. отделением – к.м.н. Пантелеев Е.Н.) и отделе трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (зав. отделом – д.м.н. Измайлова С.Б., зав. отделением – к.м.н. Пароконный Д.А.)

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Радиальная кератотомия: основные этапы развития

XX век ознаменовался бурным развитием рефракционной хирургии. Среди хирургических методов коррекции аметропий КРО занимают лидирующие места. Выбор роговицы в качестве объекта для хирургического вмешательства был сделан не случайно: отсутствие сосудов, способность к регенерации, высокая преломляющая способность (на роговицу приходится порядка 40 дптр всей оптической системы глаза), а главное - легкая доступность и безопасность, в отличие от полостной хирургии [12, 41, 55].

В данной главе особое внимание будет уделено только ключевым этапам в развитии РК, так как подробное описание всего пути становления данной операции уже неоднократно описывалось во многих научных трудах и публикациях.

Первые попытки изменить оптику глаза за счет хирургического воздействия на роговицу были описаны еще в XIX веке. Одним из первых надрезы роговицы для исправления астигматизма начал применять Н. Schiötz в 1885 году [169]. В 1898 году L.I. Lans разработал технику радиальной и тангенциальной кератотомии [130].

В 50-х годах XX века в литературе появились сообщения о массовом применении надрезов роговицы для коррекции миопии и миопического астигматизма. Японский офтальмолог Tsutomu Sato предложил собственную модификацию кератотомии, которая заключалась в уплощении центральной части роговицы за счет выполнения надрезов стромы со стороны эндотелия. Операция выполнялась с помощью специально изготовленного изогнутого ножа, которым поочередно, в четырех сегментах, после прокола роговицы производили от 5 до 9 коротких надрезов. Также доктором Sato были выполнены комбинированные операции, где задние надрезы роговицы он дополнял передними радиальными. Для достижения рефракционного эффекта и

сохранения большого диаметра оптической зоны от 6 до 8 мм приходилось делать очень большое количество передних надрезов (порядка 40), при этом выполнялись они глубоко, почти перфорируя роговицу, с пересечением зоны лимба. Проанализировав результаты проведенных операций на 60-ти глазах из 281-го прооперированного через 10-24 года была диагностирована буллезная кератопатия в результате значительного снижения количества эндотелиальных клеток [163-165]. Операция оказалась очень травматичной для роговицы, трудно прогнозируемой и малоэффективной, что послужило причиной отказа от данной методики. Несмотря на неудовлетворительные результаты операций идеи доктора Sato и его коллег заложили основу кератотомии и позволили другим ученым дальше развивать и совершенствовать данный метод.

В течение длительного времени кератотомия была забыта в офтальмологическом мире. И только спустя 20 лет после работ Т. Sato советские ученые решили вновь заняться изучением возможности коррекции миопии и астигматизма методом кератотомии. Одна за другой стали появляться сначала экспериментальные, а затем и клинические работы посвященные различным подходам и техникам выполнения кератотомии.

Пурескин Н.П. и Богуславская Э.С. в 1967 году, взяв за основу работы доктора Sato, исследовали влияние различных комбинаций передних и задних надрезов с целью коррекции астигматизма. По результатам экспериментальных работ, выполненных на кроликах, авторы пришли к выводу, что передние надрезы роговицы малоэффективны, и для коррекции астигматизма следует выполнять только задние надрезы [54].

Беляев В.С. совместно с Маунг Кио Тином в период с 1966 по 1976 занимались разработкой склеропластики у пациентов с прогрессирующей миопией высокой степени. Одновременно со склеропластикой хирургами выполнялись «передние периферические надрезы роговицы» [16, 17, 45]. Предложенная в 1976 году Маунг Кио Тином техника операции заключалась в нанесении от 8 до 32 надрезов роговицы осколком бритвенного лезвия, при этом длина надрезов была 2-3 мм, а центральная оптическая зона составляла 6-

8 мм. По данной методике было прооперировано 60 пациентов, во всех случаях автором отмечено уменьшение степени близорукости и отсутствие серьезных осложнений [44,45].

Еналиевым Ф.С. в 1979 году предложена методика «радиальных периферических надрезов». Операция проводилась по следующей схеме: после разметки центральной оптической зоны центратором, осколком лезвия выполняли от 8 до 24 радиальных надрезов глубиной 0,5 мм, в направлении от зрачкового края радужки до зоны лимба. Прооперировано 178 пациентов (324 глаза) при миопии слабой и средней степени, максимальный срок наблюдения составил 12 месяцев. Автором была выявлена взаимосвязь степени снижения миопии от количества произведенных надрезов: так при 4 надрезах уменьшение миопии происходило на 1,5 дптр; 8 надрезов позволяли уменьшить миопию на 2-2,5 дптр; в случае с 12 надрезами – на 3-3,5 дптр и при 24 надрезах на 4-4,5 дптр. В отдаленные сроки после операции у 26,5% пациентов был отмечен постепенный возврат миопии к исходным цифрам [30].

Уткин В.Ф в 1979 году, с целью коррекции сферической и асферической миопии, применял методику «несквозной периферической радиальной кератотомии». Операции были выполнены на 34 глазах с миопией от 2 до 19 дптр, производилось от 16 до 32 надрезов, глубиной 0,5-0,6 мм. Среди особенностей данной операции следует выделить варианты расположения надрезов роговицы: при сферической миопии насечки выполнялись равномерно в каждом из секторов, а в случае с асферической миопией выполняли на 2-3 надреза больше в тех секторах, которые соответствовали меридианам с большей оптической силой роговицы. Проанализировав результаты своих операций автор пришел к выводу, что данная методика может быть рекомендована только при коррекции сферической и асферической миопии слабой степени [67].

Во всех вышеперечисленных работах в технологии проведения операций имелся ряд существенных недостатков: большой диаметр оптической зоны, избыточное количество надрезов, недостаточная длина и глубина прорезания.

Эти особенности приводили к снижению эффективности и не позволяли получить стабильных результатов, из-за чего исследователи были вынуждены отказаться от проведения данных операций.

Начиная с 1981 года под руководством академика Краснова М.М. продолжалось изучение кератотомии. Разрабатывались методики, при которых для усиления эффекта операции после проведения кератотомии на глазное яблоко оказывались различные виды компрессии, что позволяло изменять конфигурацию роговицы [1, 4, 23, 60].

Сергиенко Н.М. с соавт. в 1982 году использовали специальное кольцо диаметром 14 мм к которому крепилась рукоятка с различными грузами до 70 г., что позволяло оказывать дозированную компрессию. Это устройство помещали на глаз сразу после выполнения надрезов роговицы [60].

Аветисовым С.Э. в 1982 году для коррекции миопии была разработана операция под названием «ортокератотомия», особенность которой заключалась в выполнении всего 4-х кератотомических надрезов, при этом в конце операции на оперированный глаз накладывали давящую повязку. Основная роль в данной операции отводилась давлению сомкнутых век, задняя поверхность которых, оказывала непосредственное влияние на изменение кривизны роговицы [4].

Однако только работы академика С.Н. Федорова и его соратников позволили взглянуть на «переднюю радиальную дозированную кератотомию» по новому. В технологию проведения операции были внесены существенные изменения, которые во многом отличали её от ранее предложенных методик. Было решено полностью отказаться от задних надрезов роговицы, сократить максимальное количество передних надрезов до 16, уменьшить центральную оптическую зону до 3-3,2 мм, что позволяло увеличить длину надрезов, а главное выполнять максимально глубокое просечение роговицы с предварительным кератопахиметрическим контролем. Начиная с 1972 года проводились многочисленные экспериментальные исследования на кроликах, которые доказали безопасность данной операции и позволили начать клинические исследования. Первые операции в клинике были проведены в 1974

году. После выполнения более 20 тысяч операций были четко определены показания и противопоказания, проанализированы ближайшие и отдаленные результаты операции, подробно изучены возможные осложнения [27, 28, 69, 70].

С появлением первых опубликованных результатов Федорова С.Н. и Дурнева В.В. в иностранной литературе в 1979 году РК вызвала большой интерес среди американских офтальмологов [113]. В 1980 году специально для детального изучения и анализа РК на базе Национального Глазного Института было создано многоцентровое исследование «Prospective Evaluation of Radial Keratotomy» сокращенно PERK, которое включало в себя самые крупные офтальмологические клиники и институты США. С этого времени начали появляться многочисленные экспериментальные и клинические работы американских ученых и хирургов [146, 158, 166, 178, 179].

Тем самым, начиная с 80-х годов шло параллельное изучение РК школой академика С.Н. Федорова и американскими офтальмохирургами. Особое внимание ученых уделялось следующим направлениям: технике и параметрам операции, дозированию эффекта, направлению надрезов, диаметру оптической зоны, инструментарию для проведения РК. Следует выделить основные отличия в подходах отечественной и американской школ.

Американские хирурги использовали упрощенную стандартизованную таблицу выбора оптической зоны в зависимости от степени миопии (при миопии слабой степени диаметр центральной зоны составлял 4 мм, при миопии средней степени – 3,5 мм и при миопии высокой степени – 3 мм). Выполнялось от 4 до 8 надрезов с одинаковым выстоянием ножа по всей длине, равным толщине роговицы в центре. Надрезы производились от центра к лимбальной зоне, что позволяло избежать осложнений связанных с внедрением ножа в центральную оптическую зону.

В России математическое прогнозирование эффекта РК проводили индивидуально для каждого конкретного пациента с учетом 11 параметров. Диаметр центральной оптической зоны, не затронутой надрезами, был в

пределах 3-3,5 мм. Количество надрезов не менее 4 и не более 12. Надрезы производились от лимба к центру роговицы острым дозированным алмазным ножом. Разрез выполняли в два этапа, для этого на роговице производили разметку специальным отметчиком, который имел две зоны, центральную от 3,2 до 4,5 мм и периферическую от 5 до 7,0 мм. Во время выполнения первого этапа на ноже выставляли максимальную глубину по данным кератопахиметрии, дойдя до границы центральной зоны выстояние лезвия уменьшали и завершали разрез. Данный способ позволял получить равномерное и максимальное по глубине просечение роговицы, практически до десцеметовой оболочки [32, 68].

По данным сравнительных исследований РК выполненная в «американском стиле» уступает «русскому» способу на 1 дптр по рефракционному эффекту при том же количестве выполненных надрезов [7, 108, 109].

Таким образом, благодаря многочисленным отечественным и зарубежным исследованиям были доказаны безопасность, эффективность и предсказуемость операции, а также подробно изучены возможные осложнения, определены показания и противопоказания, что позволило РК получить широкое внедрение в практику и стать востребованной во всем мире [32, 41, 65, 69, 160].

1.2 Проблемы и осложнения радиальной кератотомии в отдаленном послеоперационном периоде

Увеличение количества произведенных операций, необоснованное расширение показаний для их выполнения, несоблюдение в отдельных случаях технологии хирургического вмешательства, привели к увеличению как интраоперационных, так и послеоперационных осложнений. Несмотря на наличие специализированного микрохирургического инструментария, компьютерных программ, для математического моделирования послеоперационного рефракционного эффекта и отработанной годами

технологии операции, результат РК в первую очередь зависел от мастерства и опыта хирурга, а индивидуальные особенности заживления кератотомических рубцов в послеоперационном периоде, усугубляющиеся возникновением и прогрессированием сопутствующей возрастной патологии, привели к возникновению сложной оптики глаз и отклонению от ранее достигнутой рефракции. [14, 26, 38, 58, 65, 143, 180].

Учитывая тот факт, что на сегодняшний день РК полностью вышла из обихода рефракционных хирургов, нет смысла останавливаться на интраоперационных и ранних послеоперационных осложнениях, а следует сразу перейти к проблемам и осложнениям возникшим в отдаленном послеоперационном периоде.

Среди основных осложнений РК, проявивших себя в отдаленном послеоперационном периоде, следует выделить: гипокоррекцию, гиперкоррекцию, гиперметропический сдвиг, индуцированный астигматизм, а также незавершенность процесса рубцевания.

Ивашина А.И. (1989) проанализировав результаты РК в своей докторской диссертации приводит следующие данные: эметропия была достигнута в 78% случаев при миопии слабой степени, в 63% случаев при миопии средней степени и в 57% случаев при миопии высокой степени [32]. Исследователи из группы «PERK» приводят результаты десятилетнего наблюдения: послеоперационная острота зрения не ниже 1,0 была выявлена в 53% случаев, при этом 85% пациентов обходились без очковой коррекции [180].

По данным различных авторов гипокоррекция составила от 5 до 56% [81, 94, 147, 158, 162, 167, 180].

Аграновский А.А. (1989) в своей работе выделяет группу риска для которой характерно развитие гипокоррекции: это пациенты моложе 25 лет, малый диаметр роговицы и относительно короткий передне-задний размер глазного яблока [8].

В работах американских хирургов из группы «PERK» гипокоррекция была выявлена в 28% случаев, при этом у пациентов с миопией высокой степени она составила – 56%. В сроки наблюдения до 4-х лет остаточная миопия превышала 1 дптр [181].

Причинами гипокоррекции являлись: малое количество надрезов, недостаточная глубина просечения, а также выбор большого диаметра оптической зоны.

Однако, если в случае с гипокоррекцией большинство пациентов, получив улучшение зрительных функций, оставались удовлетворенными результатами операций, то гиперкоррекция вызывала множество жалоб, дискомфорт, трудности в адаптации и необходимость в коррекции для дали и близи, создавая при этом проблемы как пациентам, так и рефракционным хирургам [126, 129, 173, 180].

В иностранной литературе частота встречаемости гиперкоррекции колеблется от 6 до 54% [82, 101, 139, 167, 180].

По данным Ивашиной А.И. с соавт. (1988) в период наблюдения до 10 лет после РК гиперметропия слабой степени была выявлена у 19,4% пациентов, при исходной миопии слабой степени и в 11,3% случаев, при миопии средней степени [33].

Мушкова И.А. (1988) сообщает о 80% пациентов, которые имели гиперметропическую рефракцию в первую неделю после операции, при этом к первому году за счет усиления рефракции количество данных пациентов снизилось до 13% [46].

Горлина Т.Л. (1993) в своей работе приводит следующие цифры: при сроках наблюдения до 3-х лет из 570 пациентов гиперметропия от 1 до 3 дптр была диагностирована в 6% случаев, что явилось результатом гиперэффекта полученного сразу после операций [22].

В литературе описан случай появления гиперметропической рефракции в 9 дптр на обоих глазах спустя 6 лет после РК [177].

Среди основных причин приводящих к гиперкоррекции выделяют: возраст пациентов 35-40 лет и старше, макроперфорации, величину оптической зоны менее 3 мм и ошибки в расчетах операции [32].

Особое внимание, среди осложнений РК, описанных в литературе, уделено гиперметропическому сдвигу.

Ученые из группы «PERK» охарактеризовали гиперметропический сдвиг «hyperopic shift», как непрерывное постепенное смещение рефракции в сторону гиперметропии, в течение всей последующей жизни пациента после РК [100, 181].

Одними из первых гиперметропический сдвиг описали Deitz M.R. и Sanders D.R. в 1985 году. Проведя анализ результатов, ранее выполненных РК, авторами было отмечено, что у 75% пациентов рефракция оставалась стабильной, а у 23% продолжала меняться в сторону гиперметропии. В сроки от 6 месяцев до 10 лет после операции гиперметропический сдвиг на 1 дптр и более был выявлен у 43% пациентов, при этом средняя скорость изменения рефракции составила 0,1 дптр в год [100].

Neumann A.C. с соавт. (1984) сообщают о гиперметропическом сдвиге на 26% глаз в период наблюдения от 1 года до 5 лет [147].

Deitz M.R. с соавт. (1986) при сроках наблюдения от 1 года до 8,5 лет выявили гиперметропизацию более 1 дптр на 54% глаз [101].

Arrowsmith P.N. с соавт. (1989) обнаружили гиперметропический сдвиг у 22% глаз среди пациентов перенесших РК в период наблюдения от 1 года до 5 лет [81].

По данным Waring G.O. с соавт. (1994) наиболее частые случаи прогрессирующей гиперметропии были отмечены у пациентов, перенесших РК от 5 до 10 лет назад [180].

В своей монографии Балашевич Л.И. (2009) приводит данные, что при миопии до 3 дптр рефракция ослабляется за первые 5 лет в среднем на 0,86 дптр, а при более высокой миопии – на 1,22 дптр, однако в последующие 5 лет гиперметропизация резко уменьшается, в среднем до 0,02 дптр в год. Лишь у 3

из 116 наблюдавшихся в течение 10 лет пациентов появилась гиперметропия слабой степени. Вследствие такой гиперметропизации к концу первых 5 лет у пациентов со слабой миопией до операции острота зрения без коррекции повысилась с 0,76 до 0,9, а при миопии средней степени – с 0,51 до 0,67. Это объяснялось тем, что операция изначально рассчитывалась на небольшую остаточную миопию [12].

Американские авторы также рекомендовали производить расчет операции на остаточную миопию 0,5-0,7 дптр, что позволяло решить проблемы последующей гиперметропизации [183].

Sawelson Н. с соавт. (1989) рассматривают увеличение рефракционного эффекта в сторону гиперметропии в сроки наблюдения 5-10 лет, как вариант нормальных возрастных физиологических явлений [167].

Схожую точку зрения имеют Аветисов С.Э. с соавт. (2014), объясняя появление гиперметропии у пациентов после РК в возрасте старше 45-50 лет тем, что сразу после операции данная группа пациентов имела рефракцию близкую к эметропической [6]. Также возможной причиной возникновения гиперметропического сдвига по данным Аветисова С.Э. с соавт. является воздействие повышенного ВГД на роговицу, жесткость которой снижена вследствие возрастных изменений «биомеханики», и продолжающимся уплощением центральной оптической зоны, вызванным самой РК [5, 6].

Наиболее вероятными причинами гиперметропического сдвига являются: возраст старше 40 лет, чрезмерное количество надрезов, микроперфорации, большая протяженность кератотомических надрезов с пересечением лимба и заходом в трехмиллиметровую центральную оптическую зону, а также избыточная глубина надрезов, приводящая к длительному заживлению кератотомических рубцов, нарушению биомеханических свойств роговицы и как следствие, отклонению от ранее достигнутой рефракции [106, 128].

Частота встречаемости индуцированного астигматизма по данным разных авторов составляет от 0,3 до 10% [147, 167, 181].

Возможными причинами появления астигматизма в послеоперационном периоде могут быть нарушение технологии проведения операции, макро и микроперфорации, внедрение в центральную оптическую зону, неравномерное просечение, различия диаметров роговицы в главных меридианах, неравномерное распределение напряжений в роговице, которое обусловлено ее конфигурацией, а также разница в тоне горизонтальных и вертикальных экстраокулярных мышц, что впоследствии может приводить к изменению формы роговицы [9, 22, 65, 143, 147, 167, 181].

Одной из главных причин возникновения иррегулярности поверхности роговицы является нарушение ее биомеханических свойств. В результате неравномерного рубцевания каждого из радиальных разрезов центральная зона роговицы также испытывает неравномерную деформацию, что в послеоперационном периоде приводит к появлению индуцированного астигматизма [12].

По прошествии более двух десятков лет после выполнения первых РК появилось большое количество научных публикаций посвященных нарушению прочностных и биомеханических свойств роговицы. Особое место среди них занимают работы описывающие особенности травм глаз после ранее выполненной РК [2, 3, 10, 34, 74, 87, 88, 98, 116, 137, 151, 153].

В ходе экспериментальных работ было доказано, что роговичные рубцы не способны достичь прочности нормальной роговицы, а разрыв роговицы по кератотомическим рубцам после тупой травмы может произойти как в первые годы после операции, так и спустя 20 лет. При этом для разрыва интактного глаза требуется сила удара на 50% больше, чем для разрыва глаз после РК [10, 78, 88, 137, 153].

Хотелось бы выделить работу Хорошиловой-Масловой И.П. с соавт. (1998), так как в данном исследовании подробно описано многообразие клинической картины после контузионных травм глаз, а также проведено детальное гистологическое исследование кератотомических рубцов в отдаленном послеоперационном периоде [74]. Исследование было выполнено на

энуклеированных после контузионных травм глазах пациентов, перенесших ранее РК. С момента выполнения РК прошло от 2 до 13 лет. Все травмы характеризовались типичной клинической картиной: обширные проникающие разрывы роговицы от лимба до лимба, проходящие по насечкам в различных меридианах (чаще горизонтальном) с выпадением радужки, хрусталика и стекловидного тела. Травмы сопровождались наличием обширных геморрагий в полость глаза и отслойкой сетчатки. После проведения гистологических исследований структуры кератотомических рубцов был выявлен ряд особенностей. В местах повреждения боуеновой мембраны происходило формирование эпителиальной пробки, размер которой напрямую зависел от степени дефекта боуеновой мембраны, а не от сроков давности РК. Рубцовая ткань характеризовалась слабовыраженным клеточно-волокнистым матриксом и отсутствием протеогликанов, что непосредственно влияло на прочностные свойства рубца после РК. Таким образом, проанализировав полученные результаты, авторы пришли к следующим заключениям: в не зависимости от времени, прошедшего с момента выполнения РК, заживление кератотомических насечек происходит не как замедленный процесс, а как незавершенный процесс рубцевания. Специфика травмы роговицы после радиальных надрезов (очень острые режущие инструменты и минимальная травматизация окружающих тканей) вызвала ингибицию кератобластической активности, что может объяснять особый характер репаративного процесса в тканях роговицы после РК [74].

Зарубежные авторы, изучая особенности репаративного процесса в различные сроки (от 1 года до 5 лет) после РК, пришли к схожему мнению. Учеными не было выявлено полного заживления раны ни в раннем, ни в позднем послеоперационном периоде [87, 98].

Говоря об особенностях «биомеханики» роговицы, следует остановиться на еще одной немаловажной проблеме, как колебания остроты зрения в течение суток. По данным литературы с данной проблемой сталкиваются от 1,9 до 60% пациентов [125, 142, 162, 168]. В ходе исследований, проведенных McDonnell

Р.Л. с соавт. (1996) было выявлено, что оптическая сила роговицы в течение дня может изменяться в пределах от 1 дптр до 3 дптр, и такие колебания рефракции могут быть обнаружены на протяжении 11 лет с момента выполнения операции [142].

На сегодняшний день среди ученых нет единого мнения о причинах возникновения данного осложнения. Среди основных факторов вызывающих колебания остроты зрения и рефракции выделяют: механическое давление век на роговицу во время сна, отек стромы роговицы, а также воздействие ВГД на биомеханически ослабленную роговицу [6, 21, 168, 179].

В диссертационной работе Вострухина С.В. (2017), посвященной современным методам офтальмотонометрии после РК, рассмотрены аспекты влияния ВГД на посткератотомически измененную роговицу. Автором доказано, что усиление рефракционного эффекта в отдаленные сроки после РК является результатом воздействия сил ВГД на роговицу, жесткость которой существенно снижена вследствие однонаправленного влияния различных факторов (исходного, непосредственно хирургического и возрастного) [21].

1.3 Эволюция методов коррекции рефракционных нарушений после радиальной кератотомии

Учитывая большое разнообразие клинической рефракции, в офтальмологическом мире появилась потребность в разработке методов коррекции остаточных и индуцированных рефракционных нарушений после ранее выполненной РК.

До начала периода массового использования эксимерных лазеров, повторная РК оставалась единственным методом коррекции остаточной миопии. В течение первого десятилетия (70-80-е годы) с момента выполнения первых операций и до широкого внедрения в практику РК, публикаций о выполнении повторных операций было не много. Сообщалось о выполнении дополнительных надрезов между уже существующими в количестве от 8 до 16

[145], проводились повторные операции с ревизией старых надрезов и одновременным их углублением [161]. Малое количество повторных операций объяснялось тем, что не были подробно изучены эффективность, безопасность, механизм действия и сроки проведения повторной кератотомии.

Именно эти вопросы были решены в диссертационной работе Саркизовой М.Б. (1985). Основной причиной недокоррекции была недостаточная глубина просечения кератотомических надрезов. Была доказана эффективность выполнения повторной кератотомии по старым рубцам, а также целесообразность выполнения второго этапа не ранее 6 месяцев после первичной операции. Из 642-х повторно прооперированных пациентов у 39,1% была достигнута эмметропия, а зрение 0,5 и выше отмечено у 87,6% пациентов. Количество повторных операций в МНТК «Микрохирургия глаза» составляло 5% от общего числа кератотомий [56].

Позднее появились многочисленные публикации о зарубежном опыте выполнения повторной РК: Waring G.O. (1985) сообщил о повторной операции в 0,9% случаев [179], Sawelson H. с соавт. (1989) о 11,9% случаев реоперации [167], Werblin T.P. и Stafford G.M. (1993) о 33% случаев повторной кератотомии [182]. По представленным данным отчетливо прослеживается ежегодное увеличение количества повторных операций.

Для коррекции гиперэффекта после РК были разработаны различные методики: от инстилляций гипотензивных препаратов, с целью снижения ВГД и уплощения центральной зоны роговицы [77]; использования контактных линз [173]; наложения различных видов швов на кератотомические надрезы [97, 104, 129, 135]; до применения термокератокоагуляции [22].

Shivitz I.A. (1987) для коррекции гиперметропии были предложены газопроницаемые контактные линзы. Во всех случаях было отмечено улучшение остроты зрения, но у ряда пациентов появились признаки неоваскуляризации в области радиальных надрезов, что послужило причиной отказа от контактных линз [173].

Lindquist T.D. с соавт. (1991) для хирургической коррекции гиперметропии использовал узловые швы. После ревизии и промывания физиологическим раствором кератотомических рубцов, в области 7 мм зоны на каждый надрез накладывался узловой шов приблизительно на 75% толщины роговицы, использовали нейлон 10-0 [135]. Kvitko S. с соавт. (1991) также применяли узловые швы, только погружные, а в качестве шовного материала использовали мерсилен 11-0 [129]. Damiano R.E. с соавт. (1991) накладывали двойные кисетные швы в двух зонах (5 и 7 мм) [97]. Ellis W. (1986) в своих исследованиях использовал ряд методик для коррекции гиперэффекта. В начале автор применял метод, при котором кератотомические надрезы тщательно промывались иригационной канюлей 27 калибра, покрытой карборундом. Затем, в зависимости от состояния краев раны, на надрезы накладывались прямые узловые (10-0) нейлоновые или не прямые двойные кисетные швы. Данная методика показала хорошие результаты, однако, точность такой коррекции оставалась непредсказуемой [103]. После продолжительных клинических исследований автором было отмечено, что основная причина возникновения гиперэффекта операции кроется в грубом рубцевании. В дальнейшем для коррекции гиперэффекта выполнялось целенаправленное травмирование рубцов при помощи повторного промывания кератотомических надрезов и наложения на них швов с целью стимуляции фибропластической активности. Промывание места разреза с удалением эпителиальных включений и последующим повторным правильным сопоставлением краев надрезов приводит к фибробластной пролиферации, образованию коллагена и заживлению первичным натяжением [104, 105].

Во время изучения возможных осложнений РК и методов их профилактики, Горлиной Т.Л. (1993) в рамках диссертационной работы, был разработан способ хирургического лечения гиперметропии от 1 до 3 дптр после РК методом термокератопластики. Операция выполнялась следующим образом: в зоне от 5,5 до 8,0 мм, вычисленной по формуле, между кератотомическими рубцами наносили коагуляты при температуре 500-600 градусов, с временем

экспозиции 0,3-0,5 сек. Острота зрения после операции повысилась с 0,3 до 1,0 при гиперметропии в 1 дптр, с 0,2 до 0,8-0,9 при гиперметропии в 2 дптр и с 0,1 до 0,6-0,8 при гиперметропии в 3 дптр. Данный способ коррекции, по мнению автора, помимо увеличения остроты зрения вдаль, обеспечивал повышение остроты зрения вблизи [22].

1.4 Современные методы коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

Выбор метода коррекции ПКРН представляет существенную проблему как для пациентов, перенесших РК, так и для хирургов. Традиционные способы, такие как очки и контактные линзы, имеют ограниченные возможности, поскольку оказываются неспособными компенсировать рефракционные нарушения, сочетающиеся с выраженной иррегулярностью роговицы, имеющейся у большинства пациентов с ПКРН.

На сегодняшний день в мировой и отечественной научной литературе опубликовано большое количество работ, посвященных различным подходам к выбору метода хирургической коррекции ПКРН. Среди наиболее часто применяемых методов следует выделить: ФЕМТОЛАЗИК, ЛАЗИК, ФРК и имплантацию ИОЛ. Однако у каждого способа имеются как положительные стороны, так и существенные недостатки, которые не позволяют ему стать методом выбора в решении данной проблемы.

1.4.1 Факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы

Поскольку большинство пациентов, перенесших РК, к настоящему времени находятся в пресбиопическом возрасте и у многих из них появляются признаки начальной катаракты, то возникает вопрос о замене хрусталика как оптимальном методе коррекции ПКРН [124, 175]. При этом, зачастую, хирурги

сталкиваются с серьезными проблемами расчета оптической силы ИОЛ. Это во многом обусловлено исходной иррегулярностью и асимметрией поверхности роговицы после РК, которая не всегда позволяет рассчитать силу ИОЛ, при этом нередки случаи значительного отклонения полученной рефракции от запланированной, чаще со смещением в сторону гиперметропии [20, 120, 121, 174].

Одной из основных причин, приводящих к получению гиперметропической рефракции в послеоперационном периоде, является неточное определение преломляющей силы роговицы [49, 91, 121]. Автокератометры производят измерение наружной поверхности роговицы только в 3-4 мм зоне, в которую могут попадать кератотомические рубцы. При этом производится измерение парацентральных участков роговицы с большей преломляющей силой, а оптический центр, наиболее уплотненный после хирургического вмешательства, не попадает в зону измерения. Это приводит к завышению кератометрических показателей, неправильным расчетам ИОЛ и появлению гиперметропической рефракции в послеоперационном периоде [91, 96, 107, 114, 119, 121, 148, 155].

Для достоверного измерения оптической силы роговицы необходимо учитывать изменения как передней поверхности, так и элевацию задней поверхности, используя метод компьютерной кератотопографии (ККТ) [11]. Исследование передней поверхности роговицы следует проводить с помощью кератотопографов отражающего типа, принцип работы которых основан на отражении с поверхности роговицы колец Плачидо. Для учета изменений радиуса кривизны задней поверхности роговицы, которые происходят после РК, свой выбор следует остановить на кератотопографах проекционного типа [47]. В данных приборах используется технология сканирующей щели, которая позволяет исследовать роговицу на протяжении всего ее диаметра, при этом помимо измерения оптической силы и толщины, производится оценка элевации передней и задней поверхности роговицы [11, 47, 75, 90, 118, 176].

Ошибки в расчетах могут возникнуть вследствие неточного измерения переднезадней длины глаза. Учитывая снижение биомеханической прочности роговицы у пациентов после РК, при выполнении контактной биометрии происходит деформация роговицы, что в конечном итоге приводит к погрешностям измерения [132]. Также из-за невозможности самостоятельной фиксации, измерение в области миопической стафиломы вместо макулярной зоны может приводить к завышению длины глаза [156, 172, 184]. Именно поэтому предпочтение следует отдавать бесконтактным методам [132, 156].

Причиной гиперметропического сдвига в фактической клинической рефракции может быть и некорректно прогнозируемое положение главной плоскости ИОЛ при использовании «стандартных» методик расчета оптической силы ИОЛ [48]. Для решения данной проблемы можно использовать метод – «двойной кератометрии», при котором для расчета положения ИОЛ используются данные о кривизне роговицы до выполнения РК (полученные из рефракционной истории пациента или рассчитанные ретроспективно) [80].

На сегодняшний день существует огромный выбор методов и формул для расчета оптической силы ИОЛ, позволяющих минимизировать рефракционные ошибки [20, 75, 120, 121]. Между тем, до сих пор нет ни одной универсальной формулы, которая бы позволила с точностью попасть в запланированную рефракцию и получить идеальный результат. Многие хирурги используют собственные поправки при расчете ИОЛ, которые были получены методом проб и ошибок в течение их долгой врачебной практики. Так доктор Беликова Е.И. (2011) для расчета оптической силы ИОЛ предлагает использовать не менее двух формул третьего поколения (SRK/T, Holladay) с учетом индивидуальных поправок: если у пациента менее 8 насечек, то к силе ИОЛ следует прибавлять 2,5 дптр, а в случае 10 и более насечек прибавка составляет 3 дптр в сторону миопии [15].

Помимо трудностей диагностики и расчета силы ИОЛ следует остановиться и на проблемах, которые могут возникнуть во время самой операции. Из-за нарушения прочностных свойств роговицы, вследствие особенностей

рубцевания, наиболее частой причиной интраоперационных осложнений является расхождение кератотомических рубцов [85, 86, 89, 102, 112, 150]. Диастаз краев рубца может привести к увеличению размеров роговичного тоннеля, что потребует наложения шва на разрез, возможно формирование тоннеля неправильной формы, и как следствие, чрезмерная фильтрация ирригационного раствора через тоннель, что в свою очередь может приводить к нестабильности передней камеры [18, 51]. Хирургами разработаны и предложены различные методики, позволяющие избежать дезадаптацию кератотомических рубцов во время выполнения факоэмульсификации. Среди широко используемых следует выделить: выбор склерального доступа, вместо роговичного [102], технологии малых разрезов (MICS) [102], а также выполнение бимануальной (биаксиальной) техники факоэмульсификации [150].

Также немаловажным является выбор способа достижения оптимальной послеоперационной рефракции у пациентов после РК. Часть хирургов выбирают сферические ИОЛ, но при этом с каждым пациентом заранее обсуждается необходимость в дополнительной очковой коррекции для достижения максимально возможной остроты зрения в послеоперационном периоде [48].

С целью одномоментной экстракции катаракты и коррекции индуцированного астигматизма выполняют факоэмульсификацию с имплантацией торических ИОЛ, однако данные публикации немногочисленны [19, 59, 64, 92, 175]. Возможно это связано с тем, что у пациентов после РК чаще встречается неправильный астигматизм, который является противопоказанием для данного вида коррекции [117].

Описаны случаи комбинированной хирургии (по принципу биоптики) с получением высоких зрительных функций в послеоперационном периоде, когда первым этапом выполняется факоэмульсификация катаракты с имплантацией монофокальной ИОЛ, а вторым этапом проводят эксимерлазерную абляцию, с целью коррекции роговичного астигматизма. Данный метод является эффективным и универсальным, так как помимо коррекции рефракционных

нарушений и иррегулярного астигматизма позволяет устранять ошибки, связанные с расчетом ИОЛ [25, 53, 66, 127, 171].

1.4.2 Лазерный интрастромальный кератомилез *in situ*

С внедрением эксимерлазерных технологий появились и работы по устранению ПКРН с помощью КРО [57, 71, 170]. КРО в коррекции ПКРН отводится особая роль, их неоспоримым преимуществом является одновременная коррекция рефракционных нарушений и устранение иррегулярного астигматизма с помощью алгоритма абляции, оптимизированного по данным кератотопографии [25].

ЛАЗИК с роговичным клапаном, сформированным с помощью микрокератома, обеспечивает быструю зрительно-функциональную реабилитацию пациентов с различными видами рефракционных нарушений [138, 171]. Однако его выполнение на глазах после РК может сопровождаться частичным или полным расхождением насечек при формировании тонкого роговичного клапана или на глазах с неполноценным кератотомическим рубцом [93, 138]. При этом высока вероятность последующего врастания эпителия под клапан [93, 138]. Чрезмерно толстый клапан способствует сильному ослаблению биомеханической резистентности роговицы [122]. Кроме того, это приводит к уменьшению толщины резидуальной стромы, что ограничивает возможности корригировать большие степени рефракционных нарушений, поскольку предельным лимитом истончения роговицы считается 300 мкм, остаточной после хирургического вмешательства.

Вместе с тем, формирование менискообразного роговичного клапана с помощью механического микрокератома, по данным ряда авторов, подразумевает пересечение роговичных волокон, которые, сокращаясь, могут приводить к изменению рефракции [157]. Как правило, данное изменение рефракции на интактных глазах не имеет клинического значения, в то время как у пациентов с измененной биомеханикой, оно может быть существенным.

1.4.3 Лазерный интрастромальный кератомилез *in situ* с использованием фемтосекундного лазера

В настоящее время оптимальным методом формирования роговичного клапана на интактных глазах большинством исследователей признается диссекция с помощью ФСЛ [39]. Однако при анализе литературных данных, в случаях коррекции ПКРН методом лазерного интрастромального кератомилеза *in situ* с использованием ФСЛ, мнения авторов расходятся. Часть исследователей утверждает, что ФСЛ позволяет сформировать астигматически нейтральный роговичный клапан равномерный по толщине и диаметру [53, 131]. Пожарицкий М.Д. (2011) в своей докторской диссертации сообщает о высоких клинико-функциональных результатах проведенных операций: острота зрения без коррекции $0,62 \pm 0,06$, с максимальной коррекцией $0,88 \pm 0,05$. Все операции были выполнены на ФСЛ Intralase FS (АМО, США), при этом был применен новый алгоритм формирования клапана – двойной raster без образования газового кармана с увеличением энергии импульса до 1,1 мкДж. Была разработана новая хирургическая техника отсепаровки и поднятия клапана, позволяющая избежать появления натяжений и стрий [53]. Вместе с тем, описаны случаи при которых ФСЛ не способен проходить через структуры с повышенной оптической плотностью (рубцовая ткань), что вынуждает производить механическую диссекцию, и повышает риск разрыва клапана по рубцу [152]. Leccisotti A. (2015) выявил расхождение кератотомических рубцов во время подъема клапана: в 61% случаев это были небольшие дефекты (не более 2 мм), а в 17% случаев расхождение было более 3 мм [131]. Доктор Rush S.W. (2015) рассказывает о собственном опыте использования ФСЛ при коррекции ПКРН. Во время выполнения первых операций расхождение кератотомических рубцов на этапе подъема клапана по типу «пирога разрезанного на куски» встречалось почти во всех случаях. Накопленный опыт и внесение индивидуальных поправок, среди которых увеличение энергии лазера и толщины формируемого клапана, позволило избежать данного

осложнения при выполнении последующих операций. Также доктор сообщает о единичном случае вертикального прорыва газа через дефект кератотомического рубца на этапе фемтодиссекции [159]. Gonzalo Munoz с соавт. (2006) проведя анализ результатов выполненных операций по коррекции гиперметропии и миопии у пациентов после РК, пришли к следующим выводам: лазерный интрастромальный кератомилез *in situ* с использованием ФСЛ позволяет получить тонкий клапан большого диаметра; дезадаптация кератотомических рубцов, в том числе множественная, возможна как в момент подъема клапана, так и во время абляции; частота осложнений при формировании клапана прямо пропорциональна количеству надрезов роговицы [144].

1.4.4 Фоторефрактивная кератэктомия

ФРК лишена недостатков клапанных технологий кераторефракционной хирургии и позволяет получить высоко предсказуемый рефракционный результат при коррекции миопии и миопического астигматизма без дополнительного нарушения биомеханической резистентности роговицы [123, 127, 134]. Применение трансэпителиального подхода с удалением роговичного эпителия с помощью эксимерного лазера позволяет добиться его равномерной абляции как в интактной зоне, так и в области рубцов, имеющих с ним более прочное сращение [36]. При механической скарификации эпителия высока вероятность его неполного удаления, кроме того, длительность данного этапа существенно увеличивается, что приводит к дегидратации роговицы и отклонению послеоперационной рефракции от запланированной. Вместе с тем, применение ФРК ограничено высокой вероятностью регресса рефракционного эффекта с развитием СЭФ при коррекции гиперметропической рефракции, выявляющейся у большинства пациентов после РК [123, 127]. Использование митомицина позволяет получить более предсказуемый результат, но разрешение на использование данного препарата есть не во всех странах, включая Россию [79, 115].

1.5 Заключение по обзору литературы

На сегодняшний день количество обращений пациентов, перенесших ранее РК, с каждым годом неуклонно увеличивается. При этом основную часть составляют пациенты молодого возраста, для которых оптимальным методом коррекции являются КРО, между тем, в последнее время повысилась обращаемость пациентов пресбиопического возраста (от 40 лет и старше), имеющих признаки начальной катаракты, в связи с чем возникает вопрос о замене хрусталика. В научной литературе опубликовано большое количество работ, посвященных различным подходам к выбору метода хирургической коррекции ПКРН. Однако у каждого способа имеются как положительные стороны, так и существенные недостатки, которые не позволяют ему стать методом выбора в решении данной проблемы. Кроме того, вследствие индивидуальных особенностей заживления кератотомических рубцов в послеоперационном периоде, усугубляющихся возникновением и прогрессированием сопутствующей возрастной патологии, необходимо выполнять углубленный анализ всех структур глазного яблока и проводить тщательный отбор пациентов перед выполнением коррекции ПКРН.

Таким образом, в виду отсутствия в литературных источниках работ, посвященных дифференцированному подходу к коррекции ПКРН, основанному на результатах комплексного обследования пациентов и предполагающего патогенетически ориентированный выбор хирургических технологий, является актуальным его разработка в рамках выполняемой научной работы.

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Клиническая характеристика пациентов, распределение по группам

В рамках проводимой диссертационной работы для решения поставленных задач было отобрано 88 пациентов (88 глаз) которым ранее была выполнена РК по технологии разработанной в МНТК «Микрохирургия глаза». Отбор пациентов осуществляли последовательным методом среди обратившихся в ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) в период с ноября 2014 года по апрель 2016 года. Всем пациентам перед проведением рефракционных операций была предоставлена информация об альтернативных методах коррекции ПКРН, возможных осложнениях, прогнозе хирургических вмешательств, после чего каждым было подписано добровольное информированное согласие на проведение диагностического обследования и хирургического вмешательства, а также обработку персональных данных. Минимальный срок наблюдения после проведенных операций составил 1 год.

Основные принципы формирования групп: все пациенты с ПКРН были разделены по 3-м основным группам в зависимости от состояния прозрачности хрусталика и исходной рефракции.

Основная группа 1 (О1) (32 человека)

Критерии включения: отсутствие изменений в хрусталике, сохранная остаточная аккомодация и миопическая рефракция.

Критерии исключения: биомеханическая нестабильность роговицы, помутнения в хрусталике.

Всем пациентам данной группы выполнялась топографически ориентированная фоторефрактивная кератэктомия (ТопоФРК). Средний возраст пациентов составил $46,9 \pm 8,1$ лет и варьировал от 30 до 59 лет, среди них насчитывалось 17 (53,1%) мужчин и 15 (46,9%) женщин.

Основная группа 2 (О2) (31 человек)

Критерии включения: отсутствие изменений в хрусталике, сохранная остаточная аккомодация, гиперметропическая рефракция, а также отсутствие признаков расхождения кератотомических рубцов с врастанием эпителия.

Критерии исключения: биомеханическая нестабильность роговицы, помутнения в хрусталике.

Всем пациентам данной группы выполнялся топографически ориентированный лазерный интрастромальный кератомилез *in situ* (ТопоЛАЗИК). Средний возраст пациентов составил $50,8 \pm 6,3$ лет и варьировал от 40 до 61 года, среди них насчитывалось 16 (51,6%) мужчин и 15 (48,4%) женщин.

Основная группа 3 (О3) (25 человек)

Критерии включения: признаки помутнения хрусталика и/или полное отсутствие аккомодации вне зависимости от рефракции; признаки расхождения кератотомических рубцов с врастанием эпителия у пациентов с гиперметропической рефракцией.

Критерии исключения: признаки биомеханической нестабильности роговицы, прозрачный хрусталик.

Всем пациентам данной группы выполнялась двухэтапная коррекция рефракционных нарушений: 1 этап - удаление хрусталика методом факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ и расчетом на целевую миопическую рефракцию, 2 этап - топографически ориентированная фоторефрактивная кератэктомия с расчетом на эмметропию (ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК). Средний возраст пациентов составил $57,9 \pm 7,1$ лет и варьировал от 46 до 72 лет, среди них насчитывалось 16 (64%) мужчин и 9 (36%) женщин.

В качестве контроля в данной работе выступили 90 пациентов (90 глаз) после РК, которые обратились в ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) и были прооперированы по стандартным технологиям ФРК, ЛАЗИК и ФЭК+ИОЛ в период с 2002 по 2015 годы. Для оценки клиничко-функциональных результатов операций был

проведен ретроспективный анализ архивных данных 90 амбулаторных карт и протоколов операций данных пациентов. С этой целью были сформированы три контрольные группы.

Контрольная группа 1 (К1) (31 человек) – пациентам данной группы выполнялась трансэпителиальная фоторефрактивная кератэктомия (ФРК). Средний возраст пациентов составил $43,7 \pm 6,9$ года и варьировал от 32 до 59 лет, среди них насчитывалось 14 (45,2%) мужчин и 17 (54,8%) женщин.

Контрольная группа 2 (К2) (30 человек) – пациентам данной группы выполнялся ЛАЗИК. Средний возраст пациентов составил $50,3 \pm 7,5$ лет и варьировал от 32 до 66 лет, среди них насчитывалось 18 (60%) мужчин и 12 (40%) женщин.

Контрольная группа 3 (К3) (29 человек) – пациентам данной группы выполнялась факоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ (ФЭК+ИОЛ). Средний возраст пациентов составил $59,5 \pm 8,2$ лет и варьировал от 47 до 76 лет, среди них насчитывалось 18 (62,1%) мужчин и 11 (37,9%) женщин.

Характеристика групп обследованных пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение пациентов по группам

Название группы		Критерии включения	Вид коррекции	Количество пациентов = количество глаз	Средний возраст, M±σ (min-max)	Распределение по полу	
						М	Ж
Основные группы	О1	Прозрачный хрусталик, миопическая рефракция	ТопоФРК	32	46,9±8,1 (30-59)	17	15
	О2	Прозрачный хрусталик, гиперметропическая рефракция	ТопоЛАЗИК	31	50,8±6,3 (40-61)	16	15
	О3	Помутнения в хрусталике, любая рефракция	ФЭК+ИОЛ + ТопоФРК	25	57,9±7,1 (46-72)	16	9
Контрольные группы	К1	Прозрачный хрусталик, миопическая рефракция	ФРК	31	43,7±6,9 (32-59)	14	17
	К2	Прозрачный хрусталик, гиперметропическая рефракция	ЛАЗИК	30	50,3±7,5 (32-66)	18	12
	К3	Помутнения в хрусталике, любая рефракция	ФЭК+ИОЛ	29	59,5±8,2 (47-76)	18	11
Всего:				178		99	79

Анализируя таблицу 1 видно, что все основные и контрольные группы сопоставимы между собой по количественному, возрастному и гендерному признакам ($p \geq 0,1$).

Помимо критериев включения и исключения следует выделить относительные и абсолютные противопоказания для проведения рефракционных операций.

Относительные противопоказания:

- острые конъюнктивиты, блефариты, кератиты
- периферические витреохориоретинальные дистрофии
- наличие очагов хронической инфекции
- беременность
- синдром сухого глаза (ССГ) слабой и средней степени

Относительные противопоказания характеризуются временными состояниями глаз или организма в целом, которые могут быть устранены и в дальнейшем позволят выполнить хирургическое вмешательство.

Абсолютные противопоказания:

- биомеханическая нестабильность роговицы (прогрессирующий гиперметропический сдвиг, существенные колебания остроты зрения в течение суток, признаки элевации задней поверхности роговицы по данным Pentacam)
- тяжелая декомпенсированная глазная патология (возрастная макулярная дегенерация сетчатки – влажная форма, диабетическая ретинопатия и.т.д.)
- отслойка сетчатки
- хронические увеиты
- злокачественные новообразования глаз
- ССГ тяжелой степени
- выраженный аллергический статус
- тяжелые декомпенсированные соматические состояния

- особенности строения орбиты, которые могут привести к сложностям при формировании клапана
- тонкая роговица – менее 450 мкм
- ряд психических заболеваний

2.2 Методы офтальмологического обследования пациентов

ПКРН, как правило, характеризуются большим разнообразием клинической рефракции, сопровождаются иррегулярностью роговицы, усугубляются развитием и прогрессированием различных дистрофических и возрастных изменений органа зрения. Это актуализирует необходимость комплексного подхода к оценке изменений органа зрения в отдаленном послеоперационном периоде после РК. В связи с этим, в дополнение к стандартным офтальмологическим методам, в план до- и послеоперационного обследования были включены дополнительные и специальные диагностические методики для углубленного анализа всех структур глазного яблока.

Объективному обследованию органа зрения всех пациентов предшествовал тщательный сбор анамнеза по поводу жалоб, течения, времени возникновения и динамики заболевания, а также наличия сопутствующих патологий, травм глаз и ранее выполненных офтальмологических вмешательств.

2.2.1 Стандартные методы офтальмологического обследования

Всем обследуемым пациентам до и после рефракционных операций был выполнен комплекс стандартных диагностических методов исследования в соответствии с нозологией на базе ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва).

Стандартное офтальмологическое обследование пациентов рефракционного профиля включало в себя: визометрию, рефрактометрию,

тонометрию, периметрию, ультразвуковую биометрию, ультразвуковое В-сканирование, биомикроскопию переднего отрезка глаза и стекловидного тела, а также офтальмоскопию глазного дна.

При проведении **визометрии** определялись некорректируемая острота зрения (НКОЗ) и максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) с помощью проектора знаков АСР-8, а также электронного фороптера CV-5000 и стандартного набора очковых линз (Торсон, Япония). Исследование проводили в обычных условиях и при медикаментозной циклоплегии.

Автокераторефрактометрию выполняли на аппаратах Nidek ARK-710A, Торсон KR-8100 (Япония).

Тонометрию выполняли с помощью бесконтактного компьютерного тонометра СТ-80 (Торсон, Япония).

Динамическую периметрию проводили на проекционном периметре АППЗ-01 (Россия) или дуговом периметре ППП-60 (Россия) по общепринятой методике.

Ультразвуковую биометрию выполняли на аппарате Humphrey 820 (США). Определяли величину переднезадней оси глаза, глубину передней камеры, толщину естественного хрусталика. Также с помощью данного прибора проводилась ультразвуковая пахиметрия для оценки толщины роговицы.

Ультразвуковое В-сканирование осуществляли на аппарате фирмы «Sonomed» (США), с помощью которого определяли состояние оболочек глазного яблока.

Биомикроскопия переднего отрезка глаза и стекловидного тела проводилась с использованием щелевой лампы SL 120 (Carl Zeiss Meditec AG, Германия).

При **офтальмоскопии глазного дна** дополнительно использовались бесконтактная линза Ocular MaxField 78D и контактная линза Reichel-Mainster 1X (Ocular Instruments, США). Исследование проводилось в условиях медикаментозного мидриаза.

2.2.2 Дополнительные и специальные методы обследования

Помимо стандартных офтальмологических методов, проводились дополнительные и специальные диагностические обследования, которые выполнялись до операции, на следующий день после операции, а также в сроки 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции у пациентов основных групп. Пациентам контрольных групп данный диагностический комплекс проводился однократно.

Дополнительные и специальные методы обследования пациентов с ПКРН включали в себя:

- анализ функционального слезного комплекса (тест Ширмера-1, -2, время разрыва слезной пленки)
- морфометрический анализ структур переднего отрезка глаза (конфокальная микроскопия (КМ), исследование с помощью Шеймпфлюг камеры, оптическая когерентная томография (ОКТ), эндотелиальная микроскопия)
- анализ оптических и функциональных нарушений (ККТ с анализом индексов иррегулярности и асимметрии роговицы, компьютерная аккомодография, определение ретинальной остроты зрения)
- анализ гидродинамических показателей и исследования для исключения глаукомы (тонометрия, тонография, компьютерная периметрия, ОКТ диска зрительного нерва (ДЗН) слоя нервных волокон)

Анализ функционального слезного комплекса

По данным литературы, частота различных нарушений слезообразования увеличивается с возрастом, а также после перенесенных вмешательств на роговице, приводящих к изменению нативного профиля роговицы и нарушающих адгезию слезной пленки (СП) и динамику слезной жидкости (СЖ) [42, 61, 62]. Наиболее часто у пациентов после КРО встречается ССГ слабой и средней степени, что требует своевременного назначения консервативной терапии, также необходимо исключать ССГ тяжелой степени, что является абсолютным противопоказанием для КРО. В связи с этим, был проведен

комплекс диагностических методик, позволяющих оценить количественные и качественные параметры слезопродукции у пациентов с ПКРН, перед проведением хирургических вмешательств.

Тест Ширмера-1 позволяет проанализировать состояние суммарной слезопродукции. Тест основан на смачиваемости стандартных стерильных полосок фильтровальной бумаги за определенное время.

Метод проведения пробы: стерильную полоску фильтровальной бумаги закладывали за нижнее веко пациента в проекции границы латеральной и средней трети глазной щели. Результаты оценивали в миллиметрах смоченной части полоски за 5 минут. При интерпретации данных пользовались следующими критериями:

более 25 мм за 5 минут – гиперсекреция;

15 – 25 мм за 5 минут – нормосекреция;

10 – 15 мм за 5 минут – пограничное состояние;

менее 10 мм за 5 минут – гипосекреция СЖ.

Тест Ширмера-2 (модификация Jones) позволяет провести исследование величины базальной слезопродукции.

Методика постановки теста: после предварительной инстилляционной анестезии ватным тампоном аккуратно впитывали СЖ и остатки анестетика из нижнего конъюнктивального свода. Затем за нижнее веко пациента на 5 минут (как в методике Ширмера-1) помещали полоску фильтровальной бумаги и оценивали результат. За норму принято увлажнение более 10 мм стандартной тестовой полоски за 5 минут.

Тест оценки времени разрыва слезной пленки (проба Норна) позволяет провести исследование стабильности СП, свидетельствующее о состоянии ее муцинового и липидного слоев.

Методика проведения теста: в конъюнктивальную полость инстиллировали 0,2% раствор флюоресцеина с последующим осмотром глаза пациента на щелевой лампе при использовании кобальтового фильтра. Оценивали интервал между последним морганием и развитием первых, беспорядочно

расположенных сухих пятен. При интерпретации результатов использовали следующие нормативы: норма – от 15 до 45 сек, 10-15 сек - пограничные значения, ВРСП менее 10 сек указывает на нестабильность СП.

Морфометрический анализ структур переднего отрезка глаза

Перенесенная РК приводит к формированию рубца в роговице от прочности и гистоморфологических характеристик которого во многом зависит тактика выбора операции для коррекции ПКРН. Кроме того, ограниченная информативность традиционных методов обследования, таких как биомикроскопия, не всегда позволяет заподозрить такие дистрофические состояния как кератоконус, пеллюцидная краевая дистрофия и ряд других, что актуализирует использование высокоспецифичных методов прижизненной визуализации роговицы: КМ, ОКТ и Шеймпфлюг томографии.

Для изучения прижизненной гистоморфологии роговицы выполняли **КМ** на приборе Confoscan 4 (Nidek, Япония) со следующими параметрами: линза для исследования через иммерсионный гель – 40х, NA 0,75, WD 1,98 мм, Zeiss; исследуемая зона роговицы- 460 x 345 мкм, получаемое изображение - 768 x 576 pixel, латеральное разрешение - 0,6 мкм/pixel, скорость сканирования – 25 снимков в секунду. При исследовании использовали автоматический режим сканирования всей толщины роговицы, мануальный режим для визуализации определенных корнеальных структур, функцию автоматического подсчета плотности эндотелиальных клеток с оценкой полиморфизма и размера клеток, а также функцию оптической пахиметрии (с помощью Z-ring). Исследование проводили после однократной инстилляции местного анестетика (0,5% раствор проксиметакаина), в качестве иммерсионной среды использовали любой гелевый слезозаместитель. Данное исследование позволяет оценить морфологическую структуру всех слоев роговицы, оценить состояние субэпителиальных и стромальных нервов, прозрачность экстрацеллюлярного матрикса, провести количественный и качественный анализ эндотелия, оценить структуру и визуальную плотность посткератотомического рубца, выявить

расхождение его краев, вращение эпителия и степень выраженности парарубцового фиброза. Кроме того, КМ позволяет выявить различные дистрофические состояния роговицы (кератоконус, пеллюцидную дистрофию роговицы, эндотелиальные дистрофии, являющиеся противопоказаниями для проведения коррекции ПКРН методами роговичной лазерной хирургии, а также дистрофию Боуменовой мембраны, требующую выбора в качестве хирургической технологии коррекции ПКРН выполнения ФРК).

ОКТ переднего отрезка глаза проводилась на приборе RTVue-100 (Optovue, США). Данное обследование необходимо для оценки структурных изменений роговицы и кератотомических рубцов до операции, а также с целью динамической оценки толщины клапана и его профиля после операции. Функция анализа карты толщины эпителия позволяла измерить этот параметр и учитывать полученные данные при проведении эксимерлазерного удаления на первом этапе трансэпителиальной ТопоФРК.

Подсчет плотности эндотелиальных клеток и оценку динамики их количества проводили на эндотелиальном микроскопе Topcon (Япония).

Шеймпфлюг томографию на приборе Pentacam-HR (Oculus, Германия) выполняли для оценки толщины роговицы до операции и после ее проведения, глубины кератотомических насечек, степени элевации задней поверхности роговицы и диагностики ее эктазии, как первичной, связанной с недиагностированным кератоконусом, так и вторичной, обусловленной расхождением внутренних краев насечек. Степень элевации задней поверхности роговицы также учитывали при расчете параметров планируемой эксимерлазерной кератоабляции, поскольку толщина резидуальной стромы в месте максимального истончения не должна быть меньше 300 мкм.

На приборе Pentacam-HR также проводилась объективная оценка прозрачности (оптической плотности) хрусталика. Прецизионный анализ хрусталика осуществлялся с помощью 3D-денситометрии и программного обеспечения Pentacam Nucleus Staging (PNS). Данный метод, являясь объективным, позволяет получить картину локализации помутнений в

хрусталике, что делает его удобным и эффективным для определения плотности и степени прогрессирования катаракты. Для интерпретации полученных данных использовали таблицу соответствия акустической плотности хрусталика в относительных единицах и степени плотности ядра хрусталика по классификации L. Buratto (Таблица 2) [29, 40].

Таблица 2 - Соответствие акустической плотности и плотности по классификации L. Buratto

Градации яркости (акустическая плотность, отн. ед.)	Степень плотности ядра хрусталика (по классификации L. Buratto)
25 – 59	1 – мягкое ядро
60 – 79	2 – ядро малой плотности
80 – 119	3 – ядро средней плотности
120 – 139	4 – плотное ядро
>140	5 – очень плотное ядро

Анализ оптических и функциональных нарушений

Для оценки состояния топографических нарушений проводили **ККТ** на приборе TMS-4 (Tomey, Япония) с анализом кератотопографических индексов: индекса асимметрии поверхности Surface Asymmetry Index (в норме должен быть не более 1,0) и индекса регулярности поверхности Surface Regularity Index (в норме должен быть не более 0,5). Выявление аномальных значений данных параметров являлось показанием для выбора топографически ориентированного алгоритма кератоабляции при коррекции ПКРН.

Компьютерная аккомодография – метод, использующийся для количественной оценки аккомодационного ответа и качественной оценки работы цилиарной мышцы. Данное обследование проводилось на приборе Righton Speedy-K (Япония), который регистрирует величину аккомодационного ответа и качественные характеристики состояния цилиарной мышцы. При этом цветовая гамма полученной аккомодограммы и динамика нарастания аккомодационного ответа при увеличении нагрузки, позволяют оценить

степень функциональной сохранности хрусталика и его соответствие возрастной норме.

Работа прибора основана на том, что тонус волокон цилиарной мышцы постоянно колеблется. Эти колебания называются аккомодационные микрофлюктуации, они имеют определенную частоту и состоят из низкочастотных и высокочастотных компонентов. Различная частота микрофлюктуаций отображается на аккомодографе диаграммами разного цвета: зеленый – 50-56 мкф/мин, желтый – 58-62 мкф/мин, оранжевый и красный – 64 и выше. Наиболее физиологичными считаются диаграммы зеленого и желтого цвета (диапазон от 50 до 62 мкф/мин).

Для количественной характеристики аккомодограммы использовали коэффициенты предложенные Жаровым В.В. с соавт. [31].

Коэффициент аккомодационного ответа (КАО) – показывает степень напряжения цилиарной мышцы глаза на аккомодационный ответ (в норме от 0,25 до 0,6 отн. ед.).

Коэффициент роста аккомодограммы (КР) – показывает устойчивость аккомодационного ответа (в норме от 0,6 до 0,9 отн. ед.).

Коэффициент микрофлюктуаций (КМФ) – показывает высокочастотный компонент аккомодационных микрофлюктуаций цилиарной мышцы (в норме не более 54,0 мкф/мин).

Определение ретинальной остроты зрения. Поскольку в группы с интраокулярной коррекцией включались пациенты с различной степенью изменения хрусталика от начальных помутнений, которые визуализировались только с помощью 3D денситометрии, до клинически выраженной катаракты, то МКОЗ у ряда пациентов могла быть снижена вследствие помутнений хрусталика. В данных группах для определения потенциально возможной остроты зрения выполняли исследование ретинальной остроты зрения (РОЗ) на приборе Rodenstock RO 2000 SE (Германия).

Анализ гидродинамических показателей и исследования для исключения глаукомы

В связи с изменением биомеханических свойств роговицы («уплощение» роговицы надрезами, нанесенными во время операции и неполноценным рубцеванием) при измерении ВГД у пациентов после РК возникают трудности, связанные с иррегулярностью роговицы. Для достоверности данных тонометрии на топографически измененной роговице, всем пациентам проводили трехкратное измерение ВГД и использовали несколько методов.

Тонометрия проводилась с помощью бесконтактного компьютерного тонометра СТ-80 (Торсон, Япония) и дополнялась аппланационным методом с использованием тонометра Маклакова весом 10 граммов и линейки Поляка, а также отскоковой тонометрией (ICare Pro, Tiolat, Финляндия). Дополнительно всем пациентам была выполнена тонография, ОКТ ДЗН слоя нервных волокон, а также компьютерная периметрия.

Тонографию выполняли при помощи компрессионного тонографа ТНС-100 (Россия) в течение 4 минут.

ОКТ производили на аппарате «Cirrus HD-OCT 5000» фирмы «Carl Zeiss Meditech AG» (Германия). Осуществляли сканирование области ДЗН по протоколу «Optic Disc Cube 200x200» с последующим анализом, который выполняли по протоколу «ONH and RNFL OU Analysis», а также макулярной области по протоколу «Macular Cube 512x128» с последующим анализом ганглиозных клеток по протоколу «Ganglion Cell OU Analysis» (программное обеспечение версии 8.1.0.117).

Компьютерную периметрию проводили на периметре Humphrey Field Analyzer II (Carl Zeiss Meditec Inc.) по программе «30-2 SITA standard», которая включает исследование 76 точек центрального поля зрения, расположенных в пределах 30° от точки фиксации с шагом в 4°.

2.3 Методы статистической обработки полученных результатов

В данной работе использовались международные общепринятые критерии оценки результатов рефракционных операций: эффективность, безопасность и предсказуемость.

Критерием оценки **эффективности** любой рефракционной операции является доля глаз (в %) с остротой зрения без коррекции 0,5 и выше, 0,8 и выше, 1,0 и выше от общего числа глаз в исследуемой группе. Также вычисляется **коэффициент эффективности операции (Кэ)** - отношение послеоперационной НКОЗ к дооперационной МКОЗ.

Критерием оценки **безопасности** рефракционной операции является доля глаз (в %) со снижением остроты зрения с коррекцией после операции на 2 строки и более по таблицам Снеллена, что эквивалентно снижению в 1,6 раза по таблицам Головина-Сивцева. Риск потери МКОЗ оценивали по **коэффициенту безопасности операции (Кб)** - отношение послеоперационной МКОЗ к дооперационной МКОЗ.

Для определения **предсказуемости** рефракционной операции (точности коррекции) вычислялась доля глаз в пределах $\pm 1,0$ D от запланированной рефракции.

При создании первичной базы данных, а также построении графиков использовался редактор электронных таблиц Excel из пакета приложений Microsoft Office 2013. Расчет необходимого объема выборки и статистическая обработка результатов клинического исследования осуществлялись с помощью программы STATISTICA 10, StatSoft. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики и представляли в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее значение, а σ – стандартное отклонение. С учетом того, что все исследуемые показатели имели нормальное распределение (тест Колмогорова-Смирнова), в работе были использованы параметрические методы статистики. Наличие выбросов проверялось методом «3-х сигм». Для определения различий между полученными результатами в различные сроки наблюдения относительно

исходных значений в каждой группе применяли t-критерий Стьюдента для повторных измерений (зависимых выборок). Статистическая значимость различий была принята за $p < 0,05$.

2.4 Технологии проведения рефракционных операций у пациентов после радиальной кератотомии в контрольных группах

Все пациенты контрольных групп были прооперированы по стандартным технологиям ведущими офтальмохирургами отдела рефракционной лазерной хирургии, отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции, отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва).

2.4.1 ФРК

Операция ФРК проводилась на эксимерном лазере «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия) по стандартной технологии, принятой в МНТК «Микрохирургия глаза». Операция завершалась накладыванием контактной линзы, снижающей послеоперационный болевой синдром и ускоряющей реэпителизацию.

Стандартная послеоперационная терапия подразделялась на 2 этапа:

- 1) первый этап (до реэпителизации роговичной эрозии) – в течение 3-5 дней
 - антибиотик тобрамицин 0,3% - по 2 капли 3 раза в сутки;
 - нестероидные противовоспалительные средства диклофенак 0,1% или индометацин 0,1% - по 2 капли 3 раза в сутки до полной реэпителизации (в среднем 3-4 суток);
- 2) второй этап - до 2-3 месяцев после операции
 - кортикостероидный препарат дексаметазон 0,1% по убывающей схеме, начиная с 6 раз в сутки;

- β – блокатор бетаксолол 0,5% - 1 раз в сутки сроком на 2,5 месяца.

2.4.2 ЛАЗИК

Операция ЛАЗИК проводилась по стандартной технологии, принятой в МНТК «Микрохирургия глаза» с использованием эксимерного лазера «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия). На первом этапе после стандартной обработки операционного поля раствором повидон-йода 10%, двукратной инстилляцией анестетика оксибупрокаина 0,4% и иммобилизации век производилось формирование роговичного клапана микрокератомом «Technolas Perfect Vision Zyoptix XP» («Bausch&Lomb», США) с головкой 120 и заявленной толщиной клапана 100 ± 20 мкм. Расположение ножки клапана во всех случаях было на 12 часах. Вторым этапом в программу компьютера, управляющего эксимерным лазером, вводились параметры глаза для расчета операции, который производился таким образом, чтобы толщина резидуальной стромы после абляции составляла не менее 300 мкм. После поднятия клапана проводилась эксимерлазерная абляция стромальной ткани ложа лоскута по рассчитанной программе. Длительность операции составляла не более 1 - 1,5 мин. По завершении работы лазера аблированная поверхность очищалась от продуктов испарения струей сбалансированного физиологического раствора. Лоскут укладывался на ложе, разглаживался тупфером до полной адаптации, из-под него удалялась излишняя влага для достижения необходимой адгезии. В конъюнктивальную полость закапывался раствор тобрамицина 0,3%, затем наносилась 1 капля депротенизированного гемодеривата из телячьей крови 20% или депротенизированный диализат из крови здоровых молочных телят 20% и удалялся векорасширитель.

Стандартная послеоперационная терапия заключалась в регулярных инстилляциях антибиотика тобрамицина 0,3% - 3 раза в день до 7-ми дней после операции (в среднем, 3-5 дней) и кортикостероидного препарата

дексаметазон 0,1% в течение 2-3-х недель после операции по убывающей схеме, начиная с 3-х раз в день.

2.4.3 ФЭК+ИОЛ

Операция ФЭК+ИОЛ проводилась на факоэмульсификационной машине «Infinity» («Alcon», США) по стандартной технологии, принятой в МНТК «Микрохирургия глаза». За сутки до операции производилась трехкратная инстиляция антибиотика тобрамицина 0,3% и нестероидного противовоспалительного препарата индометацина 0,1%. В день операции трехкратная инстиляция антибиотика тобрамицина 0,3%, нестероидного противовоспалительного препарата индометацина 0,1% и мидриатика тропикамида 1%. Послеоперационное ведение по стандартной схеме: антибиотик - тобрамицина 0,3% 3-4 раза в день в течение 2-х недель, нестероидный противовоспалительный препарат - индометацин 0,1% - 3 раза в день в течение 2-х недель и кортикостероид - дексаметазон 0,1% в течение 4-х недель по убывающей схеме, начиная с 4-х раз в день.

Глава 3. ОЦЕНКА КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ ФРК, ЛАЗИК, ФЭК+ИОЛ, ВЫПОЛНЕННЫХ ПО СТАНДАРТНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ ПОСЛЕ РАННЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ ПЕРЕДНЕЙ ДОЗИРОВАННОЙ РАДИАЛЬНОЙ КЕРАТОТОМИИ

В качестве контроля в данной работе выступили 90 пациентов (90 глаз) после РК, которые обратились в ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) и были прооперированы по стандартным технологиям ФРК, ЛАЗИК и ФЭК+ИОЛ в период с 2002 по 2015 годы.

Для оценки клиничко-функциональных результатов операций ретроспективно был проведен анализ амбулаторных карт, протоколов операций, данных рефракции и визометрии до и после проведения рефракционных операций, а также учитывались особенности течения раннего послеоперационного периода.

3.1 Клиничко-функциональные результаты обследования пациентов контрольной группы после проведения операции ФРК

Операция ФРК была выполнена на эксимерлазерной установке «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия) у 31 пациента (31 глаз). Средний возраст пациентов составил $43,7 \pm 6,9$ года и варьировал от 32 до 59 лет, среди них насчитывалось 14 (45,2%) мужчин и 17 (54,8%) женщин. Период наблюдения после операции ФРК составил $177 \pm 4,3$ месяцев (от 170-ти до 186-ти месяцев).

До проведения операции ФРК сферический компонент рефракции составил $-3,14 \pm 1,65$ дптр (от -6,50 до -0,75), цилиндрический компонент рефракции $-3,33 \pm 1,35$ дптр (от -6,50 до -1,00). По данным ККТ отмечалась выраженная иррегулярность и асимметрия поверхности роговицы, о чем также свидетельствовали повышенные показатели кератотопографических индексов:

SRI составил $0,76 \pm 0,26$ (от 0,39 до 1,84), SAI составил $1,38 \pm 0,62$ (от 0,67 до 2,91). НКОЗ до ФРК составляла $0,14 \pm 0,12$ (от 0,03 до 0,40). МКОЗ составляла $0,69 \pm 0,14$ (от 0,40 до 0,90).

После проведения операции ФРК сферический компонент рефракции составил $-1,55 \pm 1,02$ дптр (от -3,75 до -0,50), цилиндрический компонент рефракции составил $-1,49 \pm 0,86$ дптр (от -3,75 до -0,50). По данным ККТ индекс SRI составил $0,71 \pm 0,22$ (от 0,32 до 1,46), индекс SAI составил $1,25 \pm 0,49$ (от 0,65 до 2,47). НКОЗ после проведения ФРК составила $0,36 \pm 0,15$ (от 0,10 до 0,60). МКОЗ составила $0,69 \pm 0,14$ (от 0,40 до 0,90). Динамика остроты зрения представлена на диаграммах (Рисунок 1).

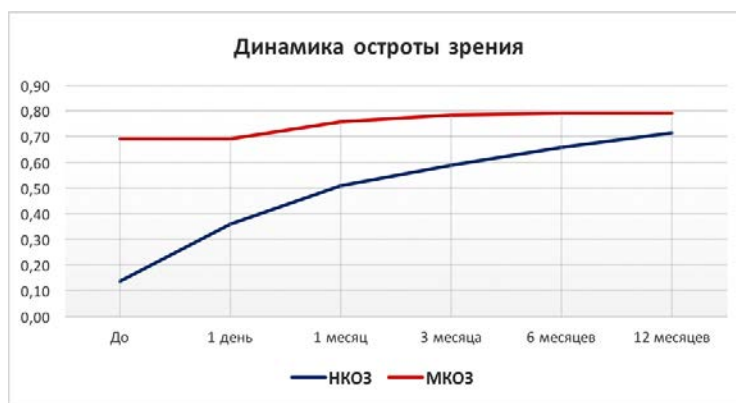


Рисунок 1 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операции ФРК

К году после ФРК сферический компонент рефракции составил $-0,89 \pm 0,49$ дптр (от -1,75 до -0,25). Величина цилиндрического компонента рефракции составила в среднем $-0,87 \pm 0,47$ дптр (от -2,00 до -0,50). По результатам ККТ не удалось добиться регуляризации поверхности роговицы, кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили в среднем: SRI $0,49 \pm 0,20$ (от 0,19 до 1,31), SAI $1,07 \pm 0,39$ (от 0,51 до 1,83). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 2, Рисунок 3). НКОЗ составила $0,71 \pm 0,16$ (от 0,40 до 1,00). МКОЗ составила $0,79 \pm 0,14$ (от 0,50 до 1,00). Оптометрические результаты операции ФРК представлены в таблице 3.

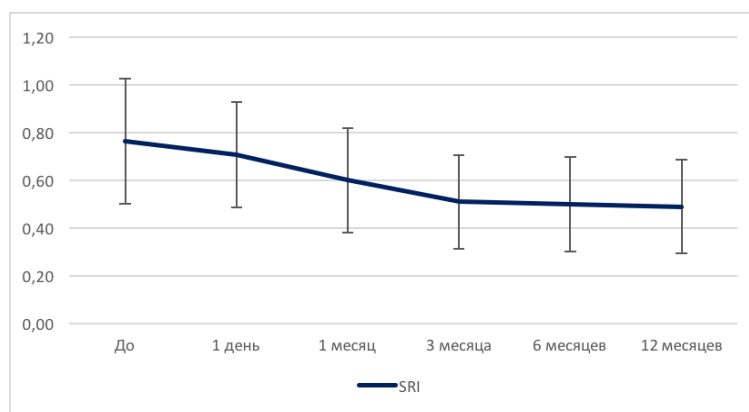


Рисунок 2 – Индекс SRI до и в различные сроки после операции ФРК

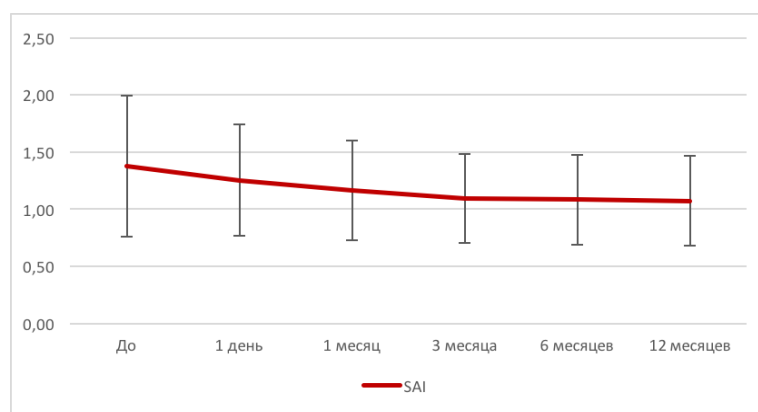


Рисунок 3 - Индекс SAI до и в различные сроки после операции ФРК

Анализируя показатель безопасности после проведения ФРК ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ, что проиллюстрировано на графике безопасности (Рисунок 4). Коэффициент безопасности (Кб) составил 1,1. Следует отметить, что в раннем послеоперационном периоде в 9,7% случаев (3 глаза) была выявлена субэпителиальная фиброплазия 1 степени, которая не повлияла на функциональный результат операций, но потребовала более длительной медикаментозной терапии и была полностью купирована к 2-3 месяцам.

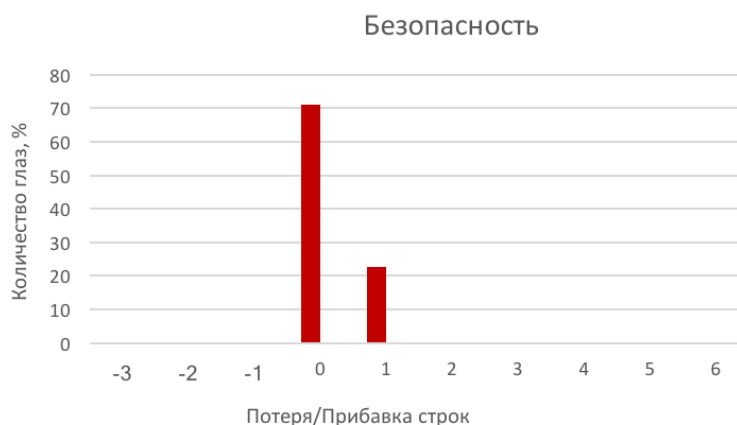


Рисунок 4 - Показатели безопасности операции ФРК

Проводя оценку эффективности ФРК к году после операции была достигнута высокая НКОЗ, которая незначительно отличалась от дооперационной МКОЗ. НКОЗ 0,5 и выше была получена в 94% случаев, НКОЗ 0,8 и выше была получена в 39% случаев, НКОЗ 1,0 и выше была получена в 10% случаев, что отражено на графике эффективности (Рисунок 5). Коэффициент эффективности (Кэ) составил 1,03.

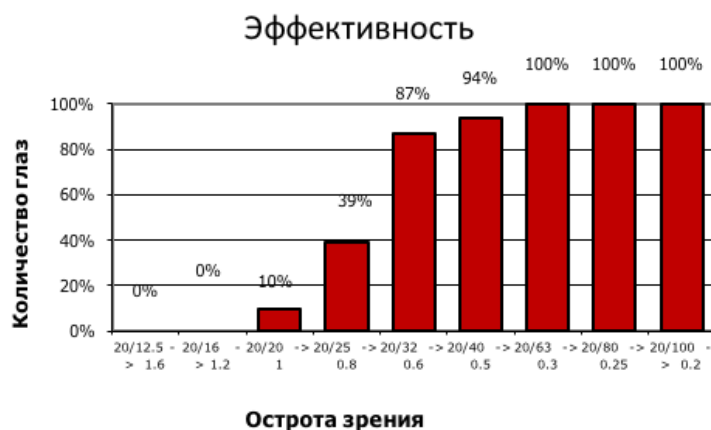


Рисунок 5 - Показатели эффективности операции ФРК

Предсказуемость результата ФРК представлена на графике (Рисунок 6). К году после операции в 77% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было.

Предсказуемость

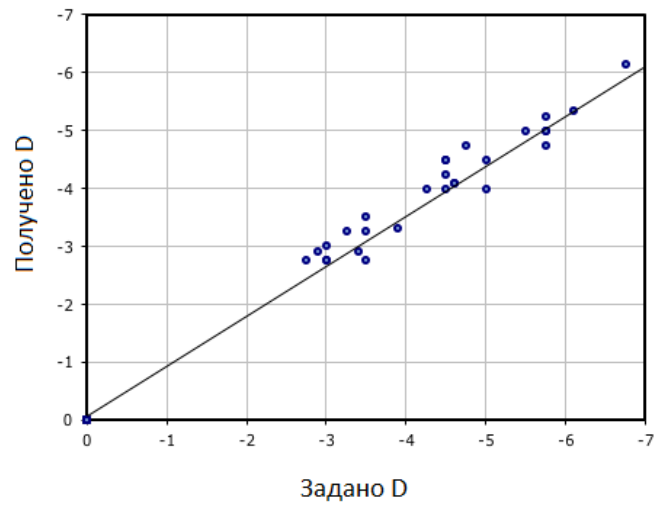


Рисунок 6 - Предсказуемость результата операции ФРК

Таблица 3 – Оптометрические результаты исследований пациентов контрольной группы К1 после проведения операции ФРК по стандартной технологии, $M \pm \sigma$ (min-max)

n = 31	до операции	после операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Сферический компонент рефракции, дптр	$-3,14 \pm 1,65$ (от -6,50 до -0,75)	$-1,55 \pm 1,02$ (от -3,75 до -0,50)	$-1,33 \pm 0,80$ (от -3,00 до -0,50)	$-1,25 \pm 0,64$ (от -2,75 до -0,50)	$-1,05 \pm 0,52$ (от -2,00 до -0,50)	$-0,89 \pm 0,49$ (от -1,75 до -0,25)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	$-3,33 \pm 1,35$ (от -6,50 до -1,00)	$-1,49 \pm 0,86$ (от -3,75 до -0,50)	$-1,29 \pm 0,76$ (от -3,25 до -0,50)	$-1,24 \pm 0,69$ (от -3,00 до -0,50)	$-0,97 \pm 0,58$ (от -2,50 до -0,50)	$-0,87 \pm 0,47$ (от -2,00 до -0,50)
НКОЗ	$0,14 \pm 0,12$ (от 0,03 до 0,40)	$0,36 \pm 0,15$ (от 0,10 до 0,60)	$0,51 \pm 0,15$ (от 0,20 до 0,70)	$0,59 \pm 0,15$ (от 0,30 до 0,80)	$0,66 \pm 0,14$ (от 0,40 до 0,90)	$0,71 \pm 0,16$ (от 0,40 до 1,00)
МКОЗ	$0,69 \pm 0,14$ (от 0,40 до 0,90)	$0,69 \pm 0,14$ (от 0,40 до 0,90)	$0,76 \pm 0,13$ (от 0,50 до 1,00)	$0,78 \pm 0,14$ (от 0,50 до 1,00)	$0,79 \pm 0,14$ (от 0,50 до 1,00)	$0,79 \pm 0,14$ (от 0,50 до 1,00)
SRI	$0,76 \pm 0,26$ (от 0,39 до 1,84)	$0,71 \pm 0,22$ (от 0,32 до 1,46)	$0,60 \pm 0,22$ (от 0,22 до 1,34)	$0,51 \pm 0,20$ (от 0,21 до 1,33)	$0,50 \pm 0,20$ (от 0,20 до 1,32)	$0,49 \pm 0,20$ (от 0,19 до 1,31)
SAI	$1,38 \pm 0,62$ (от 0,67 до 2,91)	$1,25 \pm 0,49$ (от 0,65 до 2,47)	$1,16 \pm 0,44$ (от 0,55 до 2,47)	$1,09 \pm 0,39$ (от 0,53 до 1,85)	$1,08 \pm 0,39$ (от 0,52 до 1,84)	$1,07 \pm 0,39$ (от 0,51 до 1,83)

3.2 Клинико-функциональные результаты обследования пациентов контрольной группы после проведения операции ЛАЗИК

Операция ЛАЗИК была выполнена у 30 пациентов (30 глаз) на эксимерлазерной установке «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия), для формирования роговичного клапана использовали микрокератомом «Technolas Perfect Vision Zyoptix XP» («Bausch&Lomb», США). Средний возраст пациентов составил $50,3 \pm 7,5$ лет и варьировал от 32 до 66 лет, среди них насчитывалось 18 (60%) мужчин и 12 (40%) женщин. Период наблюдения после ЛАЗИК составил $53 \pm 39,2$ месяца (от 23-х до 148-ми месяцев).

До проведения операции ЛАЗИК сферический компонент рефракции составил $1,95 \pm 0,94$ дптр (от 0,50 до 4,50), цилиндрический компонент рефракции $1,63 \pm 1,27$ дптр (от -2,50 до 4,50). По данным ККТ отмечалась выраженная иррегулярность и асимметрия поверхности роговицы, о чем также свидетельствовали повышенные показатели кератотопографических индексов: SRI составил $0,64 \pm 0,26$ (от 0,11 до 1,23), SAI составил $1,25 \pm 0,59$ (от 0,29 до 2,59). НКОЗ до операции ЛАЗИК составляла $0,22 \pm 0,12$ (от 0,06 до 0,50). МКОЗ составляла $0,78 \pm 0,18$ (от 0,40 до 1,00).

После проведения операции ЛАЗИК сферический компонент рефракции составил $0,42 \pm 1,03$ дптр (от -1,00 до 1,50), цилиндрический компонент рефракции составил $-0,94 \pm 0,89$ дптр (от -2,00 до 1,00). По данным ККТ индекс SRI составил $0,53 \pm 0,22$ (от 0,08 до 1,12), индекс SAI составил $1,01 \pm 0,50$ (от 0,24 до 2,35). НКОЗ после проведения ЛАЗИК составила $0,65 \pm 0,11$ (от 0,50 до 0,80). МКОЗ составила $0,81 \pm 0,11$ (от 0,60 до 1,00). Динамика остроты зрения представлена на графике (Рисунок 7).



Рисунок 7 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операции ЛАЗИК

К году после операции ЛАЗИК сферический компонент рефракции составил $0,88 \pm 0,43$ дптр (от 0,50 до 1,50). Величина цилиндрического компонента рефракции составила в среднем $-0,86 \pm 0,92$ дптр (от -1,75 до 1,00). По результатам ККТ не удалось добиться регуляризации поверхности роговицы, кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили в среднем: SRI $0,45 \pm 0,21$ (от 0,21 до 1,17), SAI $0,89 \pm 0,54$ (от 0,36 до 2,73). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на графиках (Рисунок 8, Рисунок 9). НКОЗ составила $0,74 \pm 0,11$ (от 0,50 до 1,00). МКОЗ составила $0,83 \pm 0,13$ (от 0,50 до 1,00). Оптометрические результаты операции ЛАЗИК представлены в таблице 4.

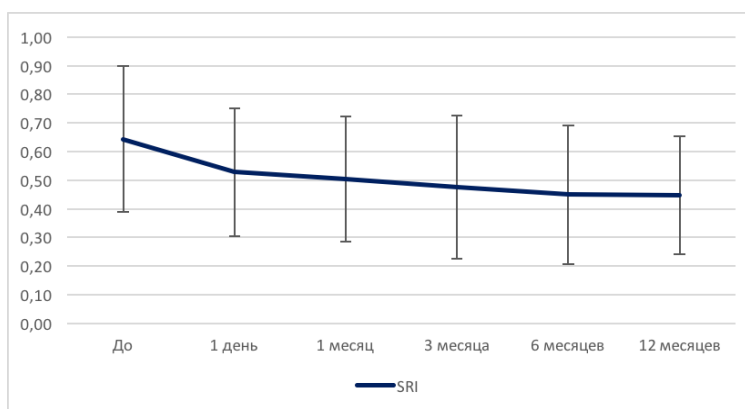


Рисунок 8 - Индекс SRI до и в различные сроки после операции ЛАЗИК

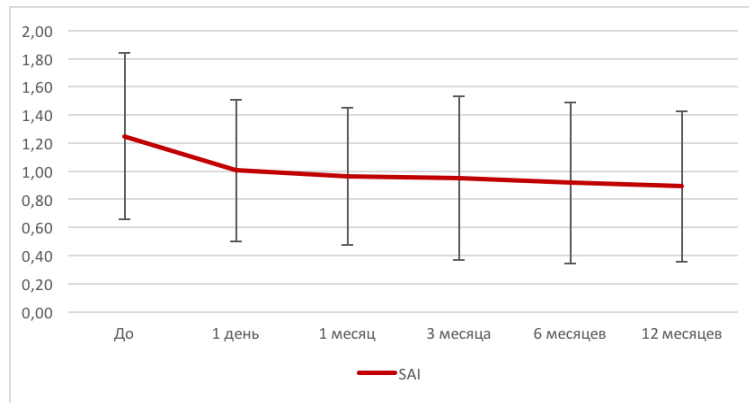


Рисунок 9 - Индекс SAI до и в различные сроки после операции ЛАЗИК

Анализируя график безопасности к году после операции ЛАЗИК наблюдалась потеря строк МКОЗ относительно дооперационных значений в 5,4% случаев (2 глаза) (Рисунок 10), это было обусловлено выполнением операций без учета структуры рубца, что привело к расхождению насечек во время операции при формировании роговичного клапана и дальнейшему врастанию эпителия под клапан в послеоперационном периоде (Рисунок 11). Коэффициент безопасности (Кб) составил 1,06.

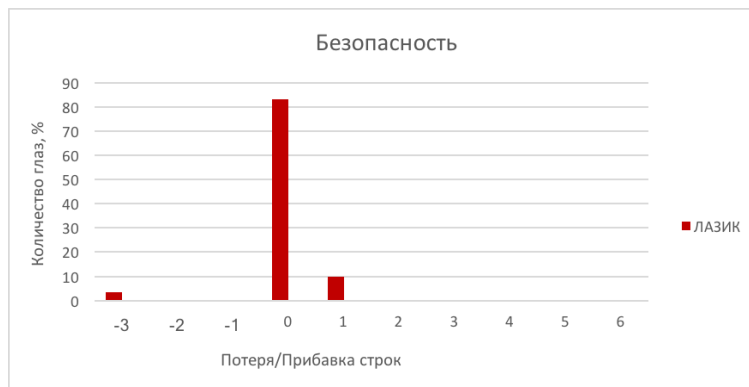


Рисунок 10 - Показатели безопасности операции ЛАЗИК

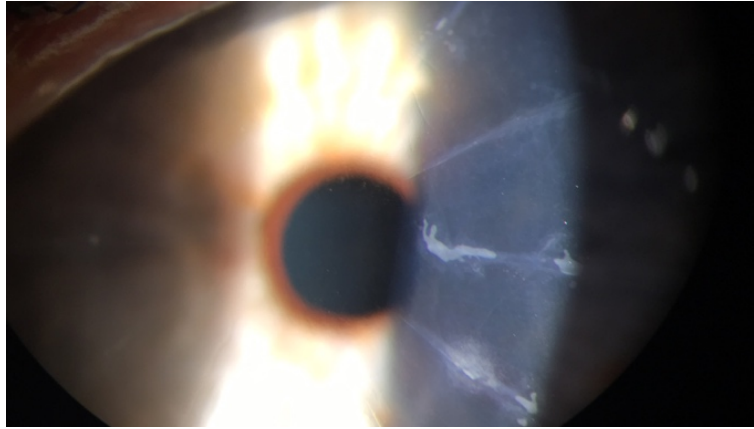


Рисунок 11 - Вращение эпителия под клапан в месте дефекта кератотомических насечек после операции ЛАЗИК

Оценивая эффективность операции ЛАЗИК к 12 месяцам была получена НКОЗ 0,5 и выше в 100% случаев, НКОЗ 0,8 и выше в 40% случаев, НКОЗ 1,0 и выше в 7% случаев, что отражено на графике эффективности (Рисунок 12). Коэффициент эффективности (Кэ) составил 0,95.

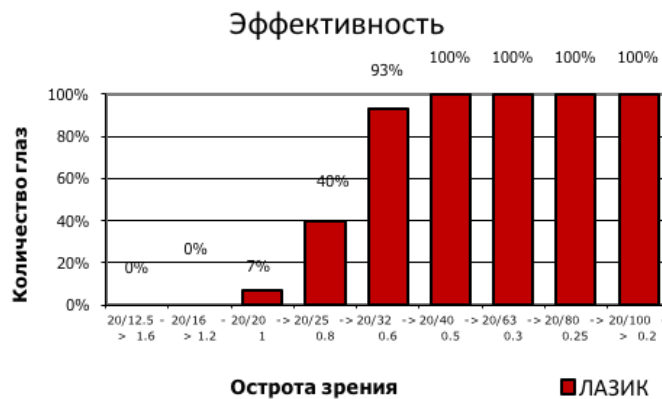


Рисунок 12 - Показатели эффективности операции ЛАЗИК

Предсказуемость результата операции ЛАЗИК представлена на графике (Рисунок 13). К году после операции в 67,7% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было.

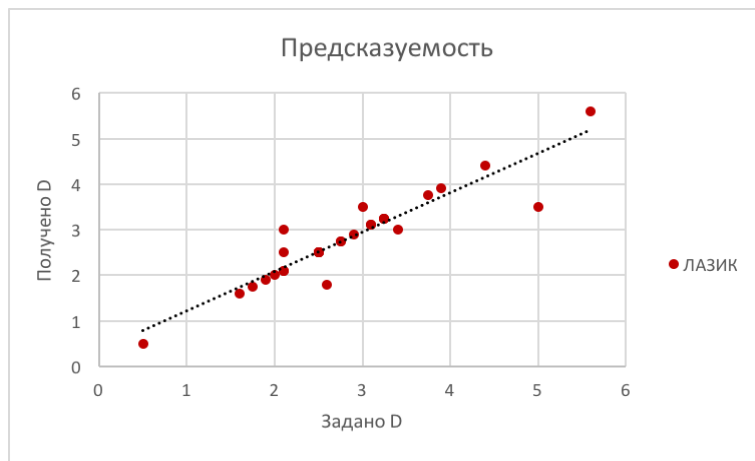


Рисунок 13 - Предсказуемость результата операции ЛАЗИК

Таблица 4 – Оптометрические результаты исследований пациентов контрольной группы К2 после проведения операции ЛАЗИК по стандартной технологии, $M \pm \sigma$ (min-max)

n = 30	до операции	после операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Сферический компонент рефракции, дптр	1,95±0,94 (от 0,50 до 4,50)	0,42±1,03 (от -1,00 до 1,50)	0,06±1,29 (от -1,75 до 1,75)	0,18±1,35 (от -1,75 до 1,75)	0,06±1,05 (от -1,50 до 0,75)	0,88±0,43 (от 0,50 до 1,50)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	1,63±1,27 (от -2,50 до 4,50)	-0,94±0,89 (от -2,00 до 1,00)	-0,81±0,99 (от -1,75 до 1,50)	-0,88±0,76 (от -1,75 до 1,00)	-0,94±0,86 (от -1,75 до 1,00)	-0,86±0,92 (от -1,75 до 1,00)
НКОЗ	0,22±0,12 (от 0,06 до 0,50)	0,65±0,11 (от 0,50 до 0,80)	0,68±0,11 (от 0,50 до 0,90)	0,71±0,12 (от 0,50 до 1,00)	0,72±0,11 (от 0,50 до 1,00)	0,74±0,11 (от 0,50 до 1,00)
МКОЗ	0,78±0,18 (от 0,40 до 1,00)	0,81±0,11 (от 0,60 до 1,00)	0,83±0,10 (от 0,70 до 1,00)	0,83±0,10 (от 0,70 до 1,00)	0,82±0,11 (от 0,60 до 1,00)	0,83±0,13 (от 0,50 до 1,00)
SRI	0,64±0,26 (от 0,11 до 1,23)	0,53±0,22 (от 0,08 до 1,12)	0,50±0,22 (от 0,08 до 0,97)	0,47±0,25 (от 0,09 до 1,27)	0,45±0,24 (от 0,05 до 1,19)	0,45±0,21 (от 0,21 до 1,17)
SAI	1,25±0,59 (от 0,29 до 2,59)	1,01±0,50 (от 0,24 до 2,35)	0,96±0,49 (от 0,21 до 2,35)	0,95±0,58 (от 0,19 до 2,81)	0,92±0,57 (от 0,23 до 2,76)	0,89±0,54 (от 0,36 до 2,73)

3.3 Клинико-функциональные результаты обследования пациентов контрольной группы после проведения операции ФЭК+ИОЛ

Операция ФЭК+ИОЛ была выполнена на факоэмульсификационной машине «Infinity» («Alcon», США) у 29 пациентов (29 глаз). Средний возраст пациентов составил $59,5 \pm 8,2$ года и варьировал от 47 до 76 лет, среди них насчитывалось 18 (62,1%) мужчин и 11 (37,9%) женщин. Период наблюдения после ФЭК+ИОЛ составил $51 \pm 19,2$ месяц (от 26-ти до 86-ти месяцев).

До проведения операции ФЭК+ИОЛ сферический компонент рефракции составил $-2,18 \pm 4,04$ дптр (от -7,00 до 6,50), цилиндрический компонент рефракции $-1,00 \pm 2,29$ дптр (от -3,75 до 2,50). По данным ККТ отмечалась выраженная иррегулярность и асимметрия поверхности роговицы, о чем также свидетельствовали повышенные показатели кератотопографических индексов: SRI составил $0,70 \pm 0,28$ (от 0,29 до 1,71), SAI составил $1,34 \pm 0,77$ (от 0,58 до 3,54). НКОЗ до ФЭК+ИОЛ составляла $0,10 \pm 0,14$ (от 0,01 до 0,70). МКОЗ составляла $0,31 \pm 0,18$ (от 0,02 до 0,80). РОЗ составляла $0,82 \pm 0,11$ (от 0,40 до 0,90).

После проведения операции ФЭК+ИОЛ сферический компонент рефракции составил $0,42 \pm 1,59$ дптр (от -1,50 до 3,00), цилиндрический компонент рефракции составил $-1,14 \pm 1,29$ дптр (от -3,25 до 1,00). По данным ККТ индекс SRI составил $0,78 \pm 0,28$ (от 0,29 до 1,83), индекс SAI составил $1,46 \pm 0,78$ (от 0,66 до 3,58). НКОЗ после проведения ФЭК+ИОЛ составила $0,59 \pm 0,17$ (от 0,20 до 0,80). МКОЗ составила $0,69 \pm 0,13$ (от 0,40 до 0,90). Динамика остроты зрения представлена на диаграммах (Рисунок 14).

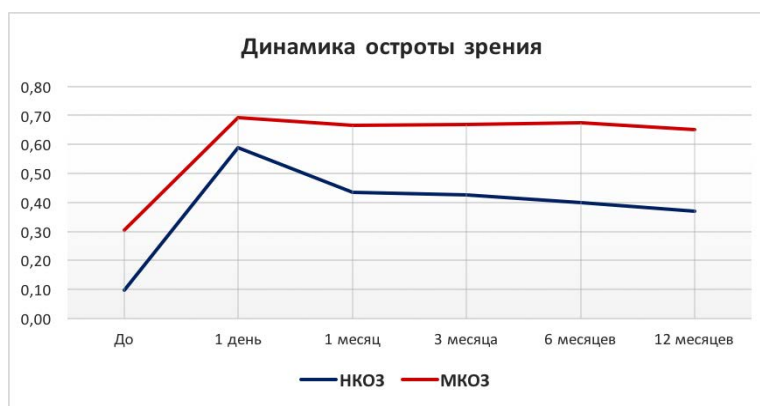


Рисунок 14 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операции ФЭК+ИОЛ

К году после операции ФЭК+ИОЛ сферический компонент рефракции составил $-1,73 \pm 1,13$ дптр (от $-3,25$ до $2,00$). Величина цилиндрического компонента рефракции составила в среднем $-1,42 \pm 1,45$ дптр (от $-3,00$ до $2,25$). Кератотопографические индексы не имели достоверных отличий от дооперационных значений: SRI $0,71 \pm 0,30$ (от $0,23$ до $1,78$), SAI $1,33 \pm 0,78$ (от $0,53$ до $3,52$). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 15, Рисунок 16). НКОЗ составила $0,37 \pm 0,16$ (от $0,10$ до $0,80$). МКОЗ составила $0,65 \pm 0,21$ (от $0,20$ до $1,00$). Оптометрические результаты операции ФЭК+ИОЛ представлены в таблице 5.

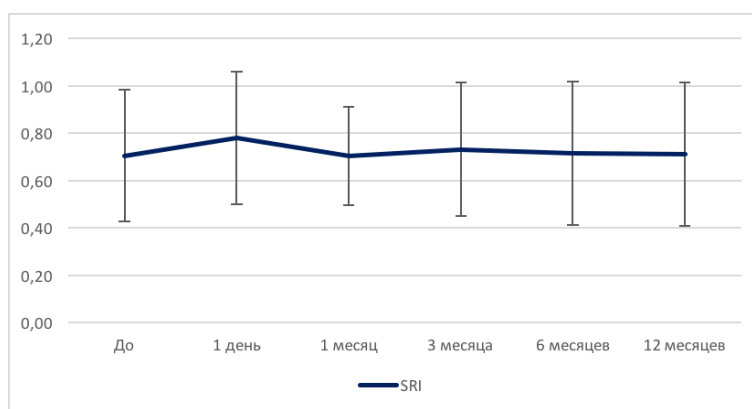


Рисунок 15 - Индекс SRI до и в различные сроки после операции ФЭК+ИОЛ

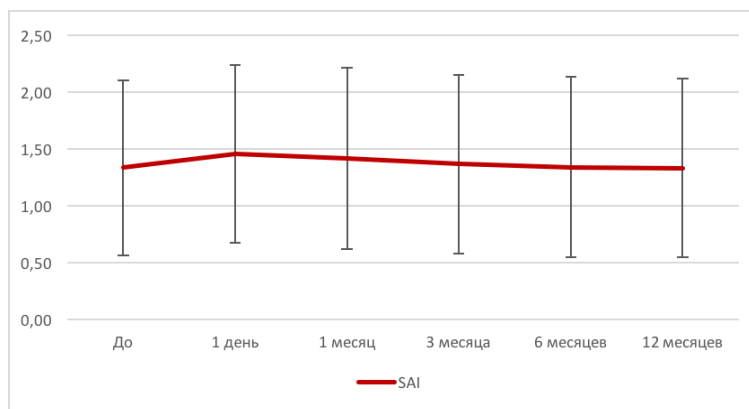


Рисунок 16 - Индекс SAI до и в различные сроки после операции ФЭК+ИОЛ

Анализируя график безопасности к году после операции ФЭК+ИОЛ наблюдалась потеря строк МКОЗ относительно дооперационных значений (Рисунок 17). Возможно это связано с сохранением выраженной иррегулярности роговицы в оптической зоне и дальнейшим регрессом функционального результата. Коэффициент безопасности (Кб) составил 0,79.

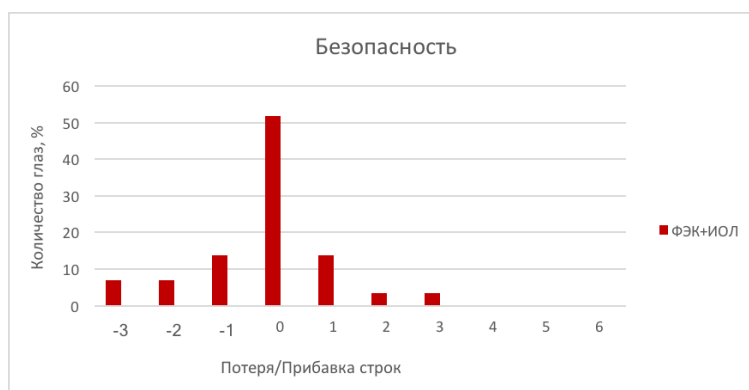


Рисунок 17 - Показатели безопасности операции ФЭК+ИОЛ

Оценивая эффективность операции ФЭК+ИОЛ к 12 месяцам была получена НКОЗ 0,5 и выше в 24% случаев, НКОЗ 0,8 и выше в 3% случаев (Рисунок 18). Коэффициент эффективности (Кэ) составил 0,50.



Рисунок 18 - Показатели эффективности операции ФЭК+ИОЛ

К году после операции ФЭК+ИОЛ в 13,8% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. В 48,3% случаев рефракция находилась в пределах $\pm 2,0$ дптр, в 51,7% случаев отклонение превысило 2,0 дптр. Предсказуемость результата операции ФЭК+ИОЛ представлена на графике (Рисунок 19).

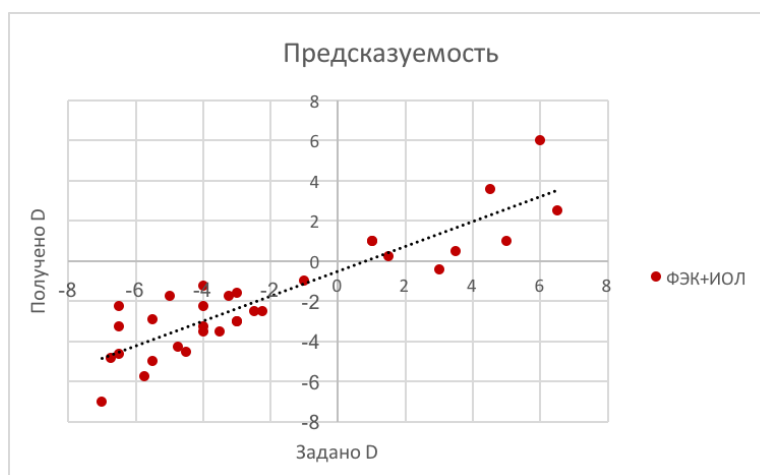


Рисунок 19 - Предсказуемость результата операции ФЭК+ИОЛ

Таблица 5 – Оптометрические результаты исследований пациентов контрольной группы К3 после проведения операции ФЭК+ИОЛ по стандартной технологии, $M \pm \sigma$ (min-max)

n = 29	до операции	после операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Сферический компонент рефракции, дптр	$-2,18 \pm 4,04$ (от -7,00 до 6,50)	$0,42 \pm 1,59$ (от -1,50 до 3,00)	$-0,36 \pm 1,62$ (от -2,50 до 3,00)	$-0,15 \pm 1,57$ (от -2,00 до 3,00)	$-0,22 \pm 1,47$ (от -2,50 до 2,50)	$-1,73 \pm 1,13$ (от -3,25 до 2,00)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	$-1,00 \pm 2,29$ (от -3,75 до 2,50)	$-1,14 \pm 1,29$ (от -3,25 до 1,00)	$-1,34 \pm 1,21$ (от -3,75 до 1,50)	$-1,06 \pm 1,56$ (от -3,75 до 2,00)	$-1,23 \pm 1,34$ (от -3,00 до 2,00)	$-1,42 \pm 1,45$ (от -3,00 до 2,25)
НКОЗ	$0,10 \pm 0,14$ (от 0,01 до 0,70)	$0,59 \pm 0,17$ (от 0,20 до 0,80)	$0,43 \pm 0,18$ (от 0,10 до 0,80)	$0,43 \pm 0,17$ (от 0,10 до 0,80)	$0,40 \pm 0,15$ (от 0,20 до 0,70)	$0,37 \pm 0,16$ (от 0,10 до 0,80)
МКОЗ	$0,31 \pm 0,18$ (от 0,02 до 0,80)	$0,69 \pm 0,13$ (от 0,40 до 0,90)	$0,67 \pm 0,18$ (от 0,30 до 1,00)	$0,67 \pm 0,21$ (от 0,20 до 1,00)	$0,67 \pm 0,20$ (от 0,20 до 1,00)	$0,65 \pm 0,21$ (от 0,20 до 1,00)
SRI	$0,70 \pm 0,28$ (от 0,29 до 1,71)	$0,78 \pm 0,28$ (от 0,29 до 1,83)	$0,70 \pm 0,21$ (от 0,27 до 1,01)	$0,73 \pm 0,28$ (от 0,26 до 1,74)	$0,72 \pm 0,30$ (от 0,24 до 1,79)	$0,71 \pm 0,30$ (от 0,23 до 1,78)
SAI	$1,34 \pm 0,77$ (от 0,58 до 3,54)	$1,46 \pm 0,78$ (от 0,66 до 3,58)	$1,42 \pm 0,80$ (от 0,55 до 3,51)	$1,37 \pm 0,79$ (от 0,49 до 3,53)	$1,34 \pm 0,79$ (от 0,49 до 3,51)	$1,33 \pm 0,78$ (от 0,53 до 3,52)
POЗ	$0,82 \pm 0,11$ (от 0,40 до 0,90)					

Таким образом, анализ клинико-функциональных результатов операций ФРК, ЛАЗИК и ФЭК+ИОЛ, выполненных по стандартным технологиям у пациентов с ПКРН, позволил выявить следующие закономерности:

- несмотря на повышение НКОЗ и МКОЗ относительно дооперационных значений, а также существенное уменьшение сферо-цилиндрического компонента рефракции, не удалось добиться регуляризации поверхности роговицы;

- при выполнении операций по стандартным технологиям были выявлены недостатки и осложнения, не позволившие получить максимально возможные клинико-функциональные результаты, обусловленные недостаточной дооперационной диагностикой, не учитывающей специфические особенности глаз с ПКРН, а также несовершенством хирургических технологий и инструментария.

Глава 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ, МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ И КЕРАТОТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОГОВИЦЫ, А ТАКЖЕ ГИДРОДИНАМИКИ У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПЕРЕДНЕЙ ДОЗИРОВАННОЙ РАДИАЛЬНОЙ КЕРАТОТОМИИ

Целью данной главы явилось проведение углубленного обследования, включающего оценку состояния функциональных, морфометрических и кератотопографических параметров роговицы, а также данные гидродинамики у пациентов после ПДРК. Комплексное диагностическое обследование проводилось для определения критериев отбора пациентов в основные группы перед выполнением хирургических методов коррекции ПКРН, а также с целью предотвращения возможных интра- и послеоперационных осложнений.

4.1 Оценка результатов комплексного обследования пациентов основных групп с посткератотомическими рефракционными нарушениями до проведения хирургических методов коррекции

Для отбора пациентов в основные группы было обследовано 113 пациентов (113 глаз) после РК. Отбор пациентов осуществляли последовательным методом среди обратившихся в ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) в период с ноября 2014 года по апрель 2016 года. Критерии включения в группы, а также результаты функциональных исследований пациентов подробно описаны в главах 2.1 и 5.2.

Всем пациентам основных групп, в отличие от пациентов контрольных групп, перед выполнением рефракционных операций, помимо стандартных методов, были проведены дополнительные диагностические обследования.

Дополнительные методы обследования пациентов с ПКРН включали в себя:

- анализ функционального слезного комплекса (тест Ширмера-1, -2, время разрыва слезной пленки)
- морфометрический анализ структур переднего отрезка глаза (КМ, исследование с помощью Шеймпфлюг камеры, ОКТ)
- анализ оптических нарушений (ККТ с анализом индексов иррегулярности и асимметрии роговицы, компьютерная аккомодография)
- анализ гидродинамических показателей и исследования для исключения глаукомы (тонометрия, тонография, компьютерная периметрия, оптическая когерентная томография зрительного нерва)

4.1.1 Анализ функционального слезного комплекса

Качественная и количественная оценка параметров слезопродукции у пациентов с ПКРН была проведена для определения степени ССГ и своевременного назначения консервативной терапии, а также исключения ССГ тяжелой степени, который является абсолютным противопоказанием для проведения КРО.

По результатам проведенного исследования в 84,1% случаев у пациентов с ПКРН был выявлен ССГ различной степени выраженности, нормальные показатели стабильности СП и слезопродукции имели место лишь у 15,9% обследуемых (Таблица 6).

Таблица 6 - Показатели ФСК у пациентов с ПКРН перед проведением КРО (n=113), $M \pm \sigma$

	Количество глаз, %	Тест Ширмера-1, мм за 5 мин	Тест Ширмера-2, мм за 5 мин	Проба Норна, сек
ССГ тяжелой степени	15 (13,3%)	7,5±1,3	3,2±0,6	4,8±1,7
ССГ средней степени	48 (42,5%)	12,3±0,9	6,8±0,7	6,3±1,5
ССГ слабой степени	32 (28,3%)	16,9±1,1	11,2±0,5	13,6±1,4
Норма	18 (15,9%)	18,5±1,5	11,7±0,6	19,4±1,3

В зависимости от степени проявления ССГ всем пациентам было назначено соответствующее консервативное лечение. Пациентам с легкой степенью ССГ были рекомендованы слезозаместители (препараты гиалуроновой кислоты) сроком на 1 месяц. Пациентам с ССГ средней степени помимо слезозаместителей были назначены репаративные препараты (Солкосерил гель, Баларпан), а также 0,1% раствор дексазона сроком на 1 месяц. При ССГ тяжелой степени лечение включало аналогичную терапию, как при ССГ средней степени, однако данным пациентам было отказано в проведении дальнейшей хирургической коррекции.

4.1.2 Морфометрический анализ структур переднего отрезка глаза

От тщательности изучения структуры роговицы и кератотомического рубца в частности, напрямую зависел дальнейший выбор метода хирургической коррекции.

При проведении **биомикроскопии роговицы** было выявлено три типа рубцевания (по классификации Ивашиной А.И.):

- 1 тип рубцевания (52,2% - 59 глаза): рубцы тонкие, линейные, прозрачные, без эпителиальных вращаний (Рисунок 20)

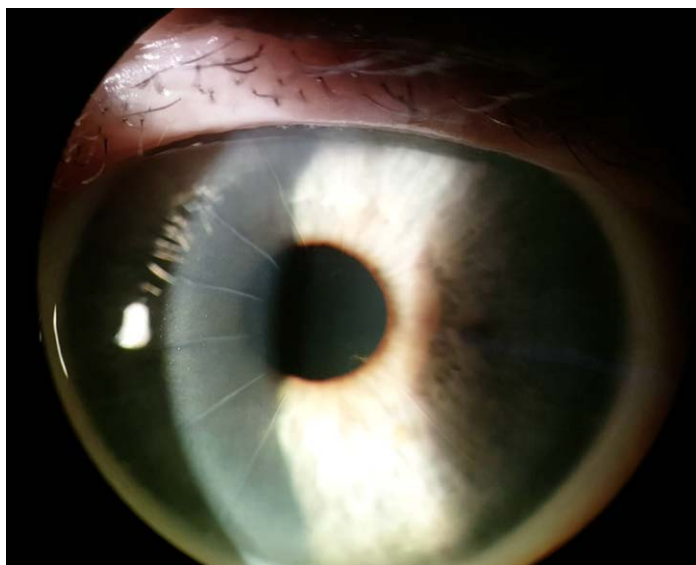


Рисунок 20 - Глаз пациента после ПДРК (1 тип рубцевания)

- 2 тип рубцевания (36,3% - 41 глаз): рубцы грубые, утолщенные, белесоватые (Рисунок 21)

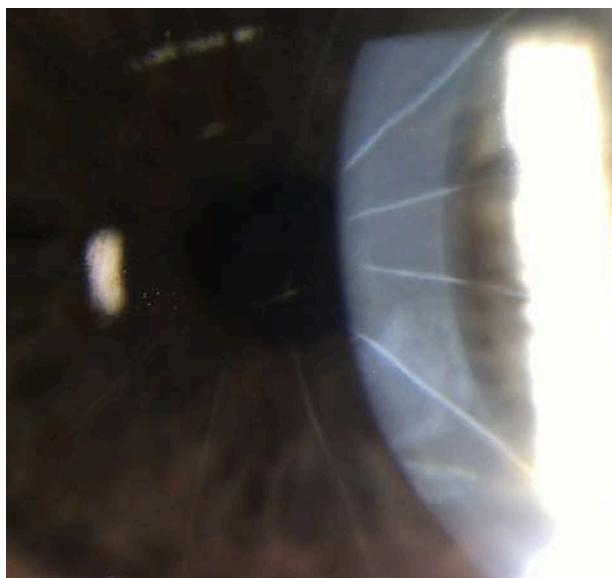


Рисунок 21 - Глаз пациента после ПДРК (2 тип рубцевания)

- 3 тип рубцевания (11,5% - 13 глаз): рубцы мало выражены, основную часть занимает эпителиальная «пробка» (Рисунок 22)

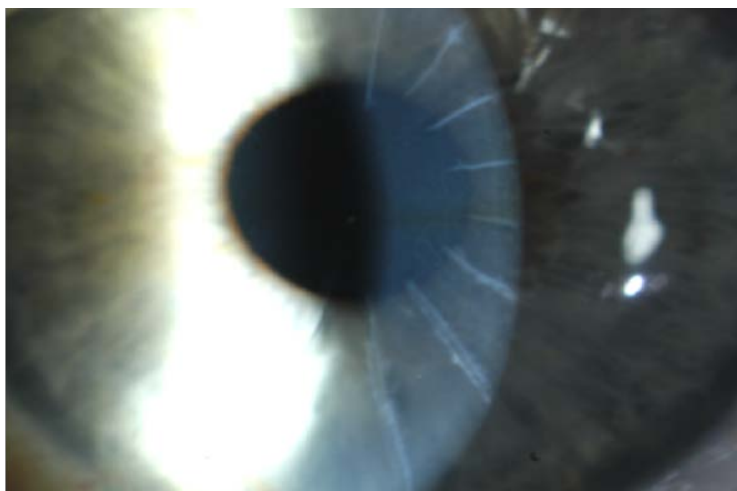


Рисунок 22 - Глаз пациента после ПДРК (3 тип рубцевания)

Вместе с тем, при выполнении **КМ** определялось всего лишь два типа рубцевания:

- 1 тип рубцевания (69,9% - 79 глаз): структура рубца плотная, состоящая из фиброзной ткани, отсутствует расхождение краев рубца, глубокие слои стромы и эндотелий роговицы сохранены (Рисунок 23, 24)

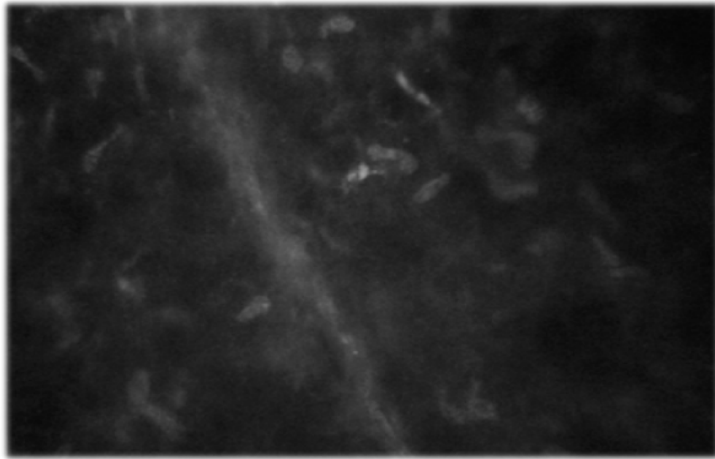


Рисунок 23 - Конфокальная микроскопия, передние слои стромы, кератотомический рубец (1 тип рубцевания)

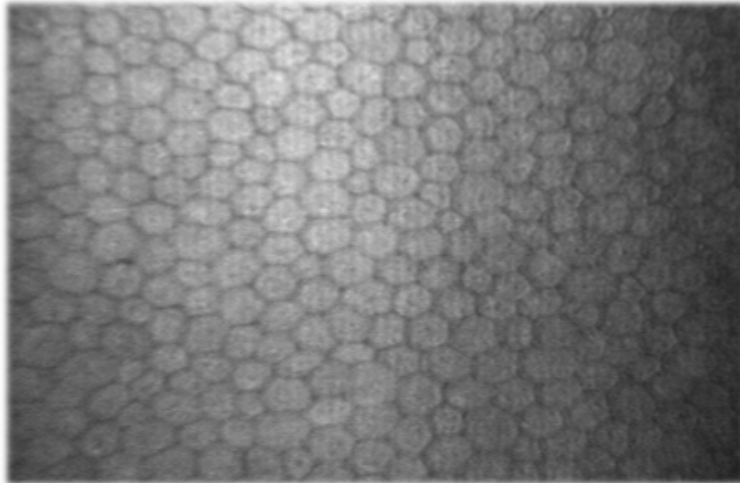


Рисунок 24 - Конфокальная микроскопия, эндотелий

- 2 тип рубцевания (30,1% - 34 глаза): отсутствует четкая структура рубца, диастаз краев насечек с вращением эпителия, также встречаются вакуоли, чаще сквозное прорезание роговицы через все слои с дефектами десцеметовой мембраны и эндотелия (Рисунок 25, 26)



Рисунок 25 - Конфокальная микроскопия, передние слои стромы, кератотомический рубец (2 тип рубцевания)

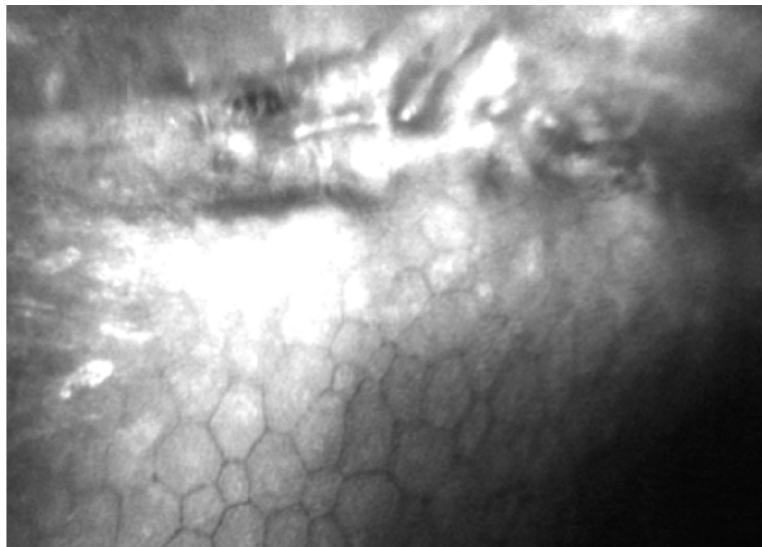


Рисунок 26 - Конфокальная микроскопия, эндотелий

ОКТ роговицы также как и предыдущие методы исследования, была выполнена с целью детальной оценки состояния кератотомических рубцов, выявления расхождения краев рубца, а также глубины прорезания и наличия эпителиальных «пробок» (Рисунок 27, 28).

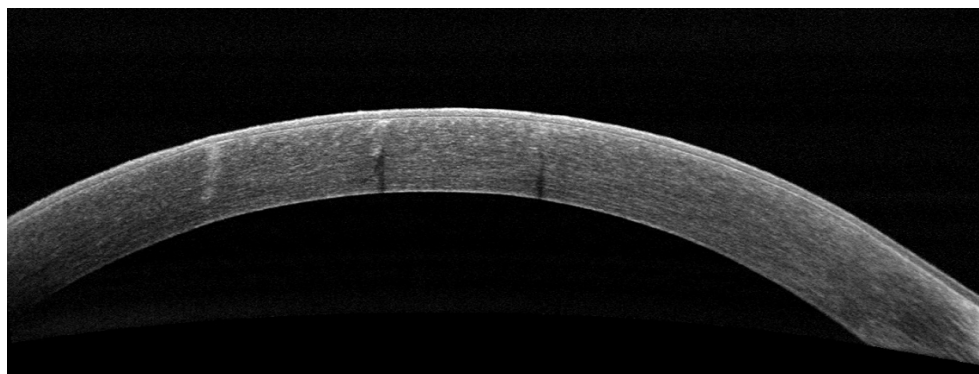


Рисунок 27 - ОКТ роговицы, тонкие линейные рубцы без признаков расхождения и врастания эпителия (1 тип рубцевания)

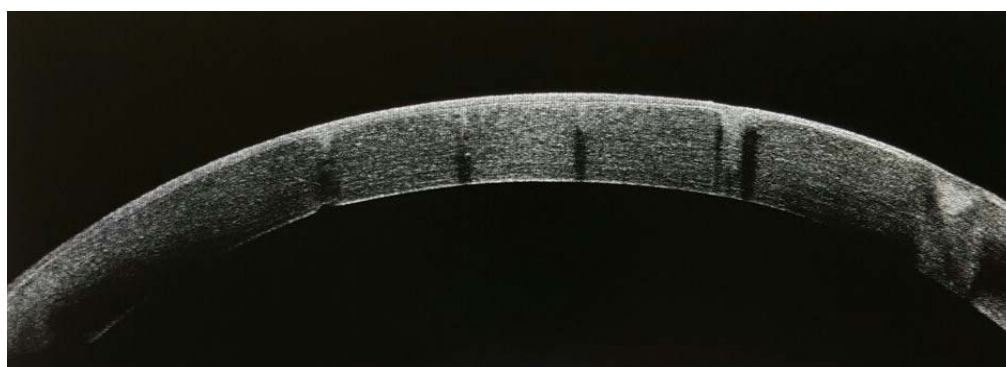


Рисунок 28 - ОКТ роговицы, сквозное прорезание, врастание эпителия (2 тип рубцевания)

Помимо оценки состояния кератотомических рубцов с помощью ОКТ выполняли измерение толщины эпителия роговицы, так как данный параметр в обязательном порядке учитывался при проведении первого этапа операции ФРК. У большинства пациентов, которым ранее была выполнена РК, толщина эпителия варьирует в широких пределах (от 50 до 90 мкм), в отличие от интактной роговицы (Рисунок 29).

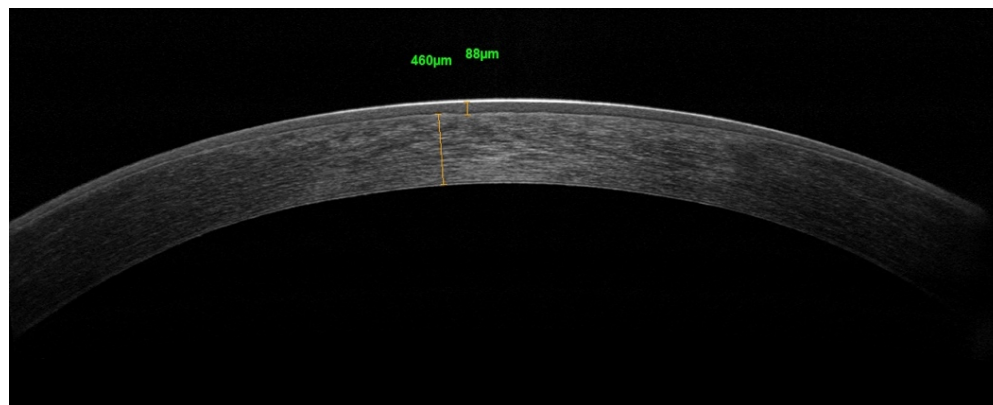


Рисунок 29 - ОКТ роговицы до операции, толщина эпителия 88 мкм

По данным **Шеймпфлюг томографии** анализируя карту Belin/Ambryso, отражающую степень элевации задней поверхности роговицы, у 4 пациентов (4 глаза) были выявлены признаки эктазии роговицы в связи с недиагностированным кератоконусом. На приборе Pentacam-NR также проводилась оценка прозрачности (оптической плотности) хрусталика. По результатам исследования в 75,2% случаев была выявлена 1 степени плотности ядра хрусталика (Рисунок 30), а в 24,8% случаев 2-3 степень плотности (Рисунок 31). В среднем акустическая плотность хрусталика составила $58,9 \pm 20,1$ (от 22 до 97) отн. ед.

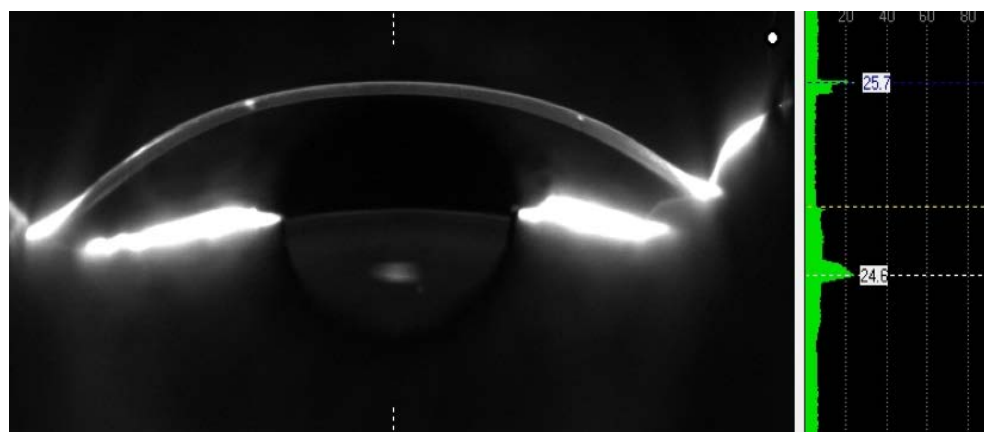


Рисунок 30 - Денситометрия, 1-я степень плотности ядра хрусталика по L.Buratto

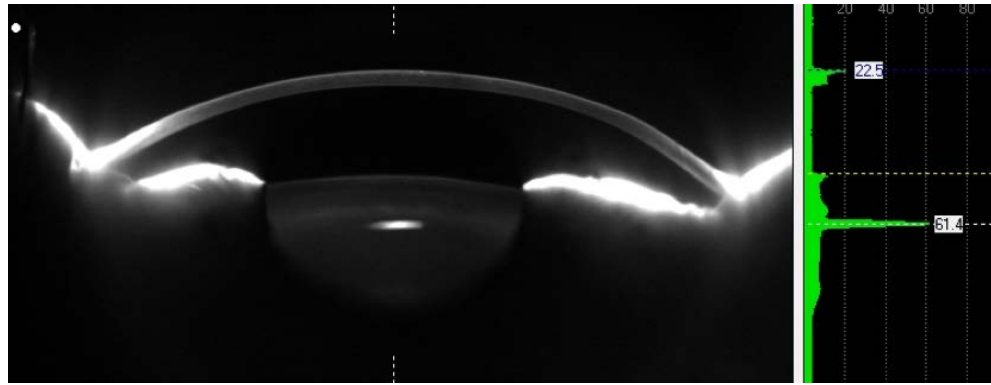


Рисунок 31 - Денситометрия, 2-я степень плотности ядра хрусталика по L.Buratto

4.1.3 Анализ оптических и функциональных нарушений

По данным **ККТ** у подавляющего большинства пациентов с ПКРН (85,5% - 97 глаз) кератотопографические индексы **SRI** и **SAI** имели показатели превышающие норму (Рисунок 32) и лишь в единичных случаях (14,2% - 16 глаз) были приближены к нормальным значениям (Рисунок 33).

Результаты ККТ подробно изложены в главе 5.2.

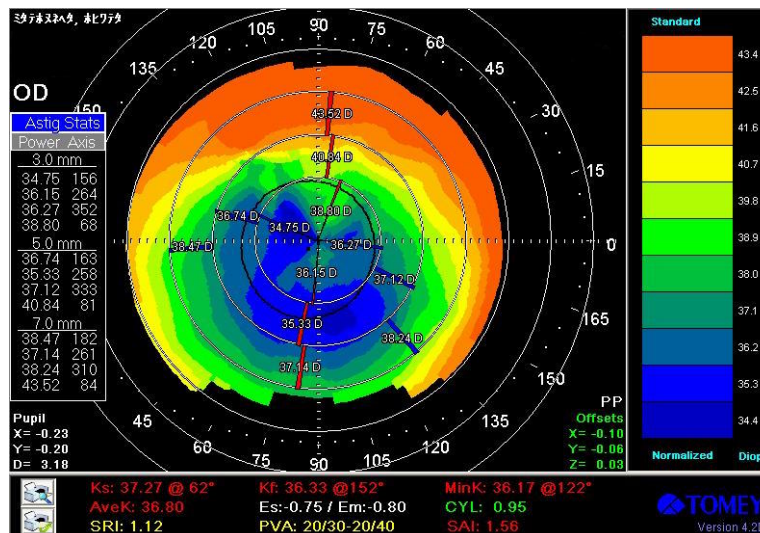


Рисунок 32 - Кератотопограмма до операции

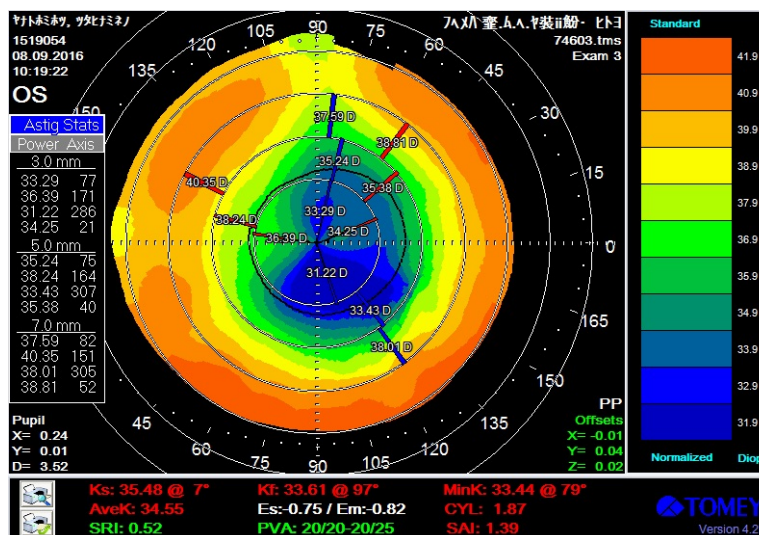


Рисунок 33 - Кератотопограмма до операции

По результатам проведенной **компьютерной аккомодографии** было выявлено только два типа аккомодограмм, которые отражали состояние пресбиопии, либо слабости аккомодации. В первом случае отмечалось полное отсутствие аккомодационного ответа в соответствии с предъявляемым стимулом, цветовая палитра аккомодограммы была представлена желто-зеленым цветом, что свидетельствовало об отсутствии, либо наличии единичных микрофлюктуаций (Рисунок 34). Во втором случае отмечалось незначительное проявление аккомодационного ответа со слабым ростом аккомодограммы (аккомодограмма низкая по амплитуде, не нарастающая по динамике), цветовая палитра была представлена разными цветами от зеленого до красного, что говорит о наличии микрофлюктуаций (Рисунок 35).

По результатам количественной оценки аккомодограмм были получены следующие индексы: КАО составил в среднем $0,12 \pm 0,03$ отн. ед., КР составил $0,25 \pm 0,02$ отн. ед., КМФ $47,4 \pm 0,6$ мкф/мин., все три анализируемых индекса были ниже нормальных значений.

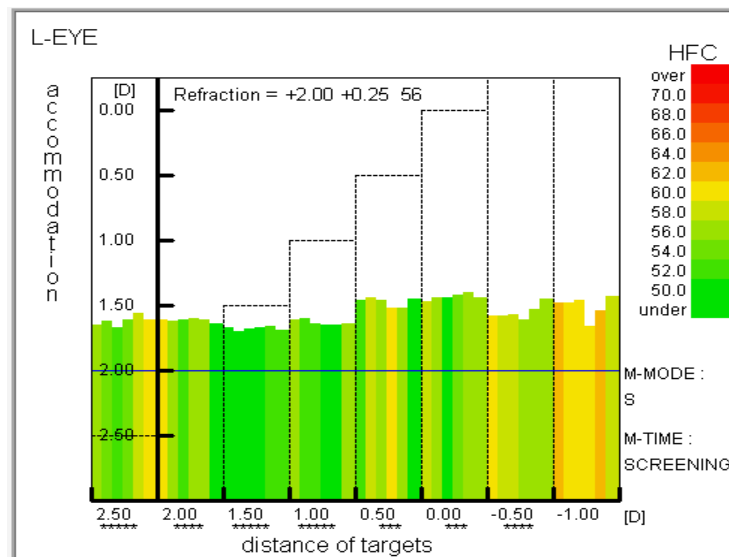


Рисунок 34 – Аккомодограмма при пресбиопии

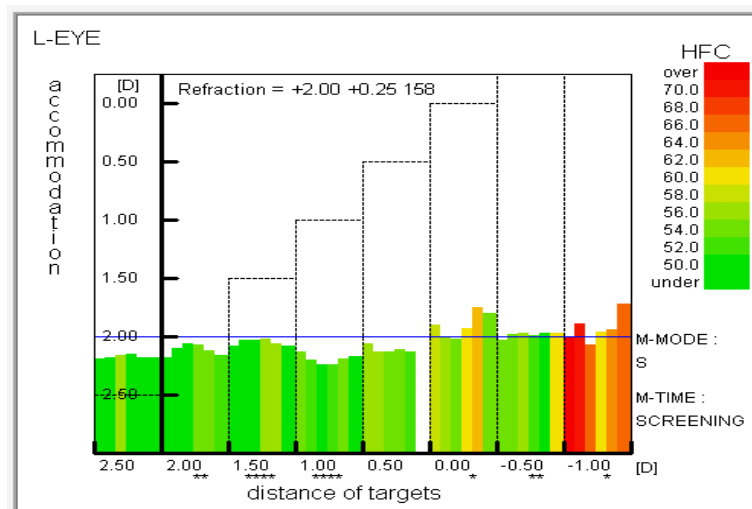


Рисунок 35 – Аккомодограмма при слабости аккомодации

4.1.4 Анализ гидродинамических показателей и исследования для исключения глаукомы

Полученные данные пневмотонометрии, тонографии и периметрии практически у всех пациентов не выходили за рамки референтных величин, характерных для аметропии. Внутриглазное давление у пациентов с ПКРН в среднем составило $18,1 \pm 2,2$ мм.рт.ст. Гидродинамические показатели также находились в пределах нормальных значений: $P_0 = 17,6 \pm 0,87$ мм. рт.ст; $C = 0,25 \pm 0,06$ мм³/мин; $F = 1,75 \pm 0,19$ мм³/мин; $КБ = 69,3 \pm 18,4$. Границы полей

зрения находились в норме практически у всех пациентов. По результатам ОКТ площадь и объем экскавации ДЗН соответствовали норме, толщина перипапиллярного слоя нервных волокон имела нормальные значения.

Лишь у 6 пациентов (6 глаз) были выявлены данные, которые свидетельствовали о глаукоме. По результатам ОКТ перипапиллярный слой нервных волокон был истончен за счет верхних и нижних пучков, визуализировались увеличенные площадь и объем экскавации ДЗН. Данным пациентам было отказано в дальнейшей хирургической коррекции ПКРН. С целью дальнейшего наблюдения и лечения была рекомендована консультация в отделе хирургии глаукомы.

Таким образом, комплексное обследование пациентов с ПКРН, включающее оценку функционального слезного комплекса, морфометрических и кератотопографических параметров роговицы, данных гидродинамики и прецизионный анализ структурного и функционального состояния хрусталика, позволило выявить пациентов с абсолютными противопоказаниями к коррекции ПКРН методами эксимерлазерной рефракционной хирургии (ССГ тяжелой степени (13,3%), признаки эктазии роговицы в связи с недиагностированным кератоконусом (3,5%), некомпенсированная глаукома (5,3%), а также приступить к разработке дифференцированного патогенетически-ориентированного подхода к выбору метода коррекции ПКРН, основанном на структурно-функциональных специфических особенностях посткератотомического глаза. В итоге после проведенного комплексного обследования из 113 пациентов (113 глаз) в основные группы было отобрано 88 пациентов (88 глаз).

Глава 5. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЗРИТЕЛЬНО- ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОСТКЕРАТОТОМИЧЕСКИМИ РЕФРАКЦИОННЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

Целью данной главы являлась разработка алгоритма зрительно-функциональной реабилитации, который бы позволил дифференцированно и патогенетически-ориентированно подойти к выбору метода коррекции ПКРН.

5.1 Разработка дифференцированного патогенетически-ориентированного подхода к выбору метода коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

На основании результатов комплексного обследования пациентов основных групп, а также анализа клинико-функциональных результатов операций, пациентов контрольных групп, был разработан алгоритм зрительно-функциональной реабилитации пациентов с ПКРН (получен патент на изобретение РФ № 2620660 от 24.05.2016) и определены основные критерии отбора пациентов для дальнейшего хирургического лечения в основных группах (Рисунок 36).

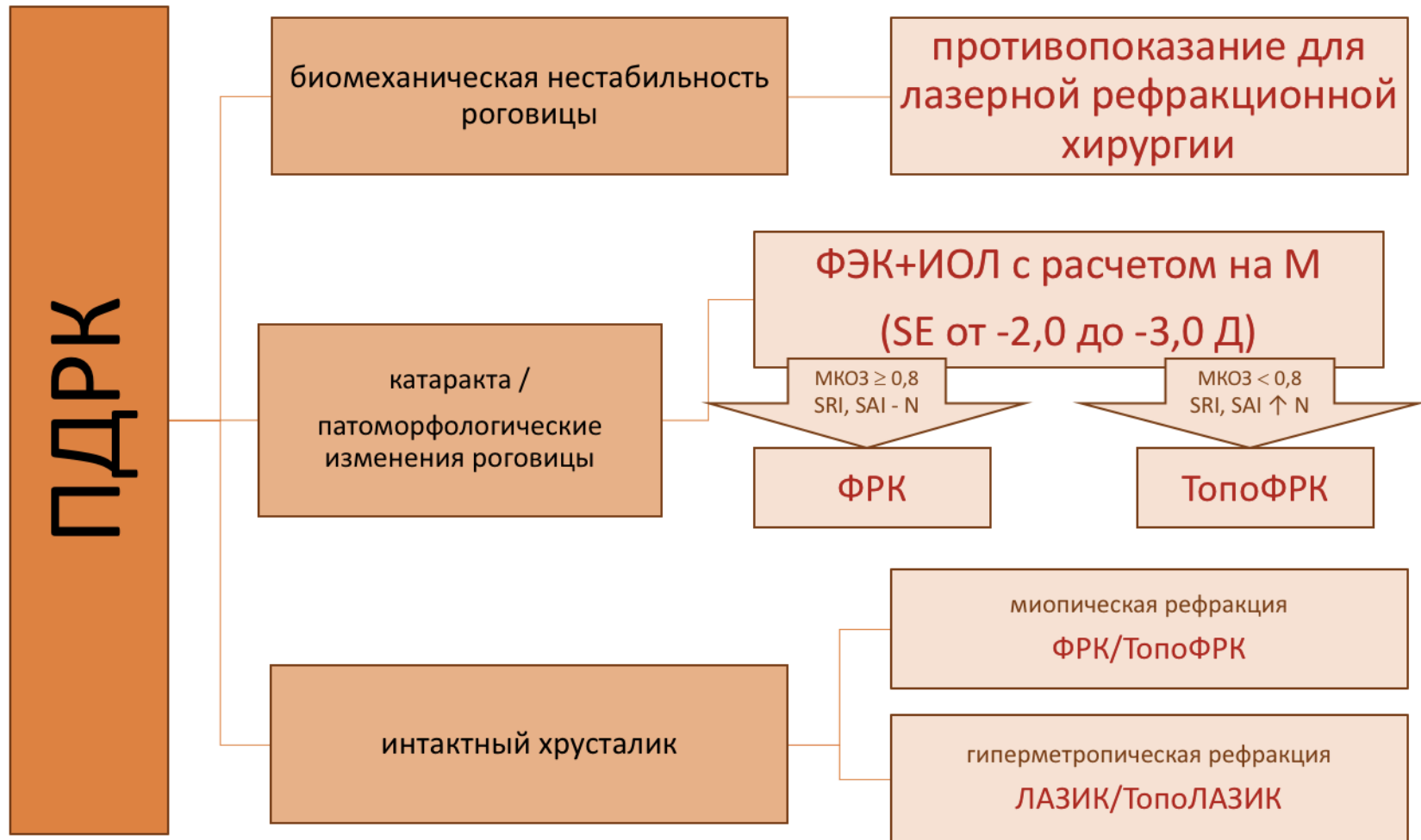


Рисунок 36 - Алгоритм зрительно-функциональной реабилитации пациентов с ПКРН

5.1.1 Пациенты с биомеханической нестабильностью роговицы

Первоочередная роль отводилась выявлению признаков биомеханической нестабильности роговицы, о чем свидетельствовали прогрессирующий гиперметропический сдвиг, существенные колебания остроты зрения в течение суток, признаки элевации задней поверхности роговицы по данным Pentacam. В случае выявления признаков биомеханической нестабильности роговицы, данные пациенты исключались из дальнейшего лечения методами лазерной рефракционной хирургии.

5.1.2 Выбор метода коррекции у пациентов с патологией хрусталика и/или патоморфологическими изменениями роговицы и гиперметропической рефракцией

При отсутствии признаков биомеханических нарушений производилась оценка прозрачности хрусталика с помощью денситометрии, его функционального состояния методом аккомодографии, а также конфокальная микроскопия роговицы для выявления ее патоморфологических особенностей (Рисунок 20, 23, 24).

В случае выявления:

- признаков помутнения хрусталика и/или полного отсутствия аккомодации вне зависимости от рефракции (Рисунок 31, 34);
 - признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия у пациентов с гиперметропической рефракцией (Рисунок 22, 25, 26, 28);
- пациенты направлялись в отдел хирургии катаракты для удаления хрусталика с имплантацией ИОЛ и расчетом на целевую миопическую рефракцию (расчетный сферозэквивалент рефракции от -2.0 до -3.0 дптр). После стабилизации зрительных функций, показателей рефракции, кератометрии и кератотопографии (в среднем через 3 месяца), выполнялась докоррекция остаточных рефракционных нарушений методом ФРК.

При выборе алгоритма кератоабляции ориентировались на показатели кератотопографии и МКОЗ:

- в случае, если МКОЗ 0,8 и выше, а индексы иррегулярности и асимметрии роговицы не превышают 0,5 и 1,0 соответственно, возможно применение стандартного сферо-цилиндрического алгоритма кератоабляции (стандартная ФРК) (Рисунок 37, 38)

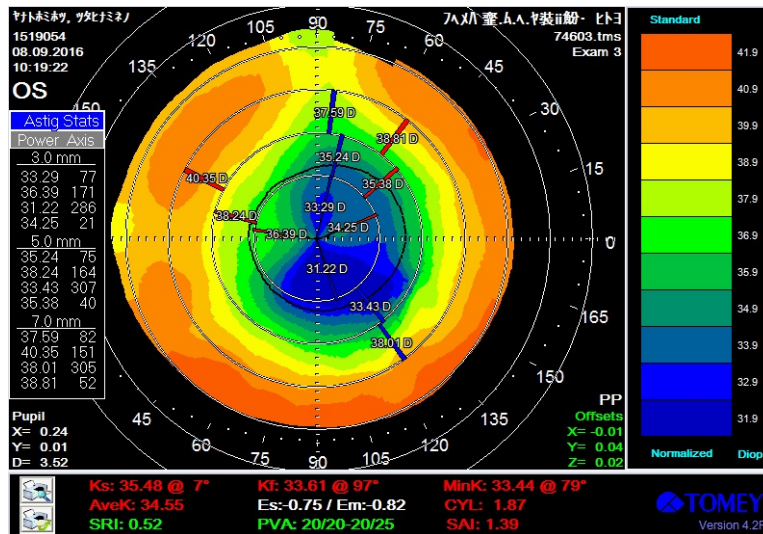


Рисунок 37 - Кератотопограмма до операции

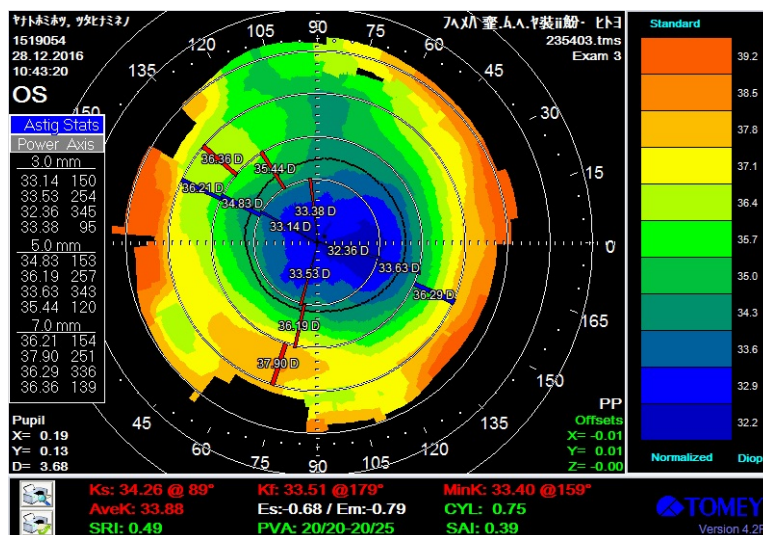


Рисунок 38 - Кератотопограмма после операции

- если МКОЗ не превышает 0,8, а индексы иррегулярности и асимметрии роговицы превышают 0,5 и 1,0 соответственно, показано выполнение топографически ориентированной кератоабляции (ТопоФРК) (Рисунок 39, 40).

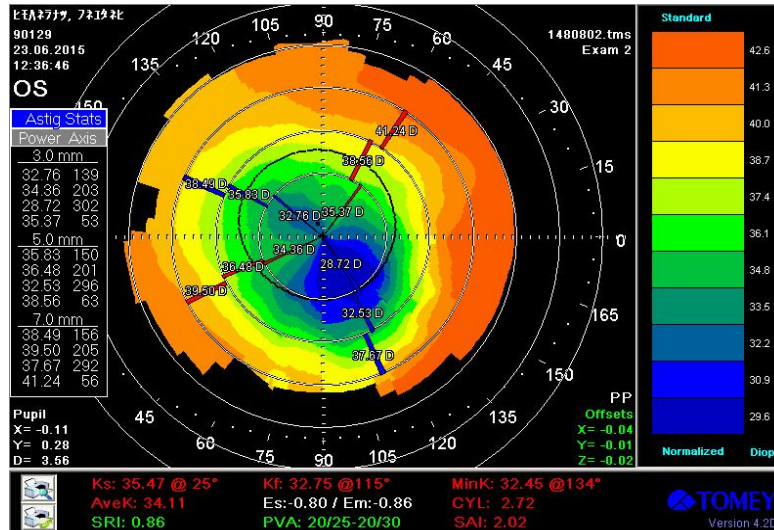


Рисунок 39 - Кератотопограмма до операции

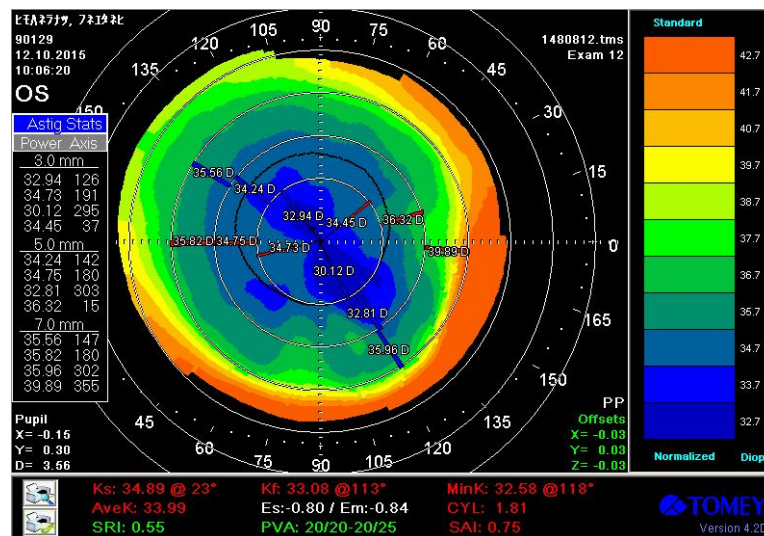


Рисунок 40 - Кератотопограмма после операции

5.1.3 Выбор метода коррекции у пациентов с интактным хрусталиком и миопической рефракцией

При наличии прозрачного хрусталика и миопической рефракции, пациенту производилась коррекция рефракционных нарушений по технологии

ФРК (выбор стандартного или топографически-ориентированного алгоритма абляции аналогичен описанному выше) (Рисунок 30, 35).

5.1.4 Выбор метода коррекции у пациентов с интактным хрусталиком и гиперметропической рефракцией при отсутствии патоморфологических изменений роговицы

При выявлении гиперметропической рефракции и отсутствии признаков расхождения кератотомических насечек с врастанием эпителия (Рисунок 27), выполнялась операция ЛАЗИК с формированием относительно толстого клапана (120-140 мкм) с помощью микрокератома для минимизации вероятности расхождения рубцов в момент среза. Выбор алгоритма кератоабляции (стандартный или топографически ориентированный) аналогичен описанному выше.

В случае выполнения ТопоЛАЗИК следует предусмотреть двухэтапное лечение, поскольку данная технология, обеспечивая существенное улучшение топографической картины и повышение МКОЗ за счет устранения грубой иррегулярности и асимметрии роговицы, не всегда способна обеспечить точную коррекцию сферо-цилиндрического компонента и высока вероятность отсроченной докоррекции по стандартному алгоритму с целью устранения остаточных рефракционных нарушений.

Таким образом, разработанный алгоритм зрительно-функциональной реабилитации, основанный на результатах комплексного обследования пациентов и учитывающий особенности посткератотомического глаза, позволил дифференцированно и патогенетически-ориентированно подойти к выбору метода коррекции ПКРН:

- в случае выявления признаков биомеханической нестабильности роговицы необходимо отказаться от коррекции ПКРН методами эксимерлазерной рефракционной хирургии;
- при выявлении помутнения хрусталика и/или полного отсутствия аккомодации вне зависимости от рефракции, а также признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия у пациентов с гиперметропической рефракцией – следует выбрать двухэтапную тактику коррекции, где первым этапом проводится удаление хрусталика методом факэмульсификации с имплантацией ИОЛ и расчетом на целевую миопическую рефракцию, а вторым этапом выполняется докоррекция остаточных рефракционных нарушений методом ФРК;
- при выявлении гиперметропической рефракции, интактном хрусталике и отсутствии признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия, следует выбрать метод ЛАЗИК с формированием относительно толстого клапана (120-140 мкм);
- при наличии интактного хрусталика и миопической рефракции, следует выбрать метод ФРК.

5.2 Технологии проведения рефракционных операций у пациентов после передней дозированной радиальной кератотомии

Анализ стандартных технологий хирургических вмешательств показал, что они требуют некоторой модификации, в случае коррекции ПКРН, с учетом состояния посткератотомического глаза и его принципиальных отличий от интактного. В соответствии с этим была поставлена задача разработать технологии коррекции ПКРН, позволяющие снизить количество интра- и послеоперационных осложнений, тем самым повысить клинико-функциональные результаты операций.

5.2.1 Технология проведения операции ФРК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

Всем пациентам перед операцией выполнялась ОКТ для измерения толщины роговицы и прогнозирования объема оперативного вмешательства с учетом сохранения достаточной толщины резидуальной стромы после операции (не менее 300 мкм). Также выполнялась ККТ роговицы с определением индексов иррегулярности и асимметрии и определение МКОЗ, и в случае выявления их патологических значений выбирался топографически ориентированный алгоритм кератоабляции, а в случае нормальных значений – сферо-цилиндрический алгоритм.

Для достижения анестезирующего эффекта производилась трехкратная инстилляцией 0,5% раствора проксиметакаина, после чего веки глаза пациента фиксировались с помощью блефаростата.

При коррекции ПКРН на первом этапе операции ФРК абляцию эпителия производили с помощью эксимерного лазера без механической скарификации, что позволяло добиться его полного равномерного удаления как в интактной центральной зоне, так и в зоне кератотомических рубцов, имеющих более плотное сращение с ним. Для этого пациент фиксировал взгляд на светодиоде,

расположенном в оптической системе микроскопа, удаление эпителия производилось под визуальным контролем. При этом использовалось свойство флюоресценции эпителия в темном операционном поле, а хирург отслеживал в микроскопе момент начала «помутнения» в центре зоны абляции на фоне голубого свечения, что говорило об отсутствии в этом месте эпителия, этот момент фиксировался. Особенностью выполнения ФРК на глазах после ПДРК является то, что абляцию эпителия необходимо проводить до тех пор, пока центральная зона не будет полностью освобождена от эпителия, несмотря на то, что периферия роговицы уже полностью аблирована. Это происходит вследствие различной толщины эпителия в разных ее отделах, обусловленного «проседанием» центра роговицы и компенсаторного утолщения эпителия в данной области в отличие от интактной роговицы, где толщина эпителия больше на периферии. После полного удаления эпителия операция переходила в режим рефракционного воздействия, который проводился в соответствии со специальными номограммами. Диаметр оптической зоны выбирали равным 6,5-6,7 мм, что позволяло снизить количество сферических и хроматических aberrаций в ночное время. В завершении операции производилась инстилляционная местная антисептика и накладывалась мягкая контактная линза.

5.2.1.1 Расчет целевой рефракции при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

При определении объема оперативного вмешательства, в первую очередь принимали во внимание толщину планируемой резидуальной стромы в области максимального истончения роговицы, которая не должна быть менее 300 мкм. При этом учитывали возможную локальную элевацию заднего контура роговицы в проекции кератотомического рубца, в связи с чем при расчете ориентировались на данные Шеймпфлюг томографии, вместо результатов ультразвуковой пахиметрии.

С учетом пресбиопического возраста пациентов, в качестве целевой рефракции производили расчет на $-0,5$ дптр.

5.2.1.2 Расчет параметров топографически ориентированных операций

Расчет параметров топографически ориентированных операций проводили по данным ККТ с помощью программы «КераСкан» (ООО «Оптосистемы», Россия), которая была разработана сотрудниками отдела рефракционной лазерной хирургии ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (г. Москва) и Центра физического приборостроения (г. Троицк) [26]. Данная программа позволяла, используя карту высот роговицы, полученную при проведении ККТ на приборе TMS-4 (Tomey, Япония) рассчитывать необходимую коррекцию формы роговицы пациента и формировать управляющий операционный файл для эксимерного лазера (Рисунок 41). После чего полученный файл передавался на управляющий компьютер эксимерного лазера «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия) на котором в дальнейшем производилась операция.

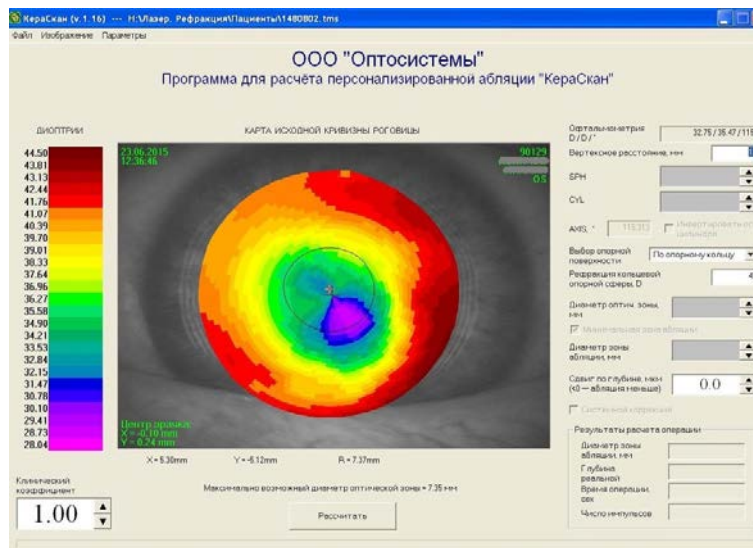


Рисунок 41 - Окно расчета параметров операции компьютерной программы «КераСкан»

5.2.1.3 Послеоперационное ведение пациентов после операции ФРК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

Выделяли ранний послеоперационный период, до полной эпителизации стромы, при коррекции ПКРН, как правило, несколько длиннее обычного и составляет 3 - 4 дня и поздний – до достижения стабильного рефракционного эффекта и восстановления многослойного эпителия (около 3 месяцев после операции). Именно в течение этого срока пациенты нуждались в консервативном лечении и наблюдении врача. В ранний послеоперационный период наблюдался выраженный болевой синдром и восприимчивость к инфекции из-за деэпителизации. Для защиты деэпителизированной поверхности роговицы использовали мягкую контактную линзу, которую накладывали на завершающем этапе операции и снимали после полной эпителизации, которая подтверждалась визуальным (биомикроскопическим) контролем. Для купирования болевого синдрома сразу после операции инстиллировали нестероидные противовоспалительные препараты (0,4% раствор кеторолака, 0,09% раствор бромфенака), при выраженных болевых ощущениях проводилась внутримышечная инъекция кеторолака. Для профилактики развития инфекции назначали антибиотики 0,3% раствор тобрамицина 4 раза в день. После завершения эпителизации лечебные мероприятия были направлены на подавление избыточной регенерации стромы и профилактику помутнений. Для этого назначали инстилляции кортикостероидов (0,1% раствор дексаметазона) 6 раз в день в течение 10-14 дней, затем по убывающей схеме с частотой закапывания 6,5,4,3,2,1 раз в день в течение 2,5 месяцев. В связи с длительным применением стероидных препаратов для профилактики подъема внутриглазного давления назначали 0,25% раствор тимолола малеата.

5.2.1.4 Клинико-функциональные результаты хирургического лечения пациентов основной группы после проведения операции ТопоФРК

Операция ТопоФРК была выполнена на эксимерлазерной установке «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия) у 32 пациентов (32 глаза). Средний возраст пациентов составил $46,9 \pm 8,1$ года и варьировал от 30 до 59 лет, среди них насчитывалось 17 (53,1%) мужчин и 15 (46,9%) женщин. Период наблюдения после ТопоФРК составил $18 \pm 4,3$ месяцев (от 13-ти до 24-х месяцев).

До проведения операции ТопоФРК сферический компонент рефракции составил $-3,06 \pm 2,08$ дптр (от $-7,00$ до $-0,50$), цилиндрический компонент рефракции $-2,96 \pm 1,53$ дптр (от $-7,50$ до $-1,00$). По данным ККТ отмечалась выраженная иррегулярность и асимметрия поверхности роговицы, о чем также свидетельствовали повышенные показатели кератотопографических индексов: SRI составил $0,72 \pm 0,28$ (от 0,37 до 1,53), SAI составил $1,42 \pm 0,65$ (от 0,43 до 3,06). Плотность эндотелиальных клеток составляла в среднем $1985,4 \pm 421,3$ кл/мм². НКОЗ до ТопоФРК составляла $0,18 \pm 0,16$ (от 0,03 до 0,50). МКОЗ составляла $0,75 \pm 0,20$ (от 0,30 до 1,00).

После проведения операции ТопоФРК сферический компонент рефракции составил $-0,92 \pm 1,10$ дптр (от $-2,75$ до 2,00), цилиндрический компонент рефракции составил $-1,20 \pm 0,82$ дптр (от $-3,00$ до 1,00). По данным ККТ индекс SRI составил $0,67 \pm 0,22$ (от 0,31 до 1,26), индекс SAI составил $1,12 \pm 0,52$ (от 0,37 до 2,01). Плотность эндотелиальных клеток составляла в среднем $1968,9 \pm 408,7$ кл/мм². НКОЗ после проведения ТопоФРК составила $0,51 \pm 0,12$ (от 0,30 до 0,70). МКОЗ составила $0,79 \pm 0,22$ (от 0,30 до 1,00). Динамика остроты зрения представлена на диаграммах (Рисунок 42).



Рисунок 42 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операции ТопоФРК

К году после операции ТопоФРК сферический компонент рефракции составил $-0,75 \pm 0,27$ дптр (от $-1,25$ до $-0,50$). Величина цилиндрического компонента рефракции составила в среднем $-0,77 \pm 0,33$ дптр (от $-1,50$ до $-0,50$). Кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили: SRI $0,44 \pm 0,21$ (от $0,14$ до $0,94$), SAI $0,71 \pm 0,32$ (от $0,24$ до $1,51$). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 43, 44). НКОЗ составила $0,83 \pm 0,15$ (от $0,50$ до $1,00$). МКОЗ составила $0,90 \pm 0,10$ (от $0,70$ до $1,00$). Оптометрические результаты операции ТопоФРК представлены в таблице 7.

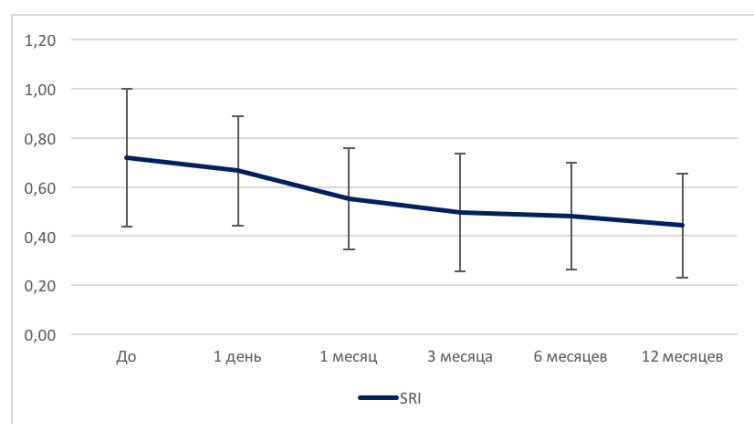


Рисунок 43 - Индекс SRI до и в различные сроки после операции ТопоФРК

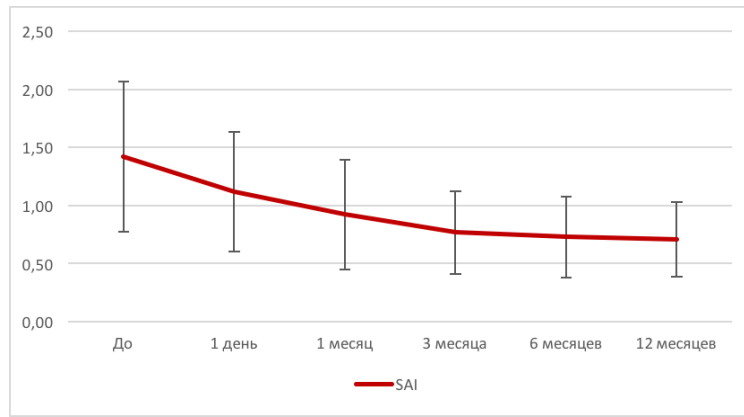


Рисунок 44 - Индекс SAI до и в различные сроки после операции ТопоФРК

Анализируя показатель безопасности после проведения ТопоФРК ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ, что проиллюстрировано на графике безопасности (Рисунок 45). Коэффициент безопасности (Кб) составил 1,2.

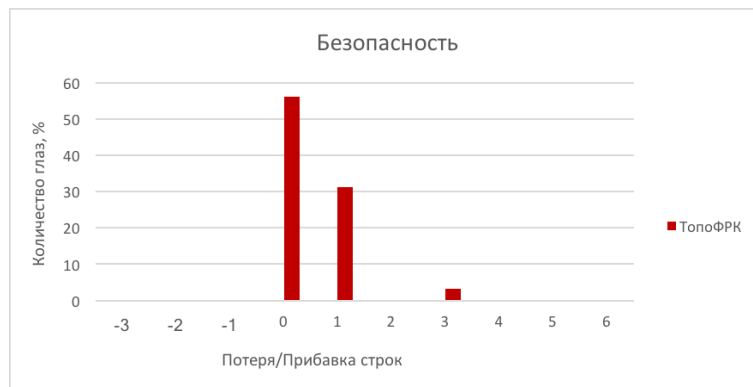


Рисунок 45 - Показатели безопасности операции ТопоФРК

Однако следует отметить, что в раннем послеоперационном периоде в 6,3% случаев (2 глаза) была выявлена субэпителиальная фиброплазия 1 степени, которая не повлияла на функциональный результат операций, но потребовала более длительной медикаментозной терапии и была полностью купирована к 2-3 месяцам. Для рассасывания помутнений применяли гипертонические растворы (40% раствор глюкозы, 30% сульфациетамид),

ферментные препараты (гиалуронидаза (лидаза), растворенная в прокаине (новокаине) по схеме), пролонгирование инстилляций дексаметазона.

На фоне длительного применения кортикостероидов в 9,4% случаев (3 глаза) было отмечено транзитное повышение ВГД. Инстилляции 0,25% раствора тимолола малеата 2 раза в день и отмена кортикостероидов позволили получить полную компенсацию ВГД.

Проводя оценку эффективности ТопоФРК к году после операции была достигнута высокая НКОЗ, которая незначительно отличалась от дооперационной МКОЗ. НКОЗ 0,5 и выше была получена в 100% случаев, НКОЗ 0,8 и выше была получена в 66% случаев, НКОЗ 1,0 и выше была получена в 31% случаев, что отражено на графике эффективности (Рисунок 46). Коэффициент эффективности (Кэ) составил 1,11.



Рисунок 46 - Показатели эффективности операции ТопоФРК

Предсказуемость результата ТопоФРК представлена на графике (Рисунок 47). К году после операции в 93,8% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было.

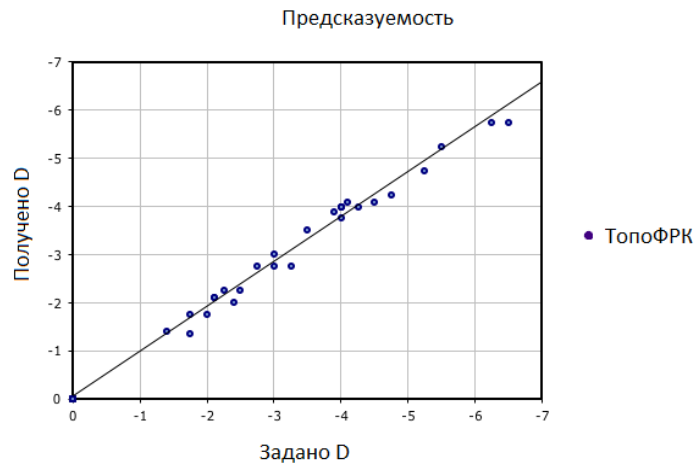


Рисунок 47 - Предсказуемость результата операции ТопоФРК

Таблица 7 – Оптометрические результаты исследований пациентов основной группы О1 после проведения операции ТопоФРК по персонализированной технологии, $M \pm \sigma$ (min-max)

n = 32	до операции	после операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Сферический компонент рефракции, дптр	$-3,06 \pm 2,08$ (от -7,00 до -0,50)	$-0,92 \pm 1,10$ (от -2,75 до 2,00)	$-0,83 \pm 0,83$ (от -2,25 до 1,00)	$-0,81 \pm 0,53$ (от -1,75 до 0,50)	$-0,79 \pm 0,37$ (от -1,50 до -0,50)	$-0,75 \pm 0,27$ (от -1,25 до -0,50)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	$-2,96 \pm 1,53$ (от -7,50 до -1,00)	$-1,20 \pm 0,82$ (от -3,00 до 1,00)	$-1,04 \pm 0,55$ (от -2,50 до -0,50)	$-0,65 \pm 0,80$ (от -2,00 до 1,50)	$-0,54 \pm 0,80$ (от -1,75 до 1,25)	$-0,77 \pm 0,33$ (от -1,50 до -0,50)
НКОЗ	$0,18 \pm 0,16$ (от 0,03 до 0,50)	$0,51 \pm 0,12$ (от 0,30 до 0,70)	$0,63 \pm 0,13$ (от 0,40 до 0,80)	$0,71 \pm 0,14$ (от 0,50 до 0,90)	$0,77 \pm 0,15$ (от 0,50 до 1,00)	$0,83 \pm 0,15$ (от 0,50 до 1,00)
МКОЗ	$0,75 \pm 0,20$ (от 0,30 до 1,00)	$0,79 \pm 0,22$ (от 0,30 до 1,00)	$0,86 \pm 0,14$ (от 0,40 до 1,00)	$0,89 \pm 0,10$ (от 0,70 до 1,00)	$0,90 \pm 0,10$ (от 0,70 до 1,00)	$0,90 \pm 0,10$ (от 0,70 до 1,00)
SRI	$0,72 \pm 0,28$ (от 0,37 до 1,53)	$0,67 \pm 0,22$ (от 0,31 до 1,26)	$0,55 \pm 0,20$ (от 0,17 до 0,99)	$0,50 \pm 0,24$ (от 0,16 до 1,13)	$0,48 \pm 0,22$ (от 0,15 до 0,95)	$0,44 \pm 0,21$ (от 0,14 до 0,94)
SAI	$1,42 \pm 0,65$ (от 0,43 до 3,06)	$1,12 \pm 0,52$ (от 0,37 до 2,01)	$0,92 \pm 0,47$ (от 0,27 до 2,01)	$0,77 \pm 0,36$ (от 0,26 до 1,63)	$0,73 \pm 0,35$ (от 0,25 до 1,59)	$0,71 \pm 0,32$ (от 0,24 до 1,51)

5.2.1.5 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями в основной (ТопоФРК) и контрольной (ФРК) группах

При выполнении операции ФРК, как в стандартном, так и в топографически ориентированном варианте отмечалось существенное снижение как сферического, так и цилиндрического компонентов рефракции, обеспечивающих достоверную разницу относительно дооперационных значений. При этом между группами достоверных отличий, как в дооперационном, так и в послеоперационном периоде выявлено не было. Тем не менее в группе пациентов, прооперированных по технологии ТопоФРК отмечалась тенденция к большему снижению цилиндрического компонента рефракции и степени иррегулярности, что ожидаемо сказывалось на качестве зрения пациентов (Таблица 8).

Таблица 8 - Сравнительные результаты сферо-цилиндрического компонента рефракции у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ТопоФРК n = 32	ФРК n = 31	ТопоФРК n = 32	ФРК n = 31
Сферический компонент рефракции, дптр	-3,06±2,08 (-7,00 до -0,50)	-3,14±1,65 (-6,50 до -0,75)	-0,75±0,27* (-1,25 до -0,50)	-0,89±0,49* (-1,75 до -0,25)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	-2,96±1,53 (-7,50 до -1,00)	-3,33±1,35 (-6,50 до -1,00)	-0,77±0,33* (-1,50 до -0,50)	-0,87±0,47* (-2,00 до -0,50)

*p < 0,05 – послеоперационные значения к дооперационным

Анализируя остроту зрения как не скорректированную, так и максимально скорректированную после операции отмечается повышение обоих параметров в каждой из групп относительно дооперационных значений. При этом показатели

НКОЗ и МКОЗ в основной группе были достоверно выше значений контрольной группы (Таблица 9). Динамика остроты зрения представлена на диаграммах (Рисунок 48).

Таблица 9 - Сравнительные результаты НКОЗ и МКОЗ у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ТопоФРК n = 32	ФРК n = 31	ТопоФРК n = 32	ФРК n = 31
НКОЗ	0,18±0,16 (0,03 до 0,50)	0,14±0,12 (0,03 до 0,40)	0,83±0,15* ** (0,50 до 1,00)	0,71±0,16* (0,40 до 1,00)
МКОЗ	0,75±0,20 (0,30 до 1,00)	0,69±0,14 (0,40 до 0,90)	0,90±0,10* ** (0,70 до 1,00)	0,79±0,14* (0,50 до 1,00)

* $p < 0,05$ – послеоперационные значения к дооперационным;

** $p < 0,05$ – к контролю

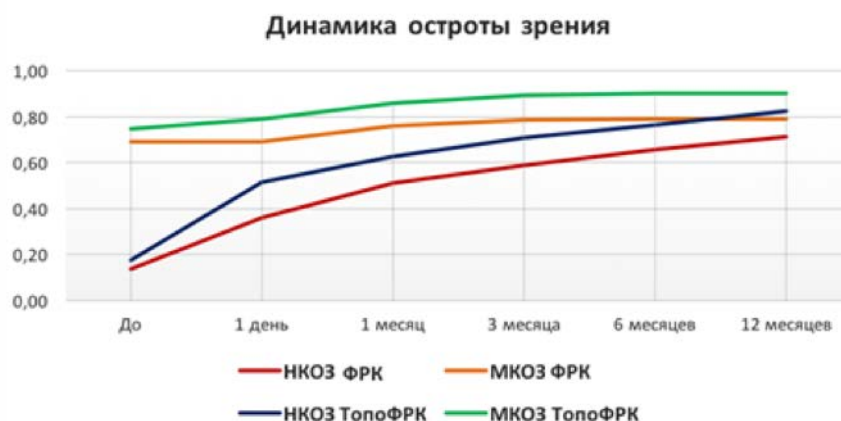


Рисунок 48 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операций ФРК и ТопоФРК

Во многом это можно объяснить регуляризацией поверхности роговицы обусловленной проведением топографически ориентированного алгоритма кератоабляции в основной группе. При этом в большей степени снизились

показатели индексов асимметрии поверхности роговицы нежеле показатели индексов регулярности поверхности, которые исходно были сопоставимы в обеих группах (Таблица 10). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 49, 50).

Таблица 10 - Сравнительные результаты кератотопографических индексов SRI и SAI у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ТопоФРК n = 32	ФРК n = 31	ТопоФРК n = 32	ФРК n = 31
SRI	0,72±0,28 (0,37 до 1,53)	0,76±0,26 (0,39 до 1,84)	0,44±0,21* (0,14 до 0,94)	0,49±0,20* (0,19 до 1,31)
SAI	1,42±0,65 (0,43 до 3,06)	1,38±0,62 (0,67 до 2,91)	0,71±0,32* ** (0,24 до 1,51)	1,07±0,39* (0,51 до 1,83)

*p < 0,05 – послеоперационные значения к дооперационным;

** p < 0,05 – к контролю

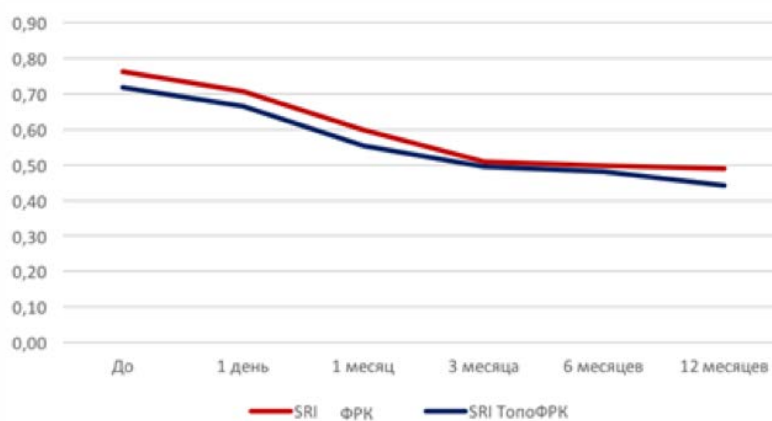


Рисунок 49 - Индекс SRI до и в различные сроки после операций ФРК и ТопоФРК

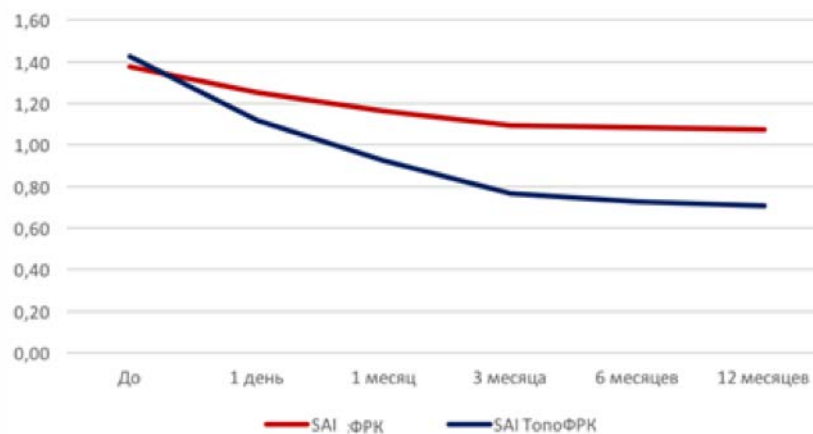


Рисунок 50 - Индекс SAI до и в различные сроки после операций ФРК и ТопоФРК

Анализируя показатели безопасности и эффективности были получены высокие результаты, больше единицы в обеих анализируемых группах (Таблица 11). При этом параметры основной группы были несколько выше контрольной группы (Рисунок 51, 52).

Таблица 11 - Сравнительные результаты коэффициентов безопасности и эффективности у пациентов основной и контрольной групп после проведения коррекции ПКРН

	Коэффициент безопасности (Кб)	Коэффициент эффективности (Кэ)
ФРК	1,1	1,03
ТопоФРК	1,2	1,11



Рисунок 51 - Показатели безопасности операций ФРК и ТопоФРК

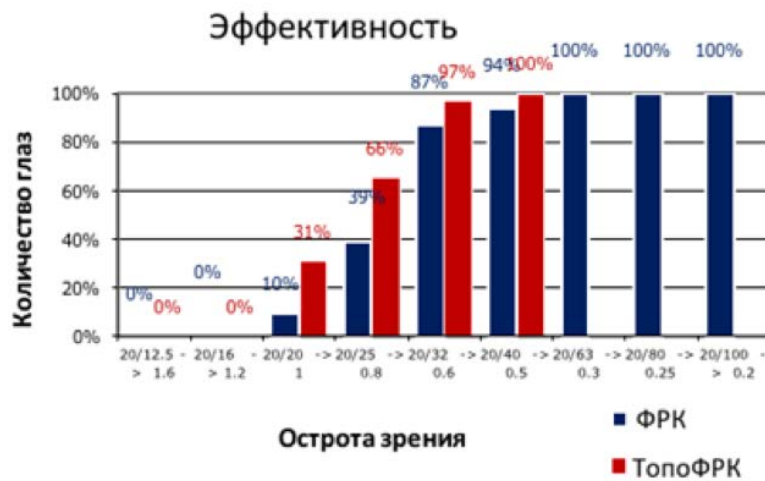


Рисунок 52 - Показатели эффективности операций ФРК и ТопоФРК

Таким образом, сравнительный анализ результатов операций основной и контрольной групп показал, что разработанная технология коррекции ПКРН, у пациентов с прозрачным хрусталиком и миопической рефракцией, методом топографически ориентированной ФРК, является безопасной, эффективной и предсказуемой, а главное имеет более высокие клиничко-функциональные результаты, с минимальным количеством осложнений, в сравнении со стандартной технологией ФРК.

5.2.2. Технология проведения операции ЛАЗИК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

При отборе пациентов с ПКРН на операцию ЛАЗИК уделялось пристальное внимание оценке состояния кератотомических рубцов, выявлению признаков биомеханической нестабильности роговицы, а также нарушению адгезии базального эпителия к боуеновой мембране. Не диагностирование вышеперечисленных состояний могло привести к развитию осложнений, существенно снижающих клинично-функциональный результат операции и увеличить период послеоперационной реабилитации.

На этапе предоперационного планирования проводились кератотопографические исследования роговицы с определением индексов иррегулярности и асимметрии и определение МКОЗ, и в случае выявления их патологических значений выбирали топографически ориентированный алгоритм кератоабляции, а в случае нормальных значений – сфероцилиндрический алгоритм. При этом в отличие от ТопоФРК, при проведении ТопоЛАЗИК необходимо было предусмотреть вероятность второго этапа вмешательства, поскольку технология субламеллярной топографически ориентированной кератоабляции позволяла добиться регуляризации поверхности роговицы и повышения МКОЗ, однако, не всегда обеспечивала точную сферо-цилиндрическую коррекцию. В связи с чем, следовало разделять 2 этапа выполнения ЛАЗИК при коррекции ПКРН: на первом этапе производить регуляризацию поверхности роговицы с целевой поверхностью роговицы в виде торического эллипсоида вращения; на втором этапе (через 2-3 месяца, после стабилизации рефракционных показателей) – коррекцию сфероцилиндрических параметров.

Для достижения анестезирующего эффекта применялась трехкратная инстилляция 0,5% раствором проксиметакаина. Далее производилась фиксация век глаза пациента с помощью блефаростата. В случае сомнительных данных конфокальной микроскопии относительно плотности фиксации базального

эпителия к боуеновой мембране, проводили тест на смещаемость эпителия при надавливании микротупфером. В случае выявления выраженной подвижности операцию откладывали, в случае незначительной подвижности – обязательно по завершению операции накладывали бандажную контактную линзу на одни сутки.

Для формирования роговичного клапана использовали микрокератом с расчетной толщиной формируемого клапана – 120 - 140 мкм. Формирование клапана средней толщины не приводило к чрезмерному снижению биомеханических свойств роговицы, но, в то же время, позволяло избежать возможного расхождения кератотомических рубцов и врастания эпителия под клапан через насечки.

Подъем роговичного клапана выполняли с помощью тонкого шпателя между насечками и, во избежание их раскрытия, не проводили складывания клапана в верхнем конъюнктивальном своде.

Затем производилась эксимерлазерная абляция в соответствии со специальными номограммами.

После завершения основных этапов осуществляли репозицию клапана на стромальное ложе.

Для предупреждения формирования складок тщательно разглаживали клапан с помощью тупфера по направлению от ножки к периферии, а затем в других направлениях. Если во время операции происходило расхождение кератотомических насечек на глаз накладывали мягкую контактную линзу.

Расчет целевой рефракции и параметров топографически ориентированных операций аналогичен описанному в главах 5.2.1.1 и 5.2.1.2.

5.2.2.1 Технология повторного подъема роговичного клапана при операции ЛАЗИК для коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

При необходимости повторного подъема роговичного клапана для осуществления сферо-цилиндрической коррекции на втором этапе операции

ЛАЗИК для коррекции ПКРН, хирург может столкнуться с существенными технологическими трудностями. Если первичный подъем роговичного клапана не вызывает особых трудностей у хирурга, то при проведении повторного подъема клапана может возникнуть ряд осложнений, связанных с плотной фиксацией клапана в области кератотомических рубцов к подлежащей строме, что при попытке отделения поверхностного лоскута может привести к его фрагментации и различного рода повреждениям. Для этого в данной работе была разработана методика подъема клапана, позволяющая минимизировать риск расхождения кератотомических рубцов. Роговица условно делилась на 4 квадранта, выделение краев клапана роговицы производят поочередно в каждом из квадрантов, шпатель вводился между двумя кератонасечками, не затрагивая их, и продвигался к центру клапана, затем разворачивался на 90° и поступательными движениями в проекции кератотомических рубцов осуществлялось расслаивание по направлению от центра оптической зоны к периферии, в завершении клапан откидывался, без его поперечного складывания (схема подъема клапана представлена на Рисунке 53). Помимо разработки методики подъема клапана возникла задача создания микрохирургического инструмента для поднятия роговичного лоскута при повторной операции ЛАЗИК.

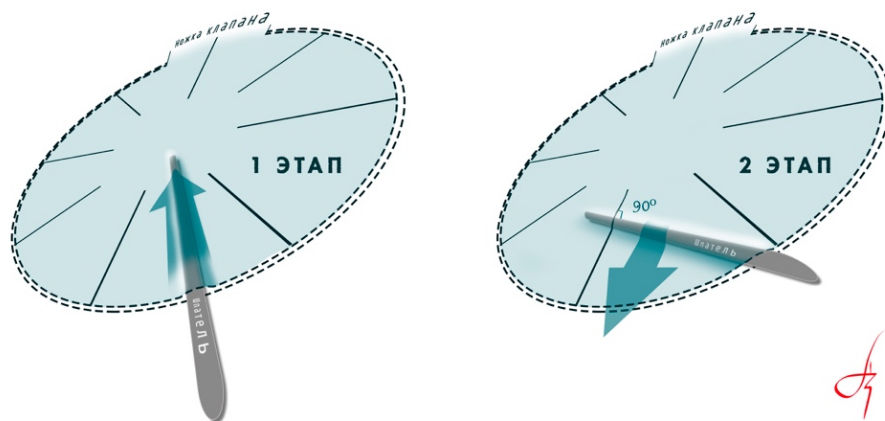


Рисунок 53 - Методика подъема клапана

5.2.2.2 Разработка микрохирургического инструмента для поднятия роговичного лоскута при повторной операции ЛАЗИК у пациентов после передней дозированной радиальной кератотомии

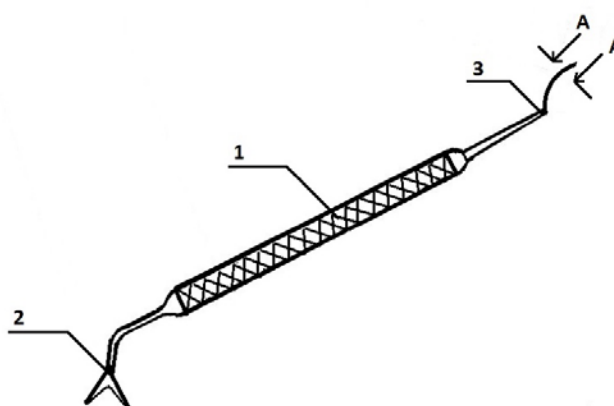
Микрохирургический инструмент разрабатывался с целью снижения интраоперационных осложнений на этапе поднятия поверхностного роговичного лоскута, удобства в работе и предотвращения осложнений, таких как интраоперационный дефект эпителия, расхождение кератотомических рубцов, послеоперационный индуцированный астигматизм и врастание эпителия под роговичный лоскут.

В качестве прототипа был использован шпатель двусторонний для поднятия роговичного лоскута (патент РФ на полезную модель № 114850), содержащий рукоятку и дистальную рабочую часть с одной и другой стороны, при этом одна рабочая часть представляет собой режущее устройство, выполненное в виде пластины в форме трапеции, с помощью которого отделяют край лоскута от стромы, а другая выполнена в виде шпателя, изогнутого по дуге, с помощью которого отделяют и поднимают лоскут [52].

Недостатком данного инструмента являлась сложность при отделении края лоскута по периметру и его дальнейшее отслаивание при повторной операции ЛАЗИК у пациентов после РК. Помимо того, что на периферии между стромой и лоскутом имелись более прочные связи, также наличие кератотомических рубцов усложняло процесс отделения края лоскута. Необходимо было рассекать плотную рубцовую ткань специальным режущим устройством, при этом сохраняя целостность и безопасность окружающих структур. Использование пластины в виде трапеции могло привести к избыточной травматизации краев лоскута и не позволяло должным образом провести рассечение тканей в проблемных участках. Вторая рабочая часть, выполненная в виде шпателя, изогнутого по дуге и имеющего в поперечном сечении прямоугольник со скругленными углами, во время выполнения следующего этапа операции, не обеспечивала равномерного и деликатного

расслаивания тканей, что могло привести к расхождению кератотомических насечек по рубцу, также радиус кривизны дуги шпателя равный 17 мм не был конгруэнтен уплощенной поверхности роговицы после ранее выполненной РК.

Разработанный микрохирургический инструмент для поднятия роговичного лоскута при повторной операции ЛАЗИК у пациентов после РК, согласно патенту РФ на полезную модель № 172667 от 12.01.2017, состоял из рукоятки и двух рабочих частей с каждой из сторон рукоятки (Рисунок 54).



1 - рукоятка 1; 2 - первая рабочая часть (режущее устройство); 3 - вторая рабочая часть (шпатель, изогнутый по дуге)

Рисунок 54 - Микрохирургический инструмент для поднятия роговичного лоскута при повторной операции ЛАЗИК у пациентов после радиальной кератотомии. Общий вид

Первая рабочая часть (Рисунок 55), представляла собой режущее устройство, выполненное в виде пластины по форме напоминающей «ласточкин хвост», где режущими являлись две внутренние поверхности, имеющие двустороннюю заточку под углом 30° , а две наружные поверхности - скруглены и сглажены, при этом толщина пластины составляла 0,2 мм.

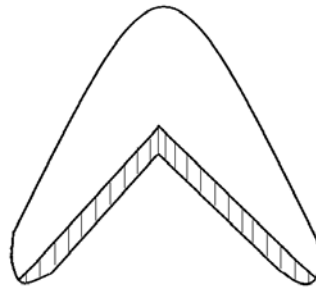


Рисунок 55 - Увеличенная первая рабочая часть (режущее устройство)

Такая конструктивная особенность позволяла легко отделять край лоскута на периферии и отслаивать его в любом направлении, как по часовой стрелке, так и против, что было достаточно удобно и давало возможность использовать инструмент как правой, так и левой рукой. Двусторонняя заточка инструмента позволяла рассекать проблемные участки, особенно в тех местах, где проходит кератотомический рубец, при этом закругленность и сглаженность наружной поверхности обеспечивала безопасность и целостность окружающих структур в время использования инструмента.

Вторая рабочая часть (Рисунок 56), была выполнена в виде шпателя, изогнутого по дуге, имеющего в поперечном сечении бобовидную форму, толщина шпателя составляла 0,3 мм, а радиус кривизны 11 мм.

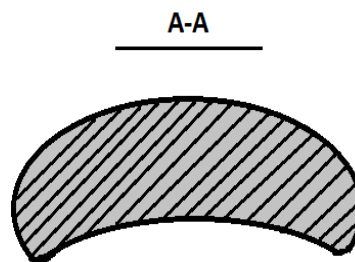


Рисунок 56 - Увеличенная вторая рабочая часть (шпатель, изогнутый по дуге, поперечное сечение), вид А-А с рисунка 54

Учитывая наличие кератотомических рубцов и их возможное расхождение в процессе подъема лоскута, такая форма шпателя позволяла бережно и деликатно отслаивать поверхностный лоскут от стромы. Данный

радиус кривизны был выбран не случайно и рассчитывался по формуле. Использовалась формула расчета радиуса кривизны роговицы: $r = (n_2 - n_1) / P$, где r – значение радиуса кривизны роговицы, P – оптическая сила роговицы, n_1 – коэффициент преломления или рефракционный индекс первой оптической среды – воздуха, равный 1,0, n_2 – коэффициент преломления или рефракционный индекс второй оптической среды, передней поверхности роговицы, равный 1,376 [12]. Посчитав среднее значения оптической силы роговицы у пациентов после РК, которое составило 32 дптр, и подставив его в формулу, вычислили необходимый радиус кривизны в 11 мм.

Микрохирургический инструмент для поднятия роговичного лоскута использовался следующим образом. После формирования поверхностного роговичного лоскута с помощью микрокератома, либо при повторном подъеме лоскута после ранее выполненной операции ЛАЗИК, по периметру выполненного среза отделяли край лоскута. Это действие выполняли первой рабочей частью, используя внутренние поверхности, имеющие двустороннюю заточку под углом 30°. После этого хирург переворачивал инструмент и второй рабочей частью производил расслаивание и отделение роговичного лоскута.

5.2.2.3 Послеоперационное ведение пациентов после операции ЛАЗИК при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

Болевой синдром после операции ЛАЗИК не столь выражен, как после ФРК, однако, для повышения субъективного комфорта пациентов, сразу после операции инстиллировали нестероидные противовоспалительные препараты (0,4% раствор кеторолака, 0,09% раствор бромфенака). Для профилактики развития инфекции назначали антибиотики - 0,3% раствор тобрамицина 3-4 раза в день в течение 7 дней. С целью купирования послеоперационной асептической воспалительной реакции и профилактики развития диффузного ламеллярного кератита, применяли кортикостероидные препараты - 0,1% раствор дексаметазона в течение 3 недель после операции по убывающей

схеме, начиная с 3х раз в день. Поскольку у пациентов с ПКРН отмечается нарушение биомеханических параметров роговицы, усугубляющееся выполнением клапанной кераторефракционной операции, то для профилактики кератэктазии роговицы, назначали 0,25% тимолола малеат на ночь в течение трех месяцев.

5.2.2.4 Клинико-функциональные результаты хирургического лечения пациентов основной группы после проведения ТопоЛАЗИК

Операция ТопоЛАЗИК была выполнена у 31 пациента (31 глазу) на эксимерлазерной установке «Микроскан Визум» (ООО «Оптосистемы», Россия), для формирования роговичного клапана использовали микрокератомом «Technolas Perfect Vision Zyoptix XP» («Bausch&Lomb», США). Средний возраст пациентов составил $50,8 \pm 6,3$ лет и варьировал от 40 до 61 лет, среди них насчитывалось 16 (51,6%) мужчин и 15 (48,4%) женщин. Период наблюдения после ТопоЛАЗИК составил $16 \pm 6,6$ месяцев (от 4-х до 34-х месяцев).

До проведения операции ТопоЛАЗИК сферический компонент рефракции составил $2,83 \pm 1,78$ дптр (от 0,50 до 7,50), цилиндрический компонент рефракции $-0,60 \pm 3,03$ дптр (от -7,50 до 3,75). По данным ККТ отмечалась выраженная иррегулярность и асимметрия поверхности роговицы, о чем также свидетельствовали повышенные показатели кератотопографических индексов: SRI составил $0,74 \pm 0,23$ (от 0,18 до 1,73), SAI составил $1,36 \pm 0,74$ (от 0,60 до 3,98). Плотность эндотелиальных клеток составляла в среднем $2119,3 \pm 326,8$ кл/мм². НКОЗ до операции ТопоЛАЗИК составляла $0,26 \pm 0,19$ (от 0,03 до 0,70). МКОЗ составляла $0,80 \pm 0,19$ (от 0,50 до 1,00).

После проведения операции ТопоЛАЗИК сферический компонент рефракции составил $1,13 \pm 0,52$ дптр (от 0,50 до 1,75), цилиндрический компонент рефракции составил $0,67 \pm 0,86$ дптр (от -1,00 до 1,25). По данным

ККТ индекс SRI составил $0,47 \pm 0,20$ (от 0,18 до 1,12), индекс SAI составил $0,72 \pm 0,33$ (от 0,24 до 1,94). Плотность эндотелиальных клеток составляла в среднем $2097,2 \pm 354,6$ кл/мм². НКОЗ после проведения ТопоЛАЗИК составила $0,84 \pm 0,17$ (от 0,40 до 1,00). МКОЗ составила $0,91 \pm 0,14$ (от 0,50 до 1,00). Динамика остроты зрения представлена на графике (Рисунок 57).

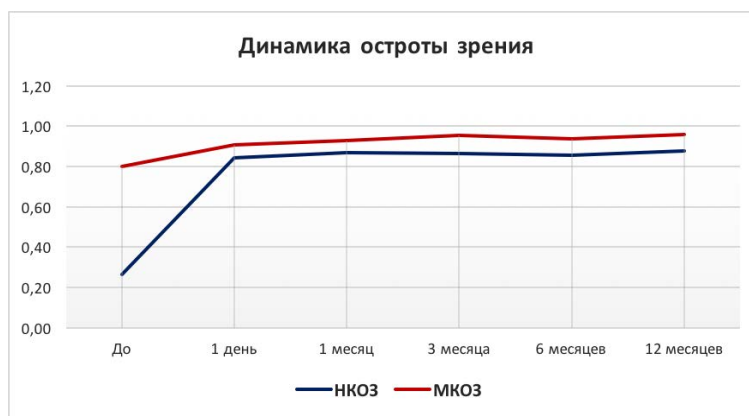


Рисунок 57 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операции ТопоЛАЗИК

Поскольку у пациентов с иррегулярным астигматизмом выполнялся топографически ориентированный алгоритм субламеллярной кератоабляции в 19,4% случаев (6 глаз) отмечалась остаточная сферо-цилиндрическая коррекция, которая потребовала повторного подъема клапана для докоррекции в сроки от 1-го до 3-х месяцев после первичной операции. Учитывая тот факт, что в данную группу отбирались пациенты с плотными, линейными, фиброзированными кератотомическими рубцами, без признаков расхождения, во всех случаях повторный подъем клапана не сопровождался расхождением краев кератотомических рубцов.

К году после операции ТопоЛАЗИК сферический компонент рефракции составил $1,08 \pm 0,38$ дптр (от 0,75 до 1,50). Величина цилиндрического компонента рефракции составила в среднем $-0,25 \pm 1,50$ дптр (от -1,50 до 2,00). Кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили: SRI $0,37 \pm 0,14$ (от 0,07 до 0,78), SAI $0,58 \pm 0,19$ (от 0,21 до 1,02).

Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на графиках (Рисунок 58, 59). НКОЗ составила $0,88 \pm 0,14$ (от 0,60 до 1,00). МКОЗ составила $0,96 \pm 0,07$ (от 0,80 до 1,00). Оптометрические результаты операции ТопоЛАЗИК представлены в таблице 12.

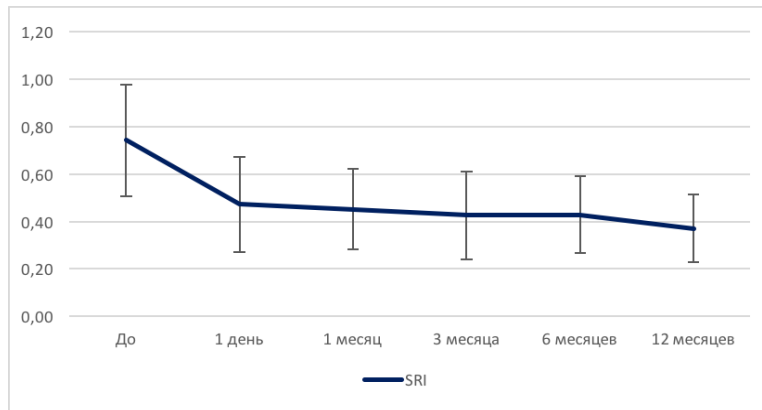


Рисунок 58 - Индекс SRI до и в различные сроки после операции ТопоЛАЗИК

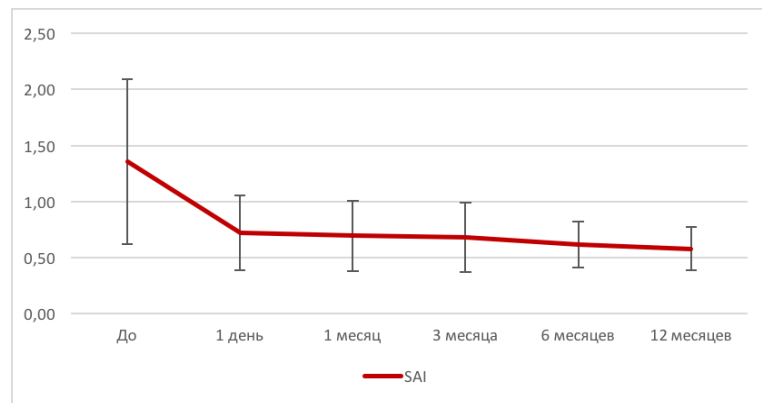


Рисунок 59 - Индекс SAI до и в различные сроки после операции ТопоЛАЗИК

Анализируя показатель безопасности после проведения ТопоЛАЗИК ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ, что проиллюстрировано на графике безопасности (Рисунок 60). Коэффициент безопасности (Кб) составил 1,2.

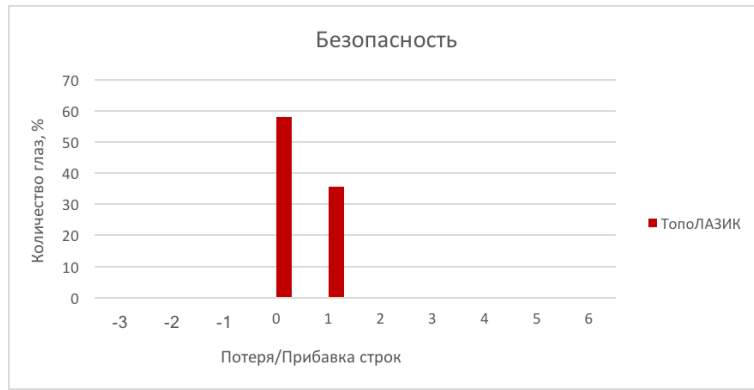


Рисунок 60 - Показатели безопасности операции ТопоЛАЗИК

Оценивая эффективность операции ТопоЛАЗИК к 12 месяцам была получена НКОЗ 0,5 и выше в 100% случаев, НКОЗ 0,8 и выше в 81% случаев, НКОЗ 1,0 и выше в 35% случаев, что отражено на графике эффективности (Рисунок 61). Коэффициент эффективности (Кэ) составил 1,1.

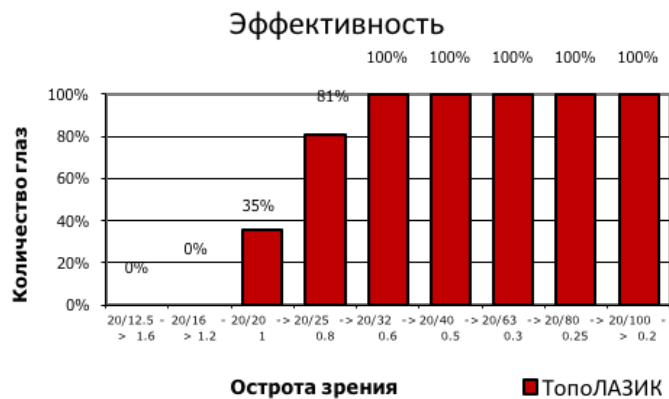


Рисунок 61 - Показатели эффективности операции ТопоЛАЗИК

Предсказуемость результата операции ТопоЛАЗИК представлена на графике (Рисунок 62). К году после операции в 80,7% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было.

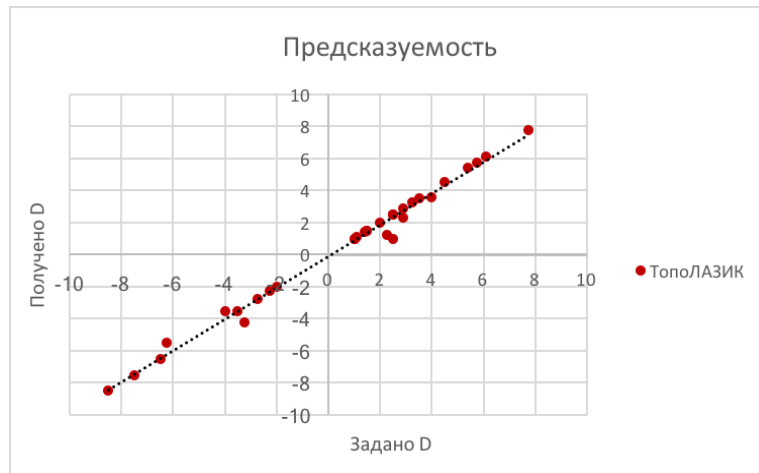


Рисунок 62 - Предсказуемость результата операции ТопоЛАЗИК

Таблица 12 – Оптометрические результаты исследований пациентов основной группы О2 после проведения операции ТопоЛАЗИК по персонализированной технологии, $M \pm \sigma$ (min-max)

n = 31	до операции	после операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Сферический компонент рефракции, дптр	2,83±1,78 (от 0,50 до 7,50)	1,13±0,52 (от 0,50 до 1,75)	1,00±0,40 (от 0,50 до 1,50)	1,08±0,47 (от 0,50 до 1,75)	0,94±0,43 (от 0,50 до 1,50)	1,08±0,38 (от 0,75 до 1,50)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	-0,60±3,03 (от -7,50 до 3,75)	0,67±0,86 (от -1,00 до 1,25)	0,25±0,94 (от -1,25 до 1,25)	0,29±0,85 (от -1,00 до 1,25)	0,03±1,37 (от -1,50 до 1,75)	-0,25±1,50 (от -1,50 до 2,00)
НКОЗ	0,26±0,19 (от 0,03 до 0,70)	0,84±0,17 (от 0,40 до 1,00)	0,87±0,19 (от 0,30 до 1,00)	0,86±0,24 (от 0,40 до 1,20)	0,86±0,18 (от 0,50 до 1,00)	0,88±0,14 (от 0,60 до 1,00)
МКОЗ	0,80±0,19 (от 0,50 до 1,00)	0,91±0,14 (от 0,50 до 1,00)	0,93±0,12 (от 0,60 до 1,00)	0,95±0,16 (от 0,60 до 1,20)	0,94±0,14 (от 0,60 до 1,20)	0,96±0,07 (от 0,80 до 1,00)
SRI	0,74±0,23 (от 0,18 до 1,73)	0,47±0,20 (от 0,18 до 1,12)	0,45±0,17 (от 0,07 до 0,87)	0,43±0,19 (от 0,07 до 0,87)	0,43±0,16 (от 0,07 до 0,83)	0,37±0,14 (от 0,07 до 0,78)
SAI	1,36±0,74 (от 0,60 до 3,98)	0,72±0,33 (от 0,24 до 1,94)	0,69±0,32 (от 0,24 до 1,94)	0,68±0,31 (от 0,21 до 1,71)	0,62±0,21 (от 0,20 до 0,99)	0,58±0,19 (от 0,21 до 1,02)

5.2.2.5 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями в основной (ТопоЛАЗИК) и контрольной (ЛАЗИК) группах

При выполнении операции ЛАЗИК, как в стандартном, так и в топографически ориентированном варианте отмечалось существенное снижение как сферического, так и цилиндрического компонентов рефракции, обеспечивающего достоверную разницу относительно дооперационных значений (Таблица 13).

Таблица 13 - Сравнительные результаты сферо-цилиндрического компонента рефракции у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ТопоЛАЗИК n = 31	ЛАЗИК n = 30	ТопоЛАЗИК n = 31	ЛАЗИК n = 30
Сферический компонент рефракции, дптр	2,83±1,78 (0,50 до 7,50)	1,95±0,94 (0,50 до 4,50)	1,08±0,38* (0,75 до 1,50)	0,88±0,43* (0,50 до 1,50)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	-0,60±3,03 (-7,50 до 3,75)	1,63±1,27 (-2,50 до 4,50)	-0,25±1,50* (-1,50 до 2,00)	-0,86±0,92* (-1,75 до 1,00)

*p < 0,05 – послеоперационные значения к дооперационным

Анализируя остроту зрения как не скорректированную, так и максимально скорректированную после операции отмечается повышение обоих параметров в каждой из групп относительно дооперационных значений. При этом показатели НКОЗ и МКОЗ в основной группе были достоверно выше значений контрольной группы (Таблица 14). Динамика остроты зрения представлена на диаграммах (Рисунок 63).

Таблица 14 - Сравнительные результаты НКОЗ и МКОЗ у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ТопоЛАЗИК n = 31	ЛАЗИК n = 30	ТопоЛАЗИК n = 31	ЛАЗИК n = 30
НКОЗ	0,26±0,19 (0,03 до 0,70)	0,22±0,12 (0,06 до 0,50)	0,88±0,14* ** (0,60 до 1,00)	0,74±0,11* (0,50 до 1,00)
МКОЗ	0,80±0,19 (0,50 до 1,00)	0,78±0,18 (0,40 до 1,00)	0,96±0,07* ** (0,80 до 1,00)	0,83±0,13 (0,50 до 1,00)

* $p < 0,05$ – послеоперационные значения к дооперационным;

** $p < 0,05$ – к контролю

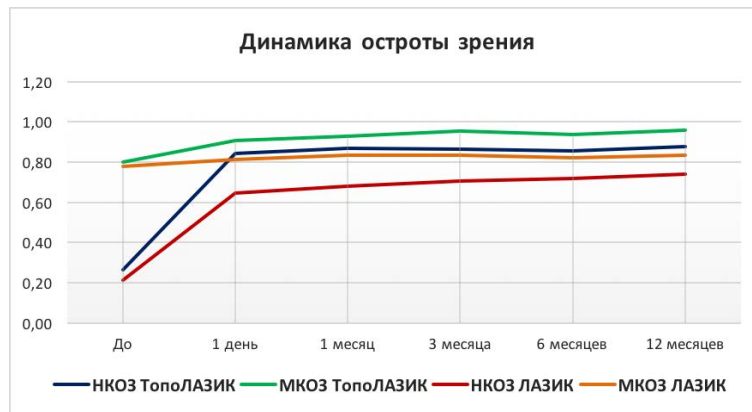


Рисунок 63 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операций ТопоЛАЗИК и ЛАЗИК

В группах ТопоЛАЗИК/ЛАЗИК в большей степени снизились показатели индексов асимметрии поверхности роговицы нежели показатели индексов регулярности поверхности, которые были сопоставимы в обеих группах (Таблица 15). Это можно объяснить тем, что наличие кератотомических рубцов не позволяет создать полностью регулярную поверхность роговицы. Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 64, 65).

Таблица 15 - Сравнительные результаты кератотопографических индексов SRI и SAI у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ТопоЛАЗИК n = 31	ЛАЗИК n = 30	ТопоЛАЗИК n = 31	ЛАЗИК n = 30
SRI	0,74±0,23 (0,18 до 1,73)	0,64±0,26 (0,11 до 1,23)	0,37±0,14* (0,07 до 0,78)	0,45±0,21* (0,21 до 1,17)
SAI	1,36±0,74 (0,60 до 3,98)	1,25±0,59 (0,29 до 2,59)	0,58±0,19* ** (0,21 до 1,02)	0,89±0,54* (0,36 до 2,73)

* $p < 0,05$ – послеоперационные значения к дооперационным;

** $p < 0,05$ – к контролю

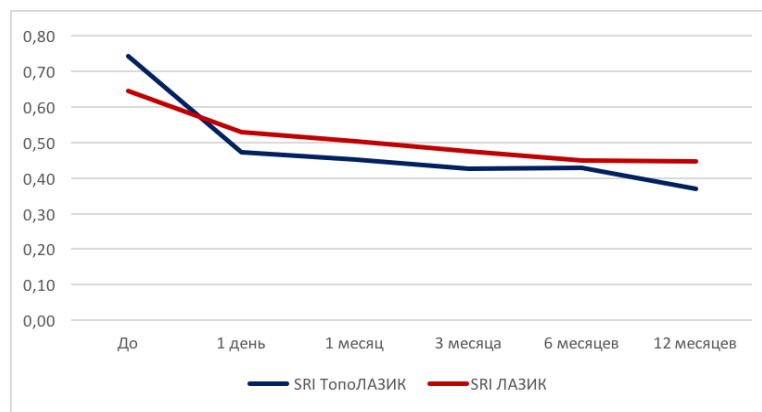


Рисунок 64 - Индекс SRI до и в различные сроки после операций ТопоЛАЗИК и ЛАЗИК

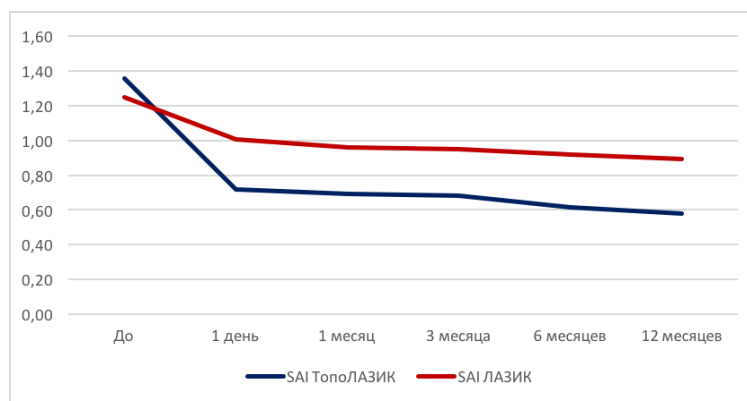


Рисунок 65 - Индекс SAI до и в различные сроки после операций ТопоЛАЗИК и ЛАЗИК

Анализируя показатели безопасности в группе контроля при операции ЛАЗИК наблюдалась потеря строк относительно дооперационных значений, это было обусловлено выполнением операций без учета структуры рубца, что привело к расхождению насечек во время операции при формировании роговичного клапана и дальнейшему врастанию эпителия под клапан в послеоперационном периоде, что в итоге привело к снижению МКОЗ.

Основным критерием отбора пациентов в основную группу ТопоЛАЗИК было наличие линейных, хорошо фиброзированных рубцов, которые при формировании роговичного клапана имеют низкий риск расхождения и не приводят к возникновению дефектов клапана. Это подтверждается данными графика безопасности: ни у одного пациента в группе ТопоЛАЗИК к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ (Рисунок 66). Данная закономерность прослеживается и на графике эффективности, результаты основной группы получились выше контрольной (Рисунок 67). Коэффициенты безопасности (Кб) и эффективности (Кэ) представлены в таблице 16.

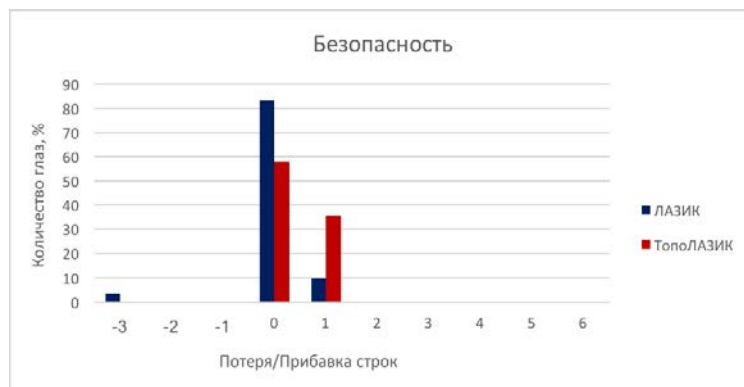


Рисунок 66 - Показатели безопасности операций ТопоЛАЗИК и ЛАЗИК



Рисунок 67 - Показатели эффективности операций ТопоЛАЗИК и ЛАЗИК

Таблица 16 - Сравнительные результаты коэффициентов безопасности и эффективности у пациентов основной и контрольной групп после проведения коррекции ПКРН

	Коэффициент безопасности (Кб)	Коэффициент эффективности (Кэ)
ЛАЗИК	1,06	0,95
ТопоЛАЗИК	1,2	1,1

Таким образом, сравнительный анализ результатов операций основной и контрольной групп показал, что разработанная технология коррекции ПКРН, у пациентов с прозрачным хрусталиком и гиперметропической рефракцией, методом топографически ориентированного ЛАЗИК является безопасной, эффективной и предсказуемой, а главное имеет более высокие клиническо-функциональные результаты, с минимальным количеством осложнений, в сравнении со стандартной технологией ЛАЗИК.

5.2.3. Технология проведения операции ФЭК+ИОЛ при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

ФЭК+ИОЛ была выполнена на факоэмульсификационной машине «Infinity» («Alcon», США). Особое внимание уделялось предоперационной подготовке, технике операции, выбору параметров ФЭК, включая мощность и время ультразвука.

За сутки до операции производилась трехкратная инстилляция антибиотика (0,3% раствор тобрамицина) и однократно нестероидного противовоспалительного препарата (0,09% раствор бромфенака). В день операции трехкратная инстилляция антибиотика (0,3% раствор тобрамицина), мидриатика (5% раствор фенилэфрина и 0,8% раствор тропикамида) и однократно нестероидного противовоспалительного препарата (0,09% раствор бромфенака). Обработка операционного поля проводилась раствором антисептика (10% раствор повидон-йода), для достижения анестезирующего эффекта производилась трехкратная инстилляция (0,5% раствора проксиметакаина), далее веки глаза пациента фиксировали с помощью блефаростата.

Выполнялось 2 парацентеза на 3-х и 9-ти часах и основной (корнеальный) доступ на 11-ти часах шириной 2,0 мм. Для предотвращения расхождения краев кератотомических рубцов во время работы факонаконечника, имплантации ИОЛ, работы вспомогательными инструментами, формирование разреза производили, так, чтобы между краями разреза и кератотомическими насечками оставались участки интактной роговицы (Рисунок 68).

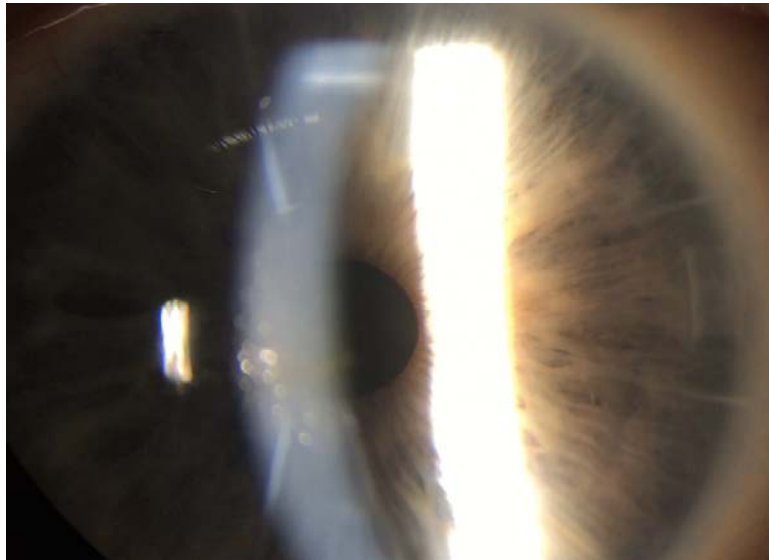


Рисунок 68 - Глаз пациента после ФЭК+ИОЛ

Учитывая сквозное прорезывание части кератотомических рубцов на этапе ФЭК особое внимание уделялось сохранности эндотелиальных клеток роговицы, что включало в себя неоднократное введение в переднюю камеру адгезивного вискоэластика Viscout фирмы Alcon, все манипуляции с хрусталиком выполнялись в пределах капсульного мешка, применялась техника дробления ядра хрусталика «Phaco chop» для минимизации времени использования ультразвука, также снижали высоту бутылки с ирригационным раствором для уменьшения количества и скорости циркулирующей жидкости в передней камере.

После завершения этапа ФЭК производилась имплантация заднекамерной ИОЛ с капсульной фиксацией.

5.2.3.1 Послеоперационное ведение пациентов после операции ФЭК+ИОЛ при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений

Послеоперационное ведение по стандартной схеме: антибиотик - 0,3% раствор тобрамицина 3-4 раза в день в течение 3-х недель, нестероидный противовоспалительный препарат - 0,09% раствор бромфенака 1 раз в день в

течение 2-х недель и кортикостероид - 0,1% раствор дексаметазона в течение 4-х недель по убывающей схеме, начиная с 4-х раз в день.

5.2.3.2 Клинико-функциональные результаты хирургического лечения пациентов основной группы после проведения ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

Операция ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК была выполнена у 25 пациентов (25 глаз). Средний возраст пациентов составил $57,9 \pm 7,1$ лет и варьировал от 46 до 72 лет, среди них насчитывалось 16 (64%) мужчин и 9 (36%) женщин. Период наблюдения после ФЭК+ИОЛ составил $12 \pm 2,6$ месяцев (от 6-ти до 14-ти месяцев).

До проведения операции ФЭК+ИОЛ сферический компонент рефракции составил $2,66 \pm 1,33$ дптр (от 0,50 до 4,75), цилиндрический компонент рефракции $1,38 \pm 2,37$ дптр (от -4,50 до 3,50). По данным ККТ отмечалась выраженная иррегулярность и асимметрия поверхности роговицы, о чем также свидетельствовали повышенные показатели кератотопографических индексов: SRI составил $0,77 \pm 0,31$ (от 0,43 до 1,51), SAI составил $1,50 \pm 0,88$ (от 0,48 до 3,81). Плотность эндотелиальных клеток составляла в среднем $1925,3 \pm 398,7$ кл/мм². НКОЗ до ФЭК+ИОЛ составляла $0,20 \pm 0,16$ (от 0,02 до 0,60). МКОЗ составляла $0,46 \pm 0,17$ (от 0,20 до 0,90). РОЗ составляла $0,84 \pm 0,13$ (от 0,40 до 0,90).

После проведения операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК сферический компонент рефракции составил $-1,83 \pm 0,71$ дптр (от -3,00 до -0,75), цилиндрический компонент рефракции составил $-2,46 \pm 1,30$ дптр (от -6,00 до -1,25). По данным ККТ индекс SRI составил $0,70 \pm 0,24$ (от 0,42 до 1,19), индекс SAI составил $1,29 \pm 0,61$ (от 0,36 до 2,43). Плотность эндотелиальных клеток составляла в среднем $1839,6 \pm 384,5$ кл/мм². НКОЗ после проведения ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК составила $0,22 \pm 0,12$ (от 0,10 до 0,50). МКОЗ составила $0,64 \pm 0,16$ (от 0,50 до 1,00). Динамика остроты зрения представлена на

диаграммах (Рисунок 69), пунктиром обозначен период между этапами ФЭК+ИОЛ и ТопоФРК, это время необходимое для полной стабилизации показателей рефракции, кератометрии и кератотопографии перед началом выполнения второго этапа, в среднем этот промежуток составлял около 3 месяцев.

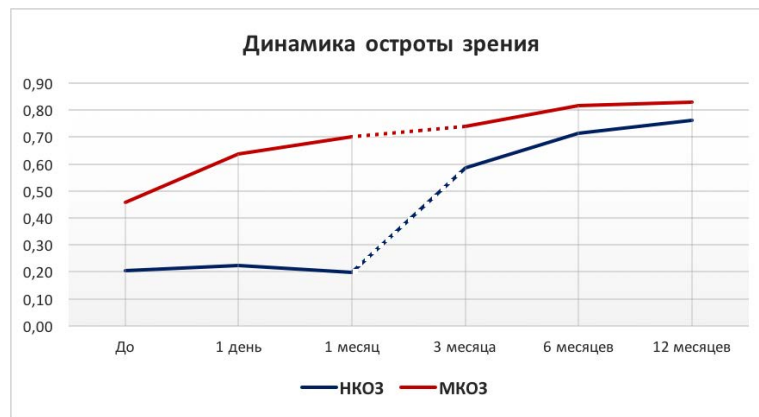


Рисунок 69 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

К году после операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК сферический компонент рефракции составил $-0,83 \pm 0,29$ дптр (от $-1,00$ до $-0,50$). Величина цилиндрического компонента рефракции составила в среднем $-0,63 \pm 0,21$ дптр (от $-1,00$ до $-0,50$). Кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили: SRI $0,46 \pm 0,13$ (от $0,26$ до $0,65$), SAI $0,67 \pm 0,36$ (от $0,31$ до $1,64$). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 70, 71). НКОЗ составила $0,76 \pm 0,17$ (от $0,50$ до $1,00$). МКОЗ составила $0,83 \pm 0,14$ (от $0,60$ до $1,00$). Оптометрические результаты операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК представлены в таблице 17.

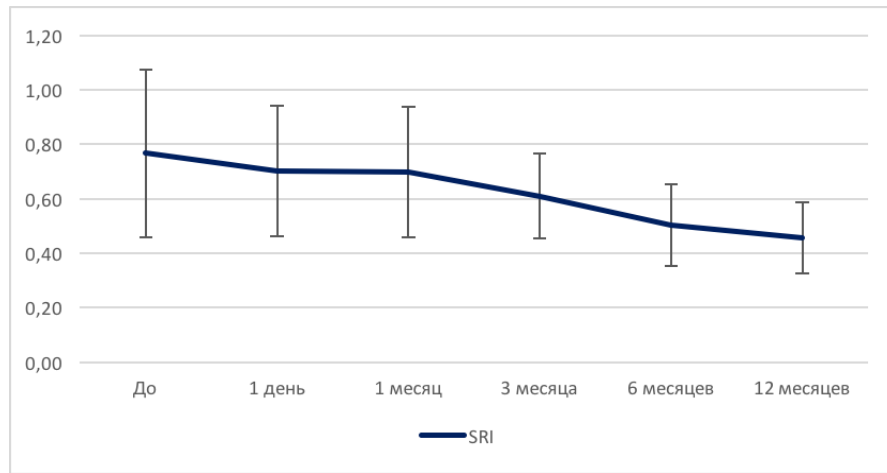


Рисунок 70 - Индекс SRI до и в различные сроки после операции
ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

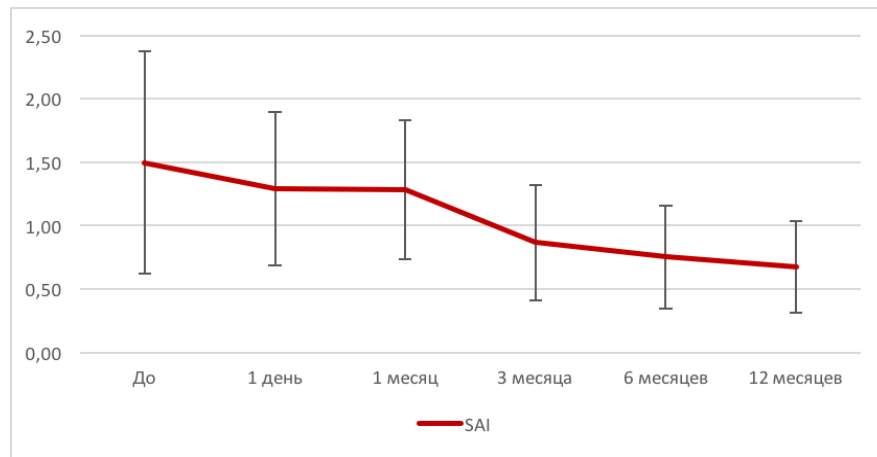


Рисунок 71 - Индекс SAI до и в различные сроки после операции
ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

Анализируя показатель безопасности после проведения ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ, что проиллюстрировано на графике безопасности (Рисунок 72). Коэффициент безопасности (Кб) составил 0,99.



Рисунок 72 - Показатели безопасности операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

Оценивая эффективность операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК к 12 месяцам была получена НКОЗ 0,5 и выше в 100% случаев, НКОЗ 0,8 и выше в 52% случаев, НКОЗ 1,0 и выше в 12% случаев (Рисунок 73). Коэффициент эффективности (Кэ) составил 0,91.

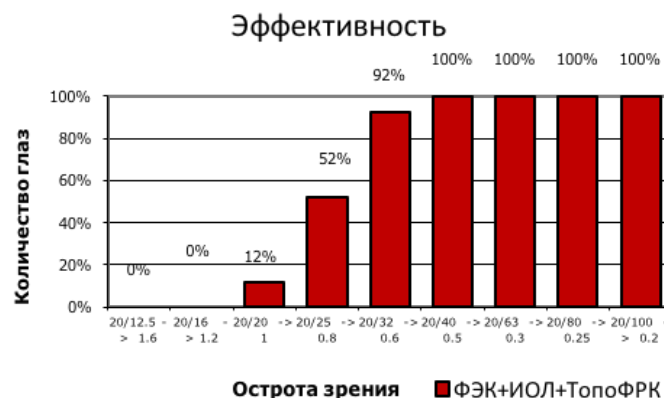


Рисунок 73 - Показатели эффективности операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

Предсказуемость результата операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК представлена на графике (Рисунок 74). К году после операции в 96% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было.

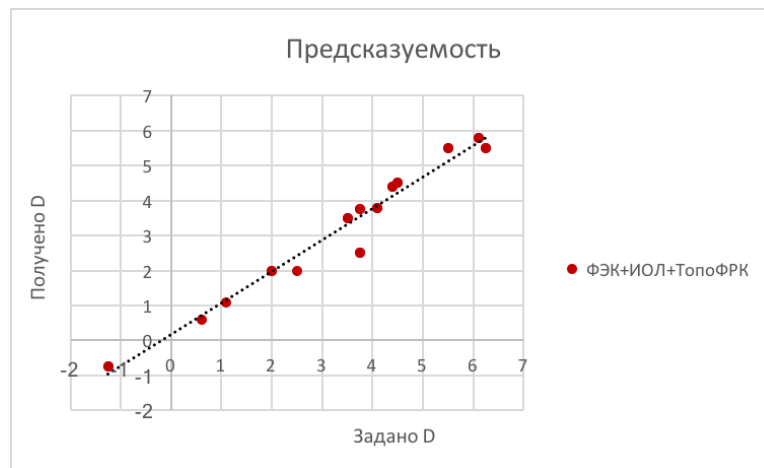


Рисунок 74 - Предсказуемость результата операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК

Таблица 17 – Оптометрические результаты исследований пациентов основной группы ОЗ после проведения операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК по персонализированной технологии, $M \pm \sigma$ (min-max)

n = 25	до операции	после операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Сферический компонент рефракции, дптр	2,66±1,33 (от 0,50 до 4,75)	-1,83±0,71 (от -3,00 до -0,75)	-1,94±1,05 (от -4,00 до -0,50)	-1,08±0,47 (от -1,75 до -0,50)	-0,83±0,38 (от -1,50 до -0,50)	-0,83±0,29 (от -1,00 до -0,50)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	1,38±2,37 (от -4,50 до 3,50)	-2,46±1,30 (от -6,00 до -1,25)	-2,67±1,14 (от -5,50 до -1,50)	-0,92±0,41 (от -1,50 до -0,50)	-0,83±0,26 (от -1,25 до -0,50)	-0,63±0,21 (от -1,00 до -0,50)
НКОЗ	0,20±0,16 (от 0,02 до 0,60)	0,22±0,12 (от 0,10 до 0,50)	0,20±0,13 (от 0,03 до 0,40)	0,58±0,14 (от 0,20 до 0,70)	0,72±0,16 (от 0,40 до 1,00)	0,76±0,17 (от 0,50 до 1,00)
МКОЗ	0,46±0,17 (от 0,20 до 0,90)	0,64±0,16 (от 0,50 до 1,00)	0,70±0,16 (от 0,50 до 1,00)	0,74±0,13 (от 0,60 до 1,00)	0,82±0,14 (от 0,60 до 1,00)	0,83±0,14 (от 0,60 до 1,00)
SRI	0,77±0,31 (от 0,43 до 1,51)	0,70±0,24 (от 0,42 до 1,19)	0,70±0,24 (от 0,42 до 1,19)	0,61±0,16 (от 0,41 до 0,87)	0,50±0,15 (от 0,29 до 0,74)	0,46±0,13 (от 0,26 до 0,65)
SAI	1,50±0,88 (от 0,48 до 3,81)	1,29±0,61 (от 0,36 до 2,43)	1,28±0,55 (от 0,47 до 2,21)	0,87±0,46 (от 0,39 до 1,93)	0,75±0,41 (от 0,32 до 1,72)	0,67±0,36 (от 0,31 до 1,64)
РОЗ	0,84±0,13 (от 0,40 до 0,90)					

5.2.3.3 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с посткератотомическими рефракционными нарушениями в основной (ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК) и контрольной (ФЭК+ИОЛ) группах

При выполнении операции ФЭК+ИОЛ в сочетании с ТопоФРК отмечалось существенное снижение как сферического, так и цилиндрического компонентов рефракции, обеспечивающего достоверную разницу относительно дооперационных значений. При этом в контрольной группе достоверных отличий от дооперационных значений выявлено не было, что можно объяснить выраженной иррегулярностью поверхности роговицы (Таблица 18).

Таблица 18 - Сравнительные результаты сферо-цилиндрического компонента рефракции у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ФЭК+ИОЛ +ТопоФРК n = 25	ФЭК+ИОЛ n = 29	ФЭК+ИОЛ +ТопоФРК n = 25	ФЭК+ИОЛ n = 29
Сферический компонент рефракции, дптр	2,66±1,33 (0,50 до 4,75)	-2,18±4,04 (-7,00 до 6,50)	-0,83±0,29* (-1,00 до -0,50)	-1,73±1,13 (-3,25 до 2,00)
Цилиндрический компонент рефракции, дптр	1,38±2,37 (-4,50 до 3,50)	-1,00±2,29 (-3,75 до 2,50)	-0,63±0,21* (-1,00 до -0,50)	-1,42±1,45 (-3,00 до 2,25)

*p < 0,05 – послеоперационные значения к дооперационным

Анализируя остроту зрения как не скорректированную, так и максимально скорректированную после операции отмечается повышение обоих параметров в каждой из групп относительно дооперационных значений. При этом показатели НКОЗ и МКОЗ в основной группе были достоверно выше значений контрольной группы (Таблица 19). Динамика остроты зрения представлена на диаграммах (Рисунок 75), пунктиром обозначен период между этапами

ФЭК+ИОЛ и ТопоФРК, это время необходимое для полной стабилизации показателей рефракции, кератометрии и кератотопографии перед началом выполнения второго этапа, в среднем этот промежуток составлял около 3 месяцев.

Таблица 19 - Сравнительные результаты НКОЗ и МКОЗ у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ФЭК+ИОЛ +ТопоФРК n = 32	ФЭК+ИОЛ n = 31	ФЭК+ИОЛ +ТопоФРК n = 32	ФЭК+ИОЛ n = 31
НКОЗ	0,20±0,16** (0,02 до 0,60)	0,10±0,14 (0,01 до 0,70)	0,76±0,17* ** (0,50 до 1,00)	0,37±0,16* (0,10 до 0,80)
МКОЗ	0,46±0,17** (0,20 до 0,90)	0,31±0,18 (0,02 до 0,80)	0,83±0,14* ** (0,60 до 1,00)	0,65±0,21* (0,20 до 1,00)

* $p < 0,05$ – послеоперационные значения к дооперационным;

** $p < 0,05$ – к контролю

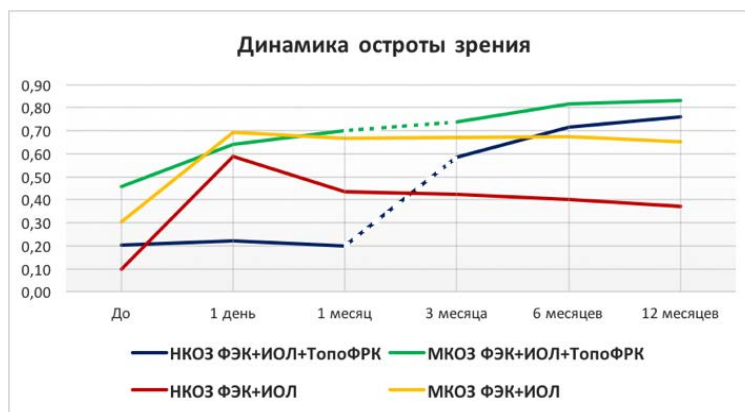


Рисунок 75 - НКОЗ и МКОЗ до и в различные сроки после операций ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК и ФЭК+ИОЛ

Анализируя показатели кератотопографических индексов в контрольной группе не было выявлено достоверных отличий от дооперационных значений, а в основной группе все показатели имели значения приближенные к

нормальным и достоверно отличались от дооперационных значений, что во многом объясняется проведением топографически ориентированного алгоритма кератоабляции в основной группе (Таблица 20). Динамика кератотопографических индексов SRI и SAI представлена на диаграммах (Рисунок 76, 77).

Таблица 20 - Сравнительные результаты кератотопографических индексов SRI и SAI у пациентов основной и контрольной групп до и после проведения коррекции ПКРН

	До операции		После операции	
	ФЭК+ИОЛ +ТопоФРК n = 32	ФЭК+ИОЛ n = 31	ФЭК+ИОЛ +ТопоФРК n = 32	ФЭК+ИОЛ n = 31
SRI	0,77±0,31 (0,43 до 1,51)	0,70±0,28 (0,29 до 1,71)	0,46±0,13* ** (0,26 до 0,65)	0,71±0,30 (0,23 до 1,78)
SAI	1,50±0,88 (0,48 до 3,81)	1,34±0,77 (0,58 до 3,54)	0,67±0,36* ** (0,31 до 1,64)	1,33±0,78 (0,53 до 3,52)

* $p < 0,05$ – послеоперационные значения к дооперационным;

** $p < 0,05$ – к контролю

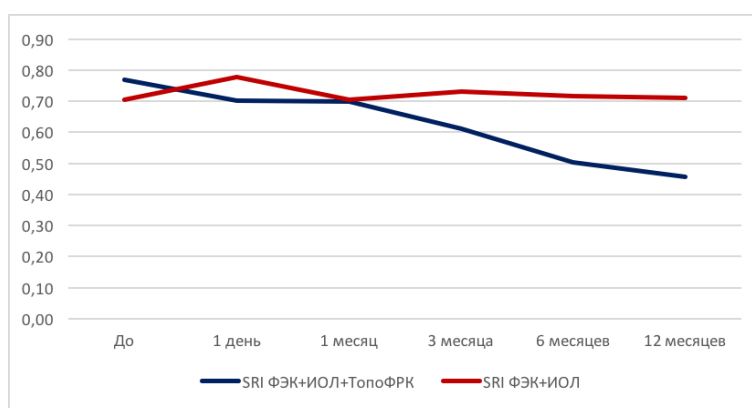


Рисунок 76 - Индекс SRI до и в различные сроки после операций ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК и ФЭК+ИОЛ

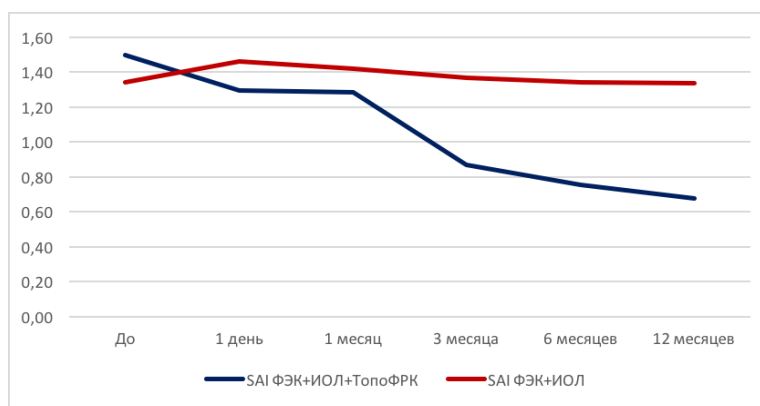


Рисунок 77 - Индекс SAI до и в различные сроки после операций ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК и ФЭК+ИОЛ

В контрольной группе показатели коэффициентов безопасности и эффективности получились ниже, чем в основной группе (Таблица 21). Это можно объяснить сохранением выраженной иррегулярности роговицы в оптической зоне и дальнейшим регрессом функционального результата, что также проиллюстрировано на графиках безопасности и эффективности, параметры основной группы получились выше контрольной (Рисунок 78, 79).

Таблица 21 - Сравнительные результаты коэффициентов безопасности и эффективности у пациентов основной и контрольной групп после проведения коррекции ПКРН

	Коэффициент безопасности (Кб)	Коэффициент эффективности (Кэ)
ФЭК+ИОЛ	0,79	0,50
ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК	0,99	0,91



Рисунок 78 - Показатели безопасности операций ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК и ФЭК+ИОЛ

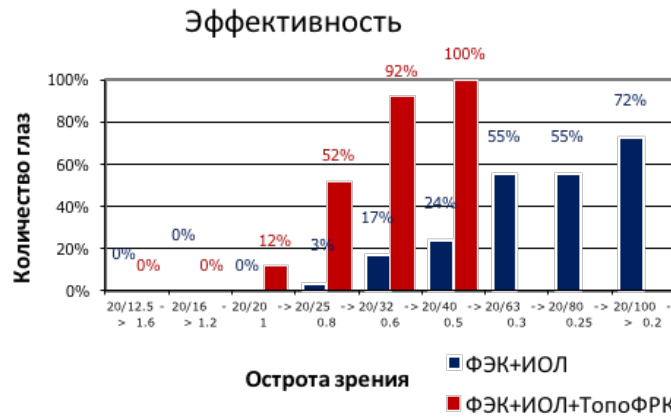


Рисунок 79 - Показатели эффективности операций ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК и ФЭК+ИОЛ

Таким образом, сравнительный анализ результатов операций основной и контрольной групп показал, что разработанная технология коррекции ПКРН у пациентов с помутнением хрусталика методом его замены на интраокулярную оптическую линзу с последующим выполнением топографически ориентированной ФРК, является безопасной, эффективной и предсказуемой, а главное имеет более высокие клинично-функциональные результаты с минимальным количеством осложнений по сравнению со стандартной технологией факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный уровень развития рефракционной хирургии позволяет достичь высокопрогнозируемые зрительно-функциональные результаты при коррекции широкого спектра аметропий. Однако максимально предсказуемый рефракционный результат достигается, как правило, при выполнении операций на интактной роговице. У пациентов, имеющих в анамнезе операции на роговице, помутнения, травматические поражения, либо иррегулярность роговицы иного генеза, выявлена более низкая предсказуемость конечного рефракционного результата [37, 42]. В работах ряда авторов предоставлены данные, согласно которым у пациентов, перенесших хирургические вмешательства на роговице, риск интра- и послеоперационных осложнений при выполнении повторных операций значительно выше по сравнению с хирургией интактной роговицы [26, 46, 58, 157]. Именно поэтому данных пациентов выделяют в отдельную группу, представляющую большую сложность для рефракционных хирургов, как на этапе обследования, так и при выборе тактики коррекции рефракционных нарушений.

В структуре обращаемости пациентов с индуцированными рефракционными нарушениями в отдел рефракционной лазерной хирургии ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», первое место занимают пациенты после РК. Данная технология, разработанная академиком С.Н. Фёдоровым с соавторами в 70-80-е годы XX века стала революционным методом коррекции миопии [32, 41, 56, 65, 69]. Только в структуре клиник МНТК «Микрохирургия глаза» к 2000 году было прооперировано более 600 000 человек, а в мире по данным ВОЗ к 2010 году было произведено от 5 до 5,5 миллионов РК [38, 83]. Вместе с тем, у ряда пациентов, в силу особенностей послеоперационного ремоделирования роговицы, развития и усугубления дистрофических процессов органа зрения, происходило отклонение от ранее достигнутой рефракции и формирование ПКРН [12, 100, 180]. Их особенностью

является сложность очковой коррекции и затруднение в оценке оптических параметров.

На данный момент существенной проблемой для хирургов является выбор метода коррекции ПКРН, так как они характеризуются большим разнообразием клинической рефракции (чаще гиперметропическим, миопическим и смешанным астигматизмом), выраженной иррегулярностью роговицы и сопровождаются развитием и прогрессированием возрастных изменений органа зрения.

Большинство пациентов, перенесших РК, к настоящему времени находятся в пресбиопическом возрасте и у многих из них появляются признаки начальной катаракты, поэтому возникает вопрос о замене хрусталика как патогенетически обоснованном методе коррекции ПКРН [124, 175]. Поскольку одной лишь заменой хрусталика на ИОЛ не всегда удается достичь максимальных клиничко-функциональных результатов, то для докоррекции целесообразно использовать КРО [50, 171]. Их неоспоримым преимуществом является устранение остаточных рефракционных нарушений и иррегулярности роговицы. Однако при выборе метода лазерной коррекции также возникают трудности.

ЛАЗИК с роговичным клапаном, сформированным с помощью микрокератома, способствует еще большему ослаблению ранее измененной вследствие РК биомеханической резистентности роговицы [93, 122, 138].

В настоящее время оптимальным методом формирования роговичного клапана на интактных глазах большинством исследователей признается диссекция с помощью ФСЛ. Однако при коррекции ПКРН описаны случаи, когда ФСЛ не способен проходить через структуры с повышенной оптической плотностью (рубцовая ткань), что вынуждает производить механическую диссекцию, и повышает риск разрыва клапана по рубцу [131, 152, 159].

ФРК лишена недостатков клапанных технологий кераторефракционной хирургии, вместе с тем, применение ФРК ограничено высокой вероятностью регресса рефракционного эффекта с развитием СЭФ после коррекции

гиперметропической рефракции, выявляющейся у большинства пациентов после РК [79, 115, 127].

В связи с актуальностью данной проблемы была сформулирована цель настоящего исследования – разработка дифференцированного подхода к коррекции рефракционных нарушений после ранее проведенной РК.

Для достижения поставленной цели работа была разделена на несколько последовательных этапов, которые соответствовали поставленным задачам: следовало провести оценку клиничко-функциональных результатов операций ФРК, ЛАЗИК, ФЭК+ИОЛ, выполненных по стандартным технологиям после ранее перенесенной РК; оценку состояния функциональных, морфометрических, и кератотопографических параметров роговицы, а также состояния гидродинамики у пациентов после РК; разработать технологию коррекции ПКРН у пациентов с прозрачным хрусталиком и гиперметропической рефракцией методом топографически ориентированного лазерного *in situ* кератомилеза; разработать технологию коррекции ПКРН у пациентов с прозрачным хрусталиком и миопической рефракцией методом топографически ориентированной фоторефрактивной кератэктомии; разработать технологию коррекции ПКРН у пациентов с помутнением хрусталика методом его замены на интраокулярную оптическую линзу с последующим выполнением топографически ориентированной фоторефрактивной кератэктомии; разработать алгоритм зрительно-функциональной реабилитации пациентов с ПКРН.

При формировании алгоритма зрительно-функциональной реабилитации пациентов с ПКРН мы базировались на данных стандартного подхода по ведению пациентов с ПКРН, который принят в мировой практике и отделе рефракционной лазерной хирургии ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва).

Для оценки клиничко-функциональных результатов операций ФРК, ЛАЗИК и ФЭК+ИОЛ, выполненных по стандартным технологиям, было отобрано 90 пациентов (90 глаз) после РК, которые обратились в ФГАУ

«МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) в период с 2002 по 2015 годы, был проведен ретроспективный анализ архивных данных амбулаторных карт и протоколов операций. С этой целью были сформированы три контрольные группы.

Контрольная группа 1 (К1) (31 человек) – пациентам данной группы выполнялась ФРК. Средний возраст пациентов составил $43,7 \pm 6,9$ года и варьировал от 32 до 59 лет, среди них насчитывалось 14 (45,2%) мужчин и 17 (54,8%) женщин.

Контрольная группа 2 (К2) (30 человек) – пациентам данной группы выполнялся ЛАЗИК. Средний возраст пациентов составил $50,3 \pm 7,5$ лет и варьировал от 32 до 66 лет, среди них насчитывалось 18 (60%) мужчин и 12 (40%) женщин.

Контрольная группа 3 (К3) (29 человек) – пациентам данной группы выполнялась ФЭК+ИОЛ. Средний возраст пациентов составил $59,5 \pm 8,2$ лет и варьировал от 47 до 76 лет, среди них насчитывалось 18 (62,1%) мужчин и 11 (37,9%) женщин.

Ретроспективный анализ выявил следующие закономерности: во всех случаях было отмечено повышение НКОЗ и МКОЗ относительно дооперационных значений, также существенно уменьшился сфероцилиндрический компонент рефракции; вместе с тем, в каждой из групп при выполнении той или иной операции были выявлены недостатки и осложнения, которые не позволили получить максимально возможные клиничко-функциональные результаты.

К году после операции ЛАЗИК в 67,7% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было. НКОЗ составила в среднем $0,74 \pm 0,11$ (от 0,50 до 1,00), при этом НКОЗ 0,5 и выше была получена в 100% случаев, 0,8 и выше в 40% случаев, 1,0 и выше в 7% случаев. МКОЗ составила $0,83 \pm 0,13$ (от 0,50 до 1,00), наблюдалась потеря строк МКОЗ относительно дооперационных значений в 5,4% случаев (2 глаза), это было обусловлено выполнением операций без учета структуры рубца, что

привело к расхождению насечек во время операции при формировании роговичного клапана и дальнейшему врастанию эпителия под клапан в послеоперационном периоде. Данное осложнение следует учитывать в случае выбора операции ЛАЗИК с целью коррекции ПКРН. Коэффициенты безопасности и эффективности составили 1,06 и 0,95 соответственно.

Анализируя результаты ФРК к году после операции в 77% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было. НКОЗ составила в среднем $0,71 \pm 0,16$ (от 0,40 до 1,00), НКОЗ 0,5 и выше была получена в 94% случаев, 0,8 и выше в 39% случаев, 1,0 и выше в 10% случаев. МКОЗ составила в среднем $0,79 \pm 0,14$ (от 0,50 до 1,00), ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ. Однако следует отметить, что в раннем послеоперационном периоде в 9,7% случаев (3 глаза) была выявлена СЭФ 1 степени, которая не повлияла на функциональный результат операций, но потребовала более длительной медикаментозной терапии и была полностью купирована к 2-3 месяцам. Коэффициенты безопасности и эффективности составили 1,1 и 1,03 соответственно. При этом по результатам ККТ не удалось добиться регуляризации поверхности роговицы, кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили в среднем: SRI $0,49 \pm 0,20$ (от 0,19 до 1,31), SAI $1,07 \pm 0,39$ (от 0,51 до 1,83). Вместе с тем, данная операция является наиболее патогенетически ориентированной с точки зрения влияния на биомеханику роговицы, однако, ее применение возможно лишь в случае с миопической рефракцией.

К году после операции ФЭК+ИОЛ в 13,8% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной, в 48,3% случаев рефракция находилась в пределах $\pm 2,0$ дптр, в 51,7% случаев отклонение превысило 2,0 дптр. НКОЗ составила в среднем $0,37 \pm 0,16$ (от 0,10 до 0,80), НКОЗ 0,5 и выше была получена в 24% случаев, 0,8 и выше в 3% случаев. МКОЗ составила в среднем $0,65 \pm 0,21$ (от 0,20 до 1,00), наблюдалась потеря строк МКОЗ относительно

дооперационных значений в 28% случаев (8 глаз). Объяснить это можно сохранением выраженной иррегулярности роговицы в оптической зоне и дальнейшим регрессом функционального результата. Факоэмульсификация с имплантацией сферической ИОЛ не позволяет решить проблему регуляризации поверхности роговицы, поскольку для получения высоких и прогнозируемых результатов требуется интактная роговица. Кератотопографические индексы не имели достоверных отличий от дооперационных значений и превышали нормальные значения: SRI $0,71 \pm 0,30$ (от 0,23 до 1,78), SAI $1,33 \pm 0,78$ (от 0,53 до 3,52). Коэффициенты безопасности и эффективности составили 0,79 и 0,50 соответственно.

Исходя из вышеизложенного, учитывая данные стандартного обследования, результаты выполненных операций, а также анализ выявленных осложнений, был разработан комплекс углубленного обследования пациентов с ПКРН, учитывающий, наряду с оптометрическими параметрами, данные функционального слезного комплекса, морфометрические, гидродинамические и офтальмоэргономические показатели.

Перед проведением хирургических методов коррекции и для отбора в основные группы, углубленное обследование было выполнено 113 пациентам (113 глаз) после РК. Отбор пациентов осуществляли последовательным методом среди обратившихся в ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (Москва) в период с ноября 2014 года по апрель 2016 года.

Проанализировав результаты комплексного обследования, у абсолютного большинства пациентов была выявлена гиперметропическая рефракция в 63,6% случаев, при этом у 28,4% пациентов диагностированы изменения в хрусталике, и/или нарушения структуры роговицы, не позволяющие выполнить клапанную операцию, в 71,6% случаев параметры роговицы были приближены к нормальным значениям при интактном хрусталике. Миопическая рефракция была выявлена в 36,4% случаев.

На основании результатов комплексного обследования было отобрано 88 пациентов (88 глаз), которые были разделены по 3-м основным группам.

Основная группа 1 (О1) (32 человека)

Критерии включения: отсутствие изменений в хрусталике, сохранная остаточная аккомодация и миопическая рефракция.

Критерии исключения: биомеханическая нестабильность роговицы, помутнения в хрусталике.

Всем пациентам данной группы выполнялась ТопоФРК. Средний возраст пациентов составил $46,9 \pm 8,1$ лет и варьировал от 30 до 59 лет, среди них насчитывалось 17 (53,1%) мужчин и 15 (46,9%) женщин.

Основная группа 2 (О2) (31 человек)

Критерии включения: отсутствие изменений в хрусталике, сохранная остаточная аккомодация, гиперметропическая рефракция, а также отсутствие признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия.

Критерии исключения: биомеханическая нестабильность роговицы, помутнения в хрусталике.

Всем пациентам данной группы выполнялся ТопоЛАЗИК. Средний возраст пациентов составил $50,8 \pm 6,3$ лет и варьировал от 40 до 61 года, среди них насчитывалось 16 (51,6%) мужчин и 15 (48,4%) женщин.

Основная группа 3 (О3) (25 человек)

Критерии включения: признаки помутнения хрусталика и/или полное отсутствие аккомодации вне зависимости от рефракции; признаки расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия у пациентов с гиперметропической рефракцией.

Критерии исключения: признаки биомеханической нестабильности роговицы, прозрачный хрусталик.

Всем пациентам данной группы выполнялась двухэтапная коррекция рефракционных нарушений: 1 этап - удаление хрусталика методом факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ и расчетом на целевую миопическую рефракцию, 2 этап - топографически ориентированная

фоторефрактивная кератэктомия с расчетом на эмметропию (ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК). Средний возраст пациентов составил $57,9 \pm 7,1$ лет и варьировал от 46 до 72 лет, среди них насчитывалось 16 (64%) мужчин и 9 (36%) женщин.

Учитывая особенности посткератотомического глаза, выявленные в ходе комплексного обследования, и основываясь на клинико-функциональных результатах операций пациентов контрольных групп, в технологии хирургических вмешательств были внесены модификации и разработан оригинальный микрохирургический инструмент, позволяющий снизить риск интра- и послеоперационных осложнений, а главное был разработан алгоритм зрительно-функциональной реабилитации пациентов с ПКРН, который заключался в следующем:

1. Первоочередная роль отводилась выявлению признаков биомеханической нестабильности роговицы, о чем свидетельствовали прогрессирующий гиперметропический сдвиг, существенные колебания остроты зрения в течение суток, признаки элевации задней поверхности роговицы по данным Pentacam. В случае выявления признаков биомеханической нестабильности роговицы, данные пациенты исключались из дальнейшего лечения методами лазерной рефракционной хирургии.

2. При отсутствии признаков биомеханических нарушений производилась оценка прозрачности хрусталика с помощью денситометрии, его функционального состояния методом аккомодографии, а также конфокальная микроскопия роговицы для выявления ее патоморфологических особенностей.

В случае выявления:

- признаков помутнения хрусталика и/или полного отсутствия аккомодации вне зависимости от рефракции, а также признаков расхождения кератотомических насечек с врастанием эпителия у пациентов с гиперметропической рефракцией - следует выбрать двухэтапную тактику коррекции ПКРН, где первым этапом проводится удаление хрусталика методом факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ и расчетом на целевую

миопическую рефракцию (расчетный сферэквивалент рефракции от -2.0 до -3.0 дптр), а вторым этапом, после стабилизации зрительных функций, показателей рефракции, кератометрии и кератотопографии (в среднем через 3 месяца), докоррекция остаточных рефракционных нарушений методом ФРК;

- при наличии прозрачного хрусталика и миопической рефракции, пациенту производилась коррекция рефракционных нарушений по технологии ФРК;

- при выявлении гиперметропической рефракции и отсутствии признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия, выполнялась операция ЛАЗИК с формированием относительно толстого клапана (120-140 мкм), для минимизации вероятности расхождения рубцов в момент среза;

При выборе алгоритма кератоабляции следует ориентироваться на показатели кератотопографии и МКОЗ:

- если МКОЗ 0,8 и выше, а индексы иррегулярности и асимметрии роговицы не превышают 0,5 и 1,0 соответственно, возможно применение стандартного сферо-цилиндрического алгоритма кератоабляции;

- если МКОЗ не превышает 0,8, а индексы иррегулярности и асимметрии роговицы превышают 0,5 и 1,0 соответственно, показано выполнение топографически ориентированной кератоабляции.

Проведенная хирургическая коррекция ПКРН по предложенным технологиям позволила добиться регуляризации поверхности роговицы, повышения НКОЗ и МКОЗ, существенного снижения сферо-цилиндрического компонента рефракции, при этом полученные результаты основных групп достоверно отличались от дооперационных показателей, а главное имели более высокие значения относительно контрольных групп.

К году после операции ТопоФРК в 93,8% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было. НКОЗ составила $0,83 \pm 0,15$ (от 0,50 до 1,00), НКОЗ 0,5 и выше была получена в 100% случаев, 0,8 и выше в 66% случаев, 1,0 и выше в 31% случаев. МКОЗ составила $0,90 \pm 0,10$ (от 0,70 до 1,00), ни у одного пациента к году после

операции не наблюдалось потери строк МКОЗ. Кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили: SRI $0,44\pm 0,21$ (от 0,14 до 0,94), SAI $0,71\pm 0,32$ (от 0,24 до 1,51). Коэффициенты безопасности и эффективности составили 1,2 и 1,11 соответственно.

К году после операции ТопоЛАЗИК К в 80,7% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было. НКОЗ составила в среднем $0,88\pm 0,14$ (от 0,60 до 1,00), НКОЗ 0,5 и выше была получена в 100% случаев, 0,8 и выше в 81% случаев, 1,0 и выше в 35% случаев. МКОЗ составила $0,96\pm 0,07$ (от 0,80 до 1,00), ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ. Кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили: SRI $0,37\pm 0,14$ (от 0,07 до 0,78), SAI $0,58\pm 0,19$ (от 0,21 до 1,02). Коэффициенты безопасности и эффективности составили 1,2 и 1,1 соответственно.

К году после операции ФЭК+ИОЛ+ТопоФРК в 96% была получена рефракция в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. Отклонения более 2 дптр отмечено не было. НКОЗ составила в среднем $0,76\pm 0,17$ (от 0,50 до 1,00), НКОЗ 0,5 и выше была получена в 100% случаев, 0,8 и выше в 52% случаев, 1,0 и выше в 12% случаев. МКОЗ составила $0,83\pm 0,14$ (от 0,60 до 1,00), ни у одного пациента к году после операции не наблюдалось потери строк МКОЗ. Кератотопографические индексы были приближены к нормальным значениям и составили: SRI $0,46\pm 0,13$ (от 0,26 до 0,65), SAI $0,67\pm 0,36$ (от 0,31 до 1,64). Коэффициенты безопасности и эффективности составили 0,99 и 0,91 соответственно.

Таким образом, на основании проведенного комплексного обследования было доказано, что разработанные технологии коррекции ПКРН показали высокие клинико-функциональные результаты с минимальным количеством осложнений, в сравнении со стандартными методами коррекции, а главное являются безопасными, эффективными и предсказуемыми. Все это позволяет

рекомендовать к применению в клинической практике, предложенный в данной работе, алгоритм зрительно-функциональной реабилитации в качестве дифференцированного и патогенетически-ориентированного подхода при выборе методов коррекции ПКРН.

ВЫВОДЫ

1. Использование стандартных технологий приводит к существенному уменьшению сферо-цилиндрического компонента рефракции, повышению НКОЗ и МКОЗ относительно дооперационных значений, но не позволяет добиться регуляризации поверхности роговицы. Интра- и послеоперационные осложнения операций, выполненных по стандартным технологиям, обусловлены недостаточной дооперационной диагностикой, не учитывающей специфические особенности глаз с ПКРН, а также несовершенством хирургических технологий и инструментария.
2. Комплексное обследование пациентов с ПКРН, включающее оценку функционального слезного комплекса, морфометрических и кератотопографических параметров роговицы, данных гидродинамики и прецизионный анализ структурного и функционального состояния хрусталика, позволило выявить пациентов с абсолютными противопоказаниями к коррекции ПКРН методами эксимерлазерной рефракционной хирургии (ССГ тяжелой степени (13,3%), признаки эктазии роговицы в связи с недиагностированным кератоконусом (3,5%), некомпенсированная глаукома (5,3%).
3. Разработанный алгоритм зрительно-функциональной реабилитации, основанный на результатах комплексного обследования пациентов и учитывающий особенности посткератотомического глаза, позволяет дифференцированно и патогенетически-ориентированно подойти к выбору метода коррекции ПКРН: ФРК, ТопоФРК, ЛАЗИК, ТопоЛАЗИК, удаление хрусталика методом факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ и последующей ФРК.

4. Разработанная технология коррекции ПКРН у пациентов с прозрачным хрусталиком и миопической рефракцией, методом топографически ориентированной ФРК, имеет более высокие клинико-функциональные результаты по сравнению со стандартной технологией ФРК, являясь безопасной (отсутствие потери строк МКОЗ в 100% случаев), эффективной (НКОЗ 0,5 и выше была получена в 100% случаев) и предсказуемой (рефракция в пределах ± 1 дптр от запланированной получена в 93,8% случаев).

5. Разработанная технология коррекции ПКРН у пациентов с прозрачным хрусталиком, гиперметропической рефракцией, кератотомическими рубцами без признаков расхождения и врастания эпителия, методом топографически ориентированного ЛАЗИК, имеет более высокие клинико-функциональные результаты с минимальным количеством осложнений по сравнению со стандартной технологией ЛАЗИК, являясь безопасной (отсутствие потери строк МКОЗ в 100% случаев), эффективной (НКОЗ 0,5 и выше получена в 100% случаев) и предсказуемой (рефракция в пределах ± 1 дптр от запланированной получена в 80,7% случаев).

6. Разработанная технология коррекции ПКРН у пациентов с помутнением хрусталика методом его замены на интраокулярную оптическую линзу с последующим выполнением топографически ориентированной ФРК, имеет более высокие клинико-функциональные результаты с минимальным количеством осложнений по сравнению со стандартной технологией факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ, являясь безопасной (отсутствие потери строк МКОЗ в 100% случаев), эффективной (НКОЗ 0,5 и выше получена в 100% случаев) и предсказуемой (рефракция в пределах ± 1 дптр от запланированной получена в 96% случаев).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Всем пациентам перед выполнением хирургической коррекции ПКРН необходимо проведение комплексного офтальмологического обследования, включающего оценку функционального слезного комплекса, морфометрических, оптических, гидродинамических и офтальмоэргономических показателей.
2. На основании полученных результатов комплексного обследования, а также используя предложенный алгоритм следует выбрать патогенетически ориентированный метод коррекции ПКРН.
3. В случае выявления признаков биомеханической нестабильности роговицы необходимо отказаться от методов лазерной рефракционной хирургии.
4. При отсутствии признаков биомеханической нестабильности роговицы и выявлении помутнения хрусталика и/или полного отсутствия аккомодации вне зависимости от рефракции, а также признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия у пациентов с гиперметропической рефракцией – следует выбрать двухэтапную тактику коррекции ПКРН, где первым этапом проводится удаление хрусталика методом факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ и расчетом на целевую миопическую рефракцию (расчетный сферозэквивалент рефракции от -2.0 до -3.0 дптр), а вторым этапом выполняется докоррекция остаточных рефракционных нарушений методом ФРК.
5. При выявлении гиперметропической рефракции, интактном хрусталике и отсутствии признаков расхождения кератотомических насечек с вращением эпителия, следует выбрать метод ЛАЗИК с формированием относительно толстого клапана (120-140 мкм).
6. При наличии интактного хрусталика и миопической рефракции, коррекцию ПКРН следует выполнять методом ФРК.

7. При выборе алгоритма кератоабляции следует ориентироваться на показатели кератотопографии и максимально скорректированной остроты зрения:

- если МКОЗ 0,8 и выше, а индексы иррегулярности и асимметрии роговицы не превышают 0,5 и 1,0 соответственно, возможно применение стандартного сферо-цилиндрического алгоритма кератоабляции;
- если МКОЗ не превышает 0,8, а индексы иррегулярности и асимметрии роговицы превышают 0,5 и 1,0 соответственно, показано выполнение топографически ориентированной кератоабляции.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВГД – внутриглазное давление

ДЗН – диск зрительного нерва

ИОЛ – интраокулярная линза

ККТ – компьютерная кератотопография

КМ – конфокальная микроскопия

КРО – кераторефракционные операции

ЛАЗИК – лазерный интрастромальный кератомилез *in situ*

МКОЗ – максимально скорректированная острота зрения

НКОЗ – некорректированная острота зрения

ОКТ – оптическая когерентная томография

ПРДК – передняя радиальная дозированная кератотомия

ПКРН – посткератотомические рефракционные нарушения

РК – радиальная кератотомия

СЖ – слезная жидкость

СП – слезная пленка

ССГ – синдром сухого глаза

СЭФ – субэпителиальная фиброплазия

ТопоЛАЗИК – топографически ориентированный лазерный интрастромальный кератомилез *in situ*

ТопоФРК - топографически ориентированная фоторефрактивная кератэктомия

ФРК – фоторефрактивная кератэктомия

ФСЛ – фемтосекундный лазер

ФЭК – факоэмульсификация катаракты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов С.Э. Клинико-экспериментальное изучение возможностей хирургической коррекции астигматизма // Дис. ... докт. мед. наук. – М., 1985. – 406 с.
2. Аветисов С.Э. Радиальная кератотомия и контузионные повреждения глазного яблока // Окулист.- 2000.- №2 (6).- С. 5.
3. Аветисов С.Э. Случай контузионного расхождения кератотомического надреза в «позднем» послеоперационном периоде // Вест. Офтальм.-1990.- № 2.- С. 59-61.
4. Аветисов С.Э. Хирургическая коррекция миопического астигматизма с помощью ортокератотомии // Вестн. офтальмологии.- 1982.- №6.- С. 36-39.
5. Аветисов С.Э., Антонов А.А., Вострухин С.В. Механизм прогрессирующей гиперметропии после радиальной кератотомии // Поле зрения.- 2014.- №1 (21).- С. 40-41.
6. Аветисов С.Э., Антонов А.А., Вострухин С.В. Нарушение гидродинамики и прогрессирующая гиперметропия после радиальной кератотомии // Российский общенациональный офтальмологический форум, 7-й: Сб. науч. тр. / Под ред. В.В. Нероева - М.: Апрель.- 2014.- Т. 2.- С. 514-518.
7. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р. Кераторефракционная хирургия.- М.: ИПО «Полигран».- 1993.- 120 с.
8. Аграновский А.А. Прогнозирование эффекта радиальной кератотомии при близорукости высокой степени, показания к операции и отдаленные результаты // Автореф. дис. ... канд. мед. наук.- М., 1989.- 21 с.
9. Алексеев И.Б. Роговичный астигматизм после операции рефракционной кератотомии // Вестн. офтальмол.- 1996.- Т. 112.- №1.- С. 13-15.
10. Аршина Ю.А., Петропавловловская Л.Г., Собянин Н.А., Контузионные осложнения на глазах, ранее перенесших радиальную кератотонию // Сб.науч. тр. Междунар. науч. – практ. конф. по офтальмохирургии «Восток-Запад».- Уфа.- 2012.- 500 с.

11. Балашевич Л.И. Клиническая корнеотопография и абберометрия.- Москва.- 2008.- 167 с.
12. Балашевич Л.И. Хирургическая коррекция аномалий рефракции и аккомодации.- СПб.: Человек, 2009.- 296с., ил.
13. Балашевич Л.И., Качанов А.Б. Клиническая корнеотопография и абберометрия // М.: ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова».- 2008.- 167с., ил.
14. Балашевич Л.И., Никулин М.С. Отдаленные результаты передней радиальной кератотомии // Офтальмохирургия.- 2005.- № 4.- С. 9-12.
15. Беликова Е.И. Интраокулярная коррекция пресбиопии и астигматизма у пациентов после LASIK и радиальной кератотомии // Офтальмохирургия.- 2011.- №3.- С. 5-9.
16. Беляев В.С. Некоторые возможности лечения высокой прогрессирующей миопии // Всерос. съезд офтальмологов, 3-й: Тез. докл.- М., 1975.- Т. 2.- С. 16.
17. Беляев В.С., Маунг Кио Тин, Барашков В.И. Склеропластика в лечении прогрессирующей миопии // Материалы 3-й науч. конф. офтальмологов Грузии.- Тбилиси.- 1974.- С. 259-261.
18. Бикбов М.М., Бикбулатова А.А., Пасикова Н.В. Анатомо-функциональное состояние глаза после передней радиальной кератотомии в отдаленном периоде. Обзор литературы // Катарактальная и рефракционная хирургия.- 2015.- Т.15.- №1.- С. 4-12.
19. Блинкова Е.С., Джаши Б.Г. Выбор хирургического метода коррекции индуцированных аметропий после кератотомии // Вестник ОГУ.- 2014.- №12 (173).- С. 65-67.
20. Богущ И.В. Комбинированный метод определения оптической силы интраокулярных линз после радиальной кератотомии // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.- 2009.- №4 (138).- С. 93-99.
21. Вострухин С.В. Современные методы офтальмотонометрии после радиальной кератотомии // Дис. ...канд. мед. наук.- М., 2017.- 115 с.

22. Горлина Т.Л. Осложнения радиальной кератотомии, их профилактика и лечение // Дис. канд. мед. наук.- М., 1993.- 131 с.
23. Груша О.В., Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р. О механизме уплощения роговицы в результате ее передних неперфорирующих разрезов // Вестн. офтальмологии.- 1981.- №1.- С. 36-38.
24. Гусев Ю.А., Беликова Е.И., Третьяк Е.Б., Жежелева Л.В. Современные подходы к интраокулярной коррекции послеоперационной афакии у пациентов после кераторефракционных операций // Офтальмология.- 2015.- Т.12.- №3.- С. 12-21.
25. Дога А.В. К вопросу об индуцированных аметропиях и их эксимерлазерной коррекции // Офтальмохирургия.- 2003.- №51.- С. 44-47.
26. Дога А.В. Эксимерлазерная рефракционная микрохирургия роговицы на базе сканирующей установки «Микроскан» // Дис. ...докт. мед. наук.- М., 2004.- 271с.
27. Дурнев В.В. Уменьшение рефракции роговицы методом передней кератотомии с целью хирургической коррекции миопии слабой и средней степени // Микрохирургия глаза.- Тбилиси.- 1976.- С. 129-132.
28. Дурнев В.В., Ермошин А.С. Определение зависимости между длиной передних радиальных неперфорирующих разрезов роговицы и их эффективностью // 4-я Всесоюз. конф. изобретателей и рационализаторов в области офтальмологии.- М., 1976.- С. 106.
29. Егорова Е.В., Пичикова Н.А., Пичикова Е.А. Первый опыт применения шеймпфлюг-изображения для определения оптической плотности хрусталика при фемто-факоэмульсификации катаракты // Вестник ТГУ, Т.20, вып.3, 2015.- С.561-563.
30. Еналиев Ф.С. Опыт хирургического лечения близорукости // Вестн. офтальмологии.- 1979.- №3.- С. 52-55.
31. Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В., Лялин А.Н., Конькова Л.В. Компьютерная аккомодография на приборе Speedy-K ver. MF-1 (Япония): Методические рекомендации // Ижевск.- 2007.- 24 с.

32. Ивашина А.И. Хирургическая коррекция близорукости методом передней радиальной кератотомии // Дис. ... докт. мед. наук.- М., 1989.- 483 с.
33. Ивашина А.И., Антонова Е.Г., Мушкова И.А., Бессарабов А.Н. Отдаленные функциональные результаты передней радиальной дозированной кератотомии при миопии слабой и средней степени // Хирургические методы лечения дальнозоркости и близорукости: Сб. науч. тр.- М., 1988.- С. 67-72.
34. Илатовская Л.В. Клинико-гистологическое исследование энуклеированных глаз с контузионным разрывом роговицы после радиальной кератотомии / Илатовская Л.В. [и др.] // Вестник офтальмологии.- 1998.- Т. 114.- № 4.- С. 3-8.
35. Катаргина Л.А. Аккомодация: Руководство для врачей.- М.: Апрель, 2012.- 136 с.
36. Кишкин Ю.И. Эксимерный лазер в коррекции остаточной близорукости после радиальной кератотомии // Дис. ... канд. мед. наук.- М., 1998.- 125 с.
37. Кондакова О.И. Алгоритм подготовки пациентов с индуцированными изменениями глазной поверхности к кераторефракционным операциям // Дис. ... канд. мед. наук.- М., 2011.- 148 с.
38. Коршунова Н.К., Мушкова И.А., Михальченко Н.Н., Тингаев В.В. 30-летний опыт радиальной кератотомии // Сб. научных статей 7 съезда офтальмологов, ч.1.- М.- 2000.- С. 256.
39. Костенев С.В., Черных В.В. Фемтосекундная лазерная хирургия. Новосибирск: Наука, 2012.- 141 с.
40. Кудрявцева Ю.В., Чупров А.Д., Кудрявцев В.А. Определение твердости хрусталика // Российский журнал биомеханика.- 2011.- Т. 15.- № 3.- С. 93-98.
41. Куренков В.В. Эксимерлазерная коррекция аметропий.- М.: Издательство РАМН, 2002.- 400с.: илл.
42. Майчук Н.В. Разработка клинико-биохимической системы диагностики, прогнозирования и коррекции поражений роговицы, индуцированных кераторефракционными операциями // Дис. ... канд. мед. наук, М., 2008.- 154 с.

43. Мамиконян В.Р. Клинико-экспериментальное изучение операции передней «компрессионной» кератотомии (офтокератотомии) при миопии // Автореф. дис. канд. мед. наук.- М., 1981.- 23 с.
44. Маунг Кио Тин. Отдаленные результаты наблюдений за больными с высокой прогрессирующей близорукостью после склеропластики в комбинации с передними насечками роговицы // Вестн. офтальмологии.-1979.- №2.- С. 30-32.
45. Маунг Кио Тин. Склеропластика в лечении прогрессирующей миопии // Вестн. офтальмологии.- 1976.- №3.- С. 24-26.
46. Мушкова И.А. Отдаленные результаты хирургической коррекции миопии слабой и средней степени // Дис. канд. мед. наук.- М., 1988.- 149 с.
47. Нероев В.В., Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., Ханджян А.Т., Пенкина А.В., Милаш С.В. Оценка анатомо-оптических параметров роговицы после кераторефракционных вмешательств с помощью шеймпфлюг-анализатора Galilei G2 // Российский офтальмологический журнал.- 2014.- №2.- С. 5-9.
48. Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н., Агафонов С.Г. Роль изменений анатомо-оптических взаимоотношений в переднем отрезке глаза после миопического Lasik и дозированной радиальной кератотомии в расчетах эффективного положения ИОЛ // Практическая медицина.- 2012.- №4 (59).- С. 284-287.
49. Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н., Агафонов С.Г., Халудорова Н.Б. Возможности использования стандартных методов оценки преломляющей силы роговицы для расчетов оптической силы ИОЛ после передней дозированной радиальной кератотомии // Вестник ОГУ.- 2011.- №14 (133).- С. 295-297.
50. Пантелеев Е.Н., Малюгин Б.Э., Бессарабов А.Н. с соавт. Выбор оптимальной послеоперационной рефракции при факоемульсификации катаракты у пациентов после ранее проведенной передней дозированной радиальной кератотомии // Вестник ОГУ.- 2013.- №4.- С. 201-203.

51. Пасикова Н.В., Бикбулатова А.А., Бикбов М.М. Факоэмульсификация катаракты у пациентов, перенесших переднюю радиальную кератотомию // Клиническая медицина.- 2016.- Т.8.- №2.- С. 66-70.
52. Патент РФ № 114850. Шпатель двусторонний для поднятия роговичного лоскута, сформированного с помощью фемтосекундного лазера / Костин О.А., Ребриков С.В., Овчинников А.И., Степанов А.А., Струков В.В.; Заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»; Заявл. 19.10.2011 г.
53. Пожарицкий М.Д. Восстановительная коррекция рефракционных нарушений зрительной системы на основе новой медицинской технологии сочетанного применения фемтосекундного лазерного воздействия и персонализированной абляции роговицы // Дис. ... д-ра мед. наук.- М., 2011.- 229 с.
54. Пурескин Н.П., Богуславская Э.С. Изменение кривизны роговицы путем ее передних и задних неперфорирующих надрезов // Вестн. Офтальмологии.- 1967.- №6.- С. 16-22.
55. Саркизова М.Б. Комплексные методы комбинированной хирургической коррекции высокой миопии, миопического астигматизма и анизометропии // Дис. ... докт. мед. наук.- М., 2001.- 368 с.
56. Саркизова М.Б. Эффективность повторной кератотомии // Дис. ... канд. мед. наук.- М., 1985.- 181 с.
57. Семенов А.Д., Кишкин Ю.И., Качалина Г.Ф., Кишкина В.Я., Семенова Н.А., Дога А.В., Саркизова М.Б. Эксимерлазерная коррекция остаточной близорукости после кератотомии при тонкой роговице // Актуальные вопросы офтальмологии: Материалы конф., посв. 170-летию Московской глазной больницы.- М., 1996.- (часть 2-я).- С. 222-223.
58. Семенов А.Д., Мушкова И.А., Майчук Н.В., Кишкин Ю.И. Конфокальная микроскопия роговицы в определении показаний к коррекции индуцированной аметропии после передней дозированной радиальной кератотомии методом

ЛАЗИК // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сб. научных статей.- М., 2008.- С. 215-219.

59. Сенченко Н.Я. Оптимизация расчета оптической силы торической ИОЛ у пациентов с катарактой и измененной топографией роговицы / Сенченко Н.Я. [и др.] // Офтальмохирургия.- 2016.- № 1.- С. 6-13.

60. Сергиенко Н.М., Лаврин Н.С., Устименко В.Л. Эффективность дозированной компрессии глаза при передних неперфорирующих кератотомиях // Офтальмол. журн.- 1982.- №3.- С. 172-175.

61. Сомов Е.Е. Синдромы слезной дисфункции (анатомо-физиологические основы, диагностика, клиника, лечение) / Е.Е. Сомов, В.А. Ободов; под ред. проф. Е.Е. Сомова.- СПб.: «Человек», 2011.- 160 с: ил.

62. Сомов Е.Е., Павлова Ю.А. Состояние прероговичной слезной пленки у пациентов, перенесших рефракционные операции // VIII съезд офтальмол. России: Тез. докл.- М.- 2005.- С. 130.

63. Стахеев А.А., Балашевич Л.И. Новый метод расчета силы интраокулярных линз для пациентов с катарактой, перенесших ранее радиальную кератотомию // Офтальмохирургия.- 2008.- №2.- С. 26-33.

64. Тахчиди Х.П. Индивидуальный подход применения сфероторических ИОЛ для хирургического лечения катаракты на глазах с иррегулярным астигматизмом роговицы после рефракционных операций / Тахчиди Х.П. [и др.] // Офтальмохирургия.- 2010.- № 3.- С. 18-22.

65. Тингаев В.В. Оценка результатов передней дозированной радиальной кератотомии при осевой и рефракционной миопии средней степени // Дис. ... канд. мед. наук.- М., 1994.- 101 с.

66. Трубилин В.Н., Пожарицкий М.Д. Сочетанное применение фемтосекундного лазерного воздействия и персонализированной абляции роговицы как новая медицинская технология хирургической коррекции рефракционных нарушений у пациентов после перенесенной радиальной кератотомии // Офтальмология.- 2009.- Т. 6.- №4.- С. 4-9.

67. Уткин В.Ф. Несквозная периферическая радиальная кератотомия в лечении сферической и асферической миопии // Вестн. офтальмологии.- 1979.- №2.- С. 21-24.
68. Федоров С.Н. Методика расчета эффективности передней кератотомии для хирургической коррекции близорукости / Федоров С.Н. [и др.] // Хирургия аномалий рефракции глаза: Сб. научн. трудов – М.: МНТК «Микрохирургия глаза».- 1981.- С. 13-18.
69. Федоров С.Н., Дурнев В.В. Применение метода передней дозированной кератотомии с целью хирургической коррекции миопии // Актуальные вопросы современной офтальмологии.- М.- 1977.- С. 47-48.
70. Федоров С.Н., Дурнев В.В. Хирургическая коррекция сложного миопического астигматизма методом передней кератотомии // Офтальмол. журн.- 1979.- №4.- С. 210-213.
71. Федоров С.Н., Семенов А.Д., Саркизова М.Б., Кишкин Ю.И., Кишкина В.Я., Качалина Г.Ф., Харизов А.А., Корниловский И.М., Семенова Н.А., Дога А.В. Выбор метода коррекции остаточной миопии после кератотомии – повторная кератотомия либо эксимерлазерная кератэктомия // Вопросы оперативной микрохирургии и микрохирургической анатомии: Материалы Российской науч. конф.- Оренбург.- 1997.- С. 67.
72. Хамптон Ф.Р. Рефракционная хирургия (Хирургические техники в офтальмологии): пер. с англ.; под науч. ред. С.Э. Аветисова, В.П. Еричева, И.А. Бубновой.- М.: Логосфера, 2016.- 248 с.
73. Ходжаев Н.С., Богуш И.В. Методы устранения рефракционных ошибок при расчете интраокулярных линз после кераторефракционных операций // Офтальмохирургия.- 2010.- №2.
74. Хорошилова-Маслова И.П., Андреева Л.Д., Илатовская Л.В., Кузнецова И.А. Клинико-гистопатологическое исследования энуклированных глаз с контузионными разрывами после радиальной кератотомии // Вестник офтальмологии.- 1998.- №4.- С. 3-8.

75. Юсеф Ю.Н., Касьянов А.А., Иванов М.Н., Юсеф С.Н., Введенский А.С., Рыжкова Е.Г., Щевелев А.Ю. Расчет оптической силы интраокулярных линз в нестандартных клинических ситуациях // Вестник офтальмол.- 2013.- №5.- С. 62-66.
76. Afshari N.A., Schirra F., Raposa P. et al. Laser in situ keratomileusis outcomes following radial keratotomy, astigmatic keratotomy, photorefractive keratectomy and penetrating keratoplasty // J. Cataract Refract. Surg.- 2005.- Vol. 31.- P. 2093-2100.
77. Aguirre Vila-Coro A., Bonafonte S., Fernandez del Cotero J.N. Epithelial inclusion cysts after radial keratotomy // Ann. Ophthalmol.- 1988.- Vol. 20(10).- P. 367-370.
78. Alvi N.P., Donohue E.K., Curnyn K., Sugar J. Rupture of radial keratotomy sites after presumed blunt trauma // Ophthalmic surgery and lasers.- 1995.- Vol. 26(6).- P. 574-575.
79. Anbar R., Malta J.B., Barbosa J.B. et al. Photorefractive keratectomy with mitomycin-C for consecutive hyperopia after radial keratotomy // Cornea.- 2009.- Vol. 28.- P. 371-374.
80. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method // J. Cataract Refract. Surg.- 2003.- Vol. 29.- № 11.- P. 2063-2068.
81. Arrowsmith P.N., Marks R.G. Visual, refractive and keratometric results of radial keratotomy. Five-year follow-up // Arch. Ophthalmol.- 1989.- Vol. 107.- №4.- P. 506-511.
82. Arrowsmith P.N., Marks R.G. Visual, refractive, and keratometric results of radial keratotomy. A two-year follow-up // Archives of ophthalmology.- 1987.- Vol.105(1).- P. 76-80.
83. Assessing the iron status of populations. World Health Organization. Geneva, 2010.
84. Attia W.H., Alio J.L., Artola A., et al. Laser in situ keratomileusis for undercorrection and overcorrection after radial keratotomy // J. Cataract Refract. Surg.- 2001.- Vol. 27.- P. 267-272.

85. Baudot A., Perone J.M., Agapie A., Lacusteanu M., Kurun S., Mnasri H., Bertaux J. Rupture of two radial keratotomy incisions 19 years later, during clear corneal cataract surgery // ARVO.- 2011, May 1-5.- Fort-Lauderdale; Florida; USA.
86. Behl S., Kothari K. Rupture of a radial keratotomy incisions after 11 years during clear corneal phacoemulsification // J. Cataract Refract. Surg.- 2001.- Vol. 27.- P. 1132-1134.
87. Binder P.S., Nayak S.K., Deg J.K., Zavala E.Y., Sugar J. An ultrastructural and histochemical study of long-term wound healing after radial keratotomy // American journal of ophthalmology.-1987.- Vol. 103(3).- P. 432-440.
88. Bryant M.R., Szerenyi K., Schmitzer H., McDonnell PJ. // I vest. Ophthalmol. 1994.- Vol.35.- P. 3022-3031.
89. Budak K., Friedman N.J., Koch D.D. Dehiscence of a radial keratotomy incision during clear corneal cataract surgery // J. Cataract Refract. Surg.- 1998.- Vol.- 24.- № 2.- P. 278-280.
90. Camellin M. Sheimpflug camera measurement of anterior and posterior corneal curvature in eyes with previous radial keratotomy / Camellin M. [et al.] // J. Refract. Surg.- 2012.- Vol. 28.- № 4.- P. 275-279.
91. Chen L., Mannis M.J., Salz J.J., Garcia-Ferrer F.J., Ge J. Analysis of intraocular lens power calculation in post-radial keratotomy eyes // J. Cataract Refract. Surg.- 2003.- Vol. 29.- P. 65-70.
92. Cionni R.J., Hamilton R., Stonecipher K.G. Toric IOLs for irregular astigmatism // Cataract Refract. Surg. Today.- 2014.- Vol. 9.- P. 40-42.
93. Clause M.A., Boutros G., Khanjian G., Wagner C., Garabet A.L. A retrospective study of laser in situ keratomileusis after radial keratotomy // J. Cataract Refract. Surg.- 2001.- Vol. 17.- P. 200-201.
94. Cross W.D. Complications of radial keratotomy: an overview / Cross W.D. [et al.] // Refractive Corneal Surgery.- 1986.- P. 347-399.
95. Cross W.D., Head W.J. // Refractive Surgegry. New Jersey: Slack inc.- 1985.- P. 195-228.

96. Cua I.Y. Intraocular lens calculations in patients with corneal scarring and irregular astigmatism / Cua I.Y. [et al.] // J. Cataract Refract. Surg.- 2003.- Vol. 29.- № 7.- P. 1352-1357.
97. Damiano R.E., Forstot S.L. Extreme corneal flattening after radial keratotomy // Am. J. Ophthalmol.- 1991.- Vol. 112(6).- P. 738.
98. Deg J.K., Zavala E.Y., Binder P.S. Delayed corneal wound healing following radial keratotomy // Ophthalmology.- 1985.- Vol. 92(6).- P. 734-740.
99. Deitz M.R., Leawood K.S. Late hyperopic shift in RK is too threatening to continue its widespread use // Amer. Acad. Ophthalmol. Annual Meeting Final Progr.- Atlanta.- 1995.- P. 98.
100. Deitz M.R., Sanders D.R. Progressive hyperopia with long-term follow-up of radial keratotomy // Arch. Ophthalmol.- 1985.- Vol.103.- № 6.- P. 782-784.
101. Deitz M.R., Sanders D.R., Raanan M.G. Progressive hyperopia in radial keratotomy. Long-term follow-up of diamond-knife and metal-blade series. Ophthalmol.- 1986.- Vol.93.- P. 1284-1289.
102. Devgan U. Cataract surgery after radial keratotomy can be challenging // Ocular Surgery News U.S. Edition.- 2007.
103. Ellis W. Radial Keratotomy and Astigmatism Surgery // Keith C. Terry and Assoc., Irvine, CA.- 1986.- 2nd Edition.- P. 126.
104. Ellis W. Reopening RK incisions modify overcorrections, astigmatism // Ophthalmology Times.- 1991.- Vol.16.- №14.- P. 26.
105. Ellis W. Reoperation for overcorrections in radial keratotomy and astigmatism surgery // Address to CLAO meeting in Las Vegas.- 1990.
106. Ernst S., Rosc J.M., Piquot X. et al. Radial keratotomy. Optical and functional results after a 5-year postoperative period. // J. Fr. Ophthalmol.-1993.- Vol.16.- № 3.- P. 146-152.
107. Feiz V. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery // Middle East Afr. J. Ophthalmol.- 2010.- Vol. 17 (1).- P. 63-68.
108. Flanagan G.W., Binder P.S. Effect of incision direction on refractive outcome after radial keratotomy // J. Cataract Refract. Surg.- 1996.- Vol.22.- №7.- P. 915-923.

109. Flanagan G.W., Binder P.S. Effect of incision direction on refractive outcome after radial keratotomy // J. Refract. Surg.- 1996.- Vol.12.- №2.- P. 299-301.
110. Forseto A.S., Nose R.A.M., Francesconi C.M., Nose W. Laser in situ keratomileusis for undercorrection after radial keratotomy // J. Refract. Surg.- 1999.- Vol. 15.- P. 424-428.
111. Francesconi C.M., Nose R.A.M., Nose W. Hyperopic laser-assisted in situ keratomileusis for radial keratotomy-induced hyperopia // Ophthalmology.- 2002.- Vol. 109.- P. 602-605.
112. Freeman M., Kumar V., Ramanathan U.S., O'Neill E. Dehiscence of keratotomy incision during phacoemulsification // Eye.- 2004.- Vol.18.- P. 101-103.
113. Fyodorov S.N., Durnev V.V. Operation of dosaged dissection of corneal circular ligament in cases of myopia of mild degree // Ann. Ophthalmol.- 1979.- Vol.7.- № 11.- P. 1885-1890.
114. Geggel H.S. Intraocular lens power selection after radial keratotomy: Topography, Manual, and IOL Master keratometry results using Haigis formulas // Ophthalmology.- 2015.- Vol. 122.- № 5.- P. 897-902.
115. Ghanem R.C., Ghanem V.C., Ghanem E.A. et al. Corneal wavefront-guided photorefractive keratectomy with mitomycin-C for hyperopia after radial keratotomy: two-year follow-up // J. Cataract Refract. Surg.- 2012.- Vol. 38.- P. 595-606.
116. Glasgow B.J., Brown H.H., Aizuss D.H., Mondino B.J., Foos R.Y. Traumatic dehiscence of incisions seven years after radial keratotomy // Am. J. Ophthalmol.- 1988.- Vol.106.- P. 703-707.
117. Hill W.E. IOL calculations after refractive surgery // Adv. Ocular Care.- 2011.- P. 17-19.
118. Ho J.D. Validity of the keratometric index: evaluation by the Pentacam rotating Scheimpflug camera / Ho J.D. [et al.] // J. Cataract Refract. Surg.- 2008.- Vol. 34.- № 1.- P. 137-145.
119. Hoffer K.J. Calculation of intraocular lens power in post radial keratotomy eyes // Ophthalmic. Pract.- 1994.- Vol. 12.- P. 242-244.

120. Hoffer K.J. Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy // J. Refract. Surg.- 1995.- Vol.11.- P. 490-493.
121. Holladay J.T. Cataract surgery in patients with prior keratorefractive surgery (RK, PRK and LASIK) // Ophthalmic Pract.- 1997.- Vol. 15.- P. 238-244.
122. Jaycock P.D., Lobo L., Ibrahim J., Tyrer J., Marshall J. Interferometric technique to measure biomechanical changes in the cornea induced by refractive surgery // J. Cataract. Refract. Surg.- 2005.- Vol.31(1).- P.175-184.
123. Joyal H., Gregoire J., Faucher A. Photorefractive keratectomy to correct hyperopic shift after radial keratotomy // J. Cataract Refract. Surg.- 2003.- Vol. 29.- P. 1502-1506.
124. Kamiya K., Shimizu K. Implantable collamer lens for hyperopia after radial keratotomy // J. Cataract Refract. Surg.- 2008.- Vol. 34.- P. 1403-1404.
125. Kemp J.R. Diurnal fluctuations in corneal topography 10 years after radial keratotomy in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy Study / Kemp J.R. [at al.] // J. Cataract Refract. Surg.- 1999.- Vol.- 25.- № 7.- P. 904-910.
126. Kirkconnell W.S. Progressive hyperopia following radial keratotomy // Journal of cataract and refractive surgery.- 1989.- Vol.15(6).- P. 719.
127. Koch D.D., Maloney R., Hardten D.R. et al. Wavefront-guided photorefractive keratectomy in eyes with prior radial keratotomy; a multicenter study // Ophthalmology.- 2009.- Vol.116.- P. 1688–1696.
128. Krumeich J.H., Daniel J., Gast R. The suction bridge for radial keratotomy may avoid late hyperopic shift // J. Refract. Surg.- 1997.- Vol.13.- № 4.- P. 367-373.
129. Kwitko S., Garbus J.J., McDonnell P.J. Correction of hyperopia following radial keratotomy // Ophthalmic surgery.- 1991.- Vol.22(2).- P. 115-117.
130. Lans L.J. Experimentelle Untersuchungen der Entstehung von Astigmatismus durch nichtperforirende Corneawunden // Albrecht von Graefes Arch. Ophthalmol.- 1898.- Vol.45.- P. 117-152.
131. Leccisotti A. Femtosecond laser assisted hyperopic laser in situ keratomileusis with tissue-saving ablation: analysis of 800 cases // J. Cataract Refract. Surg.- 2014.- Vol.40.- P. 1122-1130.

132. Lee A.C., Qazi M.A. Biometry and intraocular lens power calculation // *Curr. Opin. Ophthalmol.*- 2008.- Vol. 19.- № 1.- P. 13-17.
133. Lee B.L., Manche E.E., Glasgow B.J. Rupture of radial and arcuate keratotomy scars by blunt trauma 91 months after incisional keratotomy // *American journal of ophthalmology.*- 1995.- Vol.120(1).- P. 108-110.
134. Lee T., Nordan L.T., Binder S., Kassab B.S., Heitzmann J. Photorefractive keratectomy to treat myopia and astigmatism after radial keratotomy and penetrating keratoplasty // *J. Cataract Refract. Surg.*- 1995.- Vol. 21.- P. 268-273.
135. Lindquist T.D., Williams P.A., Lindstrom R.L. Surgical treatment of overcorrection following radial keratotomy: evaluation of clinical effectiveness // *Ophthalmic surgery.*- 1991.- Vol.22(1).- P. 12-15.
136. Lipshitz I., Man O., Shemesh G., et al. Laser in situ keratomileusis to correct hyperopic shift after radial keratotomy // *J. Cataract Refract. Surg.*- 2001.- Vol. 27.- P. 273–276.
137. Luttrull J.K., Jester J.V., Smith R.E. The effect of radial keratotomy on ocular integrity in an animal model // *Arch. Ophthalmol.*- 1982.- Vol.100.- P. 319-320.
138. Lyle W.A., Jin G.J. Laser in situ keratomileusis for consecutive hyperopia after myopic LASIK and radial keratotomy // *J. Cataract Refract. Surg.*- 2003.- Vol. 29.- P. 879–888.
139. Marmer R.H. Radial keratotomy complications // *Annals of ophthalmology.*- 1987.- Vol.19(11).- P. 409-411.
140. McDermott M.L., Wilkinson W.S., Tuke D.B., Madson M.P., Cowden J.W., Puklin J.E. Corneoscleral rupture ten years after radial keratotomy // *American journal of ophthalmology.*- 1990.- Vol.110(5).- P. 575-577.
141. McDonnell P.J., Lean J.S., Schanzlin D.J. Globe rupture from blunt trauma after hexagonal keratotomy // *American journal of ophthalmology.*- 1987.- Vol.103(2).- P. 241-242.
142. McDonnell P.J., Nizam A., Lynn M.J., Waring G.O., 3rd. Morning-to-evening change in refraction, corneal curvature, and visual acuity 11 years after radial

keratotomy in the prospective evaluation of radial keratotomy study. The PERK Study Group // *Ophthalmology*.- 1996.- Vol.103(2).- P. 233-239.

143. Mimura T., Fujimura S., Yamagami S., Usui T., Honda N., Shirakawa R., Fukuoka S., Amano S. Severe hyperopic shift and irregular astigmatism after radial keratotomy // *Eye Contact Lens*.- 2009.- Vol.35(6).- P. 345-347.

144. Munoz G., Albarran-Diego C., Sakla H.F., et al. Femtosecond laser in situ keratomileusis after radial keratotomy // *J. Cataract Refract. Surg*.- 2006.- Vol. 32.- № 8.- P.1270-1275.

145. Myers W., Bores L.D., Cowden J. Radial keratotomy: an analysis of the American experience // *Ann. Ophthalmol*.- 1981.- Vol. 13(8).- P. 941-948.

146. Neumann A.C. Comparison of presently available pachometers and statistical results of radial keratotomy // *Refractive Keratoplasty*. Denison, Texas, LAL Publishing.- 1983.- P. 218-231.

147. Neumann A.C., Osher R.H., Fenzl R.E. Radial keratotomy: a comprehensive evaluation. *Doc. Ophthalmol*.- 1984.- Vol.56.- P. 275-301.

148. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review // *Acta Ophthalmol. Scand*.- 2007.- Vol. 85.- № 5.- P. 472-485.

149. Oral D., Awwad S.T., Seward M.S., et al. Hyperopic laser in situ keratomileusis in eyes with previous radial keratotomy // *J. Cataract Refract. Surg*.- 2005.- Vol.31.- №8.- P. 1561-1568.

150. Packer M. Even-smaller-incision biaxial microincisional cataract surgery // *Cataract Refract. Surg. Today*.- 2012.- Vol.12.- P. 75-77.

151. Pearlstein E.S., Agapitos J., Cantrill H.L., Holland E.J., Lindstrom R.L. Ruptured globe after radial keratotomy // *Am. J. Ophthalmol*.- 1988.- Vol.106.- P. 755-756.

152. Perente I., Utine S.A., Cakir H., et al. Complicated flap creation with femtosecond laser after radial keratotomy // *Cornea*.- 2007.- Vol.26.- №9.- P. 1138-1140.

153. Pinheiro M.N., Bryant M.R., Tayanipour R. et.al. // *Ophthalmology*.-1995.- Vol.102.- P 297-301.

154. Portellinha W., Nakano K., Oliveira M., Simocelli R. Laser in situ keratomileusis for overcorrection after radial keratotomy // J. Refract. Surg.- 2000.- Vol.16.- P. S253-S256.
155. Potvin R., Hill W. New algorithm for post-radialkeratotomy intraocular lens power calculations based on rotating Scheimpflug camera data // J. Cataract Refract. Surg.- 2013.- Vol.39.- P. 358-365.
156. Rajan M.S., Keilhorn I., Bell J.A. Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations // Eye.- 2002.- Vol.16.- P. 552-556.
157. Roberts C. The cornea is not a piece of plastic // J.Refract.Surg.- 2000.- Vol.16.- P. 407-413.
158. Rowsey J.J., Balyeat H.D. Preliminary results and complications of radial keratotomy // Am. J. Ophthalmol.- 1982.- Vol.93.- №4.- P. 437-455.
159. Rush S.W., Rush R.B. One-year outcomes of femtosecond laser-assisted LASIK following previous radial keratotomy // J. Refract. Surg.- 2016.- Vol.32(1).- P. 15-19.
160. Salamon S.A., Hjortdal J.O., Ehlers N. Refractive results of radial keratotomy: a ten-year retrospective study // Acta. Ophthalmol. Scand.- 2000.- Vol. 78.- № 5.- P. 566-568.
161. Salz J.J., Lee T., Jester J. et al. Analysis of incision depth following experimental radial keratotomy // Ophthalmology.- 1983.- Vol. 90.- № 6.- P. 655-659.
162. Santos V.R. Morning-to-evening change in refraction, corneal curvature, and visual acuity 2 to 4 years after radial keratotomy in PERK Study / Santos V.R. [et al.] // Ophthalmology.- 1988.- Vol.95.- №11.- P. 1487-1493.
163. Sato T. Experimental Study of Anterior and Posterior Half Corneal Incision for Myopia. Rinsho Ganka.- 1952.- Vol.6.- P. 209.
164. Sato T., Akiyama K., Shibata H. A new surgical approach to myopia // Amer. J. Ophthalmol.- 1953.- Vol.36.- P. 823-829.

165. Sato T., Shibata H., Akiyama K. Anterior - Posterior Incision of the Corneal for Myopia // *Acta Soc. Ophthalmol. Jap.*- 1952.- Vol.56(10).- P. 1137-1141.
166. Sawelson H., Deitz M.R., Arrowsmith P.N. Postoperative care and complications // *Radial Keratotomy*. ARK Study Group SLACK Incorporated.- 1984.- P. 91-100.
167. Sawelson H., Marks R.G. Five-year results of radial keratotomy // *Refract. Corneal Surg.*- 1989.- Vol. 5.- P. 8-20.
168. Schanzlin D.J., Santos V.R., Waring G.O., Lynn M.J. Diurnal change in refraction, corneal curvature, visual acuity and intraocular pressure after radial keratotomy in the PERK Study // *Ophthalmol.*- 1986.- Vol.93.- P. 167-175.
169. Schiøtz H. Ein Fall von hochgradigem Hornhautastigmatismus nach Staarextraction. Besserung auf operativem Wege // *Archiv Augenheilkunde.*-1885.- Vol.15.- P. 178-181.
170. Semyonov A., Kishkina V.Ya., Kishkin Yu.I., Sarkizova M., Kachalina G. Photorefractive keratectomy after radial keratotomy // 11-th Congress of the European Society of Ophthalmology: Abstracts.- Budapest.- 1997.- P. 371.
171. Shah S.B., Lingua R.W., Kim Ch.H., Peters N.T. Laser in situ keratomileusis to correct residual myopia and astigmatism after radial keratotomy // *J. Cataract Refract. Surg.*- 2000.- Vol.26.- P. 1152-1157.
172. Shen P. Biometric measurements in highly myopic eyes / Shen P. [et al.] // *J. Cataract Refract. Surg.*- 2013.- Vol. 39.- № 2.- P. 180-187.
173. Shivitz I.A., Arrowsmith I.A., Russell I.A. Contact lenses in treatment of patients with overcorrected radial keratotomy // *Ophthalmology.*- 1987.- Vol. 94.- P. 899-903.
174. Staheev A.A. Intraocular lens calculation for cataract after prior radial keratotomy // *Ophthalmic Physiol. Opt.*- 2002.- Vol. 22.- P. 289-295.
175. Tahzib N.G., Eggink F., Odenthal M. et al. Artisan iris-fixated toric phakic and aphakic intraocular lens implantation for the correction of astigmatic refractive error after radial keratotomy // *J. Cataract Refract. Surg.*- 2007.- Vol. 33.- P. 531-535.

176. Viteri E. Using the Pentacam for IOL power calculation // Highlights Ophthalmol.- 2008.- Vol.36(3).- P. 13-16.
177. Waisberg Y. Bilateral high hyperopia after radial keratotomy // J. Cataract Refract. Surg.- 1993.- Vol.19.- P. 88-89.
178. Waring G.O. Radial keratotomy in perspective // Am. J. Ophthalmol.- 1981.- Vol.92.- №2.- P. 286-291.
179. Waring G.O. The changing status of radial keratotomy for myopia // Refractive Surgery.- 1985.- P. 119-137.
180. Waring G.O., Lynn M.J., McDonnell J. Results of the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy (PERK) Study 10 years after surgery; the PERK Study Group // J. Arch Ophthalmol.- 1994.- Vol.112.- P. 1298-1308.
181. Waring G.O., Lynn M.J., Strahlman E.R., Kutner M.H., Culbertson W., Laibson R., Linstrom R.D., McDonald M.B., Myers W.D., Obstbaum S.A. Stability of refraction during four years after radial keratotomy in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy study. Am.J. Ophthalmol.-1991.- Vol.111.- P. 133-144.
182. Werblin T.P., Stafford G.M. The Casebeer system for predictable keratorefractive surgery: one-year evaluation of 205 consecutive eyes // Ophthalmology.- 1993.- Vol. 100.- № 7.- P. 1095-1102.
183. Werblin T.P., Stafford G.M. Three year results of refractive keratotomy using Casebeer system // J. Cataract Refr. Surg.- 1996.- Vol.22.- №8.- P. 1023-1029.
184. Zaldivar R., Schultz M.C., Davidoff J.M., Holladay J.T. Intraocular lens power calculations in patient with extreme myopia // J. Cataract Refract. Surg.- 2000.- Vol.26.- P. 668-674.