

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ФИЛИАЛ ФГУ «МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»
ИМ. АКАДЕМИКА С.Н. ФЕДОРОВА РОСМЕДТЕХНОЛОГИИ»

На правах рукописи

Патеева
Татьяна Зиновьевна

ФЕМТОЛАЗЕРНАЯ КОРРЕКЦИЯ МИОПИИ

14.01.07 - глазные болезни

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Заслуженный врач РФ,
доктор медицинских наук, профессор
Николай Петрович Паштаев

Москва – 2011

Оглавление

Список сокращений	4
Введение	6
Глава 1. Обзор литературы	12
1.1. Современные кераторефракционные методы коррекции миопии	12
1.2. Эксимерлазерные методы коррекции миопии	15
1.3. Использование фемтосекундного лазера для формирования роговичного лоскута при выполнении лазерного кератомилеза	36
Глава 2. Материалы и методы	45
2.1 Методы клинико-функционального обследования пациентов	45
2.2. Общая характеристика пациентов и результаты клинико- функциональных методов исследования пациентов до операции	52
Глава 3. Технология хирургического лечения миопии на основе лазерного кератомилеза с использованием фемтосекундного лазера	63
3.1. Предоперационная подготовка	63
3.2. Характеристика лазерных установок	63
3.3. Особенности формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера	67
3.4. Хирургическая технология лазерного in situ кератомилеза с использованием фемтосекундного лазера для коррекции миопии	72
3.5. Интраоперационные осложнения при выполнении IntraLASIK и LASIK	79
Глава 4. Клинико – функциональные результаты хирургического лечения миопии	82
4.1.1. Особенности клинического течения послеоперационного периода после IntraLASIK и LASIK	82
4.1.2. Изменения структуры роговицы в послеоперационном периоде после IntraLASIK и LASIK	86
4.1.3. Изменения показателей количественной и качественной	

оценки слезопродукции в послеоперационном периоде IntraLASIK и LASIK	94
4.2. Сравнительная оценка осложнений послеоперационного периода после IntraLASIK и LASIK	97
4.3. Сравнительный анализ визуальных и рефракционных результатов IntraLASIK и LASIK	102
Глава 5. Сравнительная оценка качества зрения и биомеханических свойств роговицы в зависимости от способа формирования роговичного лоскута	113
5.1.1. Сравнительная характеристика параметров роговичного лоскута и стромального ложа в зависимости от способа формирования роговичного лоскута	113
5.1.2. Сравнительный анализ динамики аббераций высшего порядка	128
5.1.3. Изменения показателей пространственной контрастной чувствительности после IntraLASIK и LASIK	129
5.2. Анализ изменений биомеханических свойств роговицы после IntraLASIK и LASIK (по данным анализатора биомеханических свойств роговицы)	131
Заключение	139
Выводы	152
Практические рекомендации	155
Список литературы	156

Список сокращений

АВП	абберрации высшего порядка
ВРСП	время разрыва слезной пленки
Кб, Кэ	коэффициенты (индексы) безопасности и эффективности
КТ	корнеальный гистерезис
КОЗ	корригированная острота зрения
КРЛО	кераторефракционные лазерные операции: ЛАЗИК - лазерный in situ кератомилез с использованием механического микрокератома для формирования роговичного лоскута ИнтраЛАЗИК - ЛАЗИК с использованием фемтосекундного лазера для формирования роговичного лоскута Эпи-ЛАЗИК - поверхностный ЛАЗИК с использованием механического микрокератома для формирования эпителиального лоскута ЛАЗЕК – лазерный эпителиальный кератомилез с использованием спиртового раствора для формирования эпителиального лоскута ФРК – фоторефракционная кератэктомия
МКЛ	мягкая контактная линза
мкм	микрометр
НКОЗ	некорригированная острота зрения
ОКТ	оптическая когерентная томография
ПКЧ	пространственная контрастная чувствительность
ПРК	передняя радиальная кератотомия
ПЭК	плотность эндотелиальных клеток
СА	сферические абберрации
ССГ	синдром сухого глаза

СЭ	сферический эквивалент рефракции
СЭФ	субэпителиальная фиброплазия, флер или хейз (haze)
ФГУ	Федеральное Государственное Учреждение
«МНТК «МГ»	«Межотраслевой научно - технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н.Федорова
ФСЛ	фемтосекундный лазер
ФРР	фактор резистентности роговицы
ЦТР	центральная толщина роговицы
ЧФ	Чебоксарский филиал
НОА	общее обозначение всех аберраций высшего порядка (Higher Order Aberrations)
ORA	анализатор биомеханических свойств роговицы (Ocular Response Analyzer)
RMS	среднеквадратичное значение ошибок отклонения волнового фронта

Введение

Актуальность. Проблема эффективной коррекции миопической рефракции по-прежнему остается одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед современной офтальмологией. Это связано с широким распространением данной патологии среди населения и отсутствием универсальных способов ее коррекции. Так, например, по данным А.М. Южакова (2003), в России заболеваемость близорукостью по обращаемости составила в среднем 1119,6 на 100 тыс. населения [104]. Кроме того, аномалии рефракции являются одной из причин первичной инвалидности, показатели которой, по данным Е.С. Либман (1978-2003), за последние годы выросли в России в 3 раза и в 2002 г. составили 3,5 на 10 тыс. взрослого населения [61].

Очковая и контактная коррекция далеко не в каждом случае оказываются оптимальными, особенно у пациентов с высокими степенями миопии и анизометропией, поскольку не способны обеспечить полную реабилитацию пациентов как в клиническом, так и в социальном аспектах [3]. В связи с этим в последние десятилетия стала бурно развиваться рефракционная хирургия, базирующаяся на новых технологиях, современных материалах и сложной технике [5, 17, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 185, 201, 203, 204 и др.].

Во многом, успех этого направления связан с внедрением лазеров, использование которых позволило поднять коррекцию миопии на качественно новый технологический уровень. Революционным явилось предложение S.Trokel использовать эксимерлазерное излучение с длиной волны 193 нм для воздействия на роговицу [226]. Данный вид излучения обладал рядом преимуществ, благодаря своей микронной точности и отсутствию воздействия на окружающие ткани. Наряду с зарубежными учеными [114, 137, 177, 185] большой вклад на этапе становления нового направления рефракционной офтальмохирургии внесли российские ученые [51, 77, 95, 96 и др.]. За последние годы офтальмологами разных стран

накоплен большой клинический опыт использования эксимерлазерных систем, особенно в коррекции миопии [17, 44, 60, 78, 86, 124, 143, 173, 188]. Однако, по-прежнему, многие разделы эксимерлазерной хирургии требуют дальнейшего изучения. Остается нерешенной проблема формирования прогнозируемого роговичного лоскута, недостаточно изучена проблема изменения биомеханических свойств роговицы после LASIK с использованием фемтосекундного лазера (IntraLASIK), требуется дальнейшее изучение структурных изменений роговицы после этой операции.

Целью настоящего исследования явилось усовершенствование и обоснование преимуществ технологии IntraLASIK в коррекции миопии различной степени.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Усовершенствовать технологию лазерного in situ кератомилеза с использованием фемтосекундного лазера (IntraLASIK) и провести в клинике коррекцию миопии различной степени с использованием данной технологии.
2. Проанализировать особенности формирования роговичного лоскута механическим микрокератомом и при помощи фемтосекундного лазера с использованием метода оптической когерентной томографии.
3. Провести сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопии по стандартной технологии лазерного in situ кератомилеза с использованием механического микрокератома и технологии IntraLASIK.
4. Проанализировать особенности изменения биомеханических свойств роговицы, пространственной контрастной чувствительности и данных абберрометрии при выполнении лазерного in situ кератомилеза с использованием механического микрокератома и фемтосекундного лазера.
5. Изучить структуру интра - и послеоперационных осложнений технологии лазерного in situ кератомилеза с формированием роговичного лоскута при помощи механического микрокератома и при помощи фемтосекундного лазера и определить уточненные показания к операции IntraLASIK.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Лазерный in situ кератомилез с формированием роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера «IntraLase FS» является более совершенной технологией коррекции миопии.
2. За счет формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера достигаются более высокие показатели безопасности, предсказуемости рефракционного эффекта, повышения качества зрения и прогнозируемости интра- и послеоперационных осложнений.
3. Лазерный in situ кератомилез с формированием роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера является более эффективной технологией для коррекции миопии у пациентов с тонкой роговицей.

Научная новизна

Впервые показано, что IntraLASIK, выполненный на современных лазерных установках «IntraLase FS» и «МикроСкан - ЦФП», обеспечивает высокие и стабильные клинические результаты при коррекции миопии различной степени.

Определена возможность получения большей площади эффективного стромального ложа при использовании фемтосекундного лазера, что позволяет увеличить как оптическую, так и переходную зону эксимерлазерной абляции.

Установлена зависимость между снижением аберраций высшего порядка и улучшением пространственной контрастной чувствительности от формы роговичного лоскута и увеличением оптической и переходной зоны абляции в большей степени после IntraLASIK в сравнении с LASIK.

Впервые дана сравнительная динамика изменения биомеханических свойств роговицы при выполнении лазерного in situ кератомилеза с использованием механического микрокератома и фемтосекундного лазера.

Практическая значимость работы

Полученные клинико – функциональные результаты, исследования изменений биомеханических свойств, анализ структурных изменений роговицы после IntraLASIK позволяют сделать заключение об эффективности и безопасности данной технологии и рекомендовать ее в широкую практику с целью коррекции миопии различной степени.

Более ранние сроки тканевой репарации после IntraLASIK приводят к укорочению сроков транзиторного синдрома «сухого глаза», что является актуальным для пациентов, чья зрительная работа связана с компьютером.

Возможность формирования предсказуемо-тонких и равномерных по толщине роговичных лоскутов, плотная адгезия со стромой и прочное рубцевание по периферии лоскута, позволяют расширить круг ранее инокурабельных пациентов с высокой миопией и тонкой роговицей.

Выявленные в работе уменьшение аберраций высших порядков, улучшение показателей пространственной контрастной чувствительности, в т.ч. снижение чувствительности к засветам, характеризующие IntraLASIK, позволяют рекомендовать данную операцию пациентам, профессия которых предъявляет повышенные требования к органу зрения.

Реализация результатов исследования

Основные результаты работы внедрены в лечебный процесс ЧФ ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза». Основанные на данном исследовании рекомендации по применению технологий IntraLASIK и LASIK используются в лечебно-диагностической практике, научной работе и учебном процессе в ЧФ ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза», на кафедре офтальмологии Государственного образовательного учреждения ДПО «Институт усовершенствования врачей» Министерства здравоохранения и социального развития Чувашской Республики. Разработана и утверждена МЗ и СР РФ медицинская технология «Хирургическая коррекция аметропий

на основе лазерного кератомилеза in situ с использованием фемтосекундного лазера».

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции «Новые технологии в офтальмологии» (Казань, 2008 г.), Российской научно-практической конференции офтальмологов «Ижевские родники-2008» (Ижевск, 2008 г.), международной научно-практической конференции «Современные технологии лечения заболеваний переднего и заднего сегментов глаза» (Уфа, 2008 г.), 43-й научно-практической межрегиональной конференции врачей «Год семьи. Механизмы реализации приоритетного национального проекта и демографической политики в системе здравоохранения» (Ульяновск, 2008 г.), на VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Федоровские чтения – 2008» (Москва, 2008 г.), научно-практической конференции, посвященной 20-летию Хабаровского филиала ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» «Новые технологии в диагностике и лечении заболеваний органа зрения» (Хабаровск, 2008г.), научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии-2008» (Москва, 2008г.), на межрегиональной конференции офтальмологов «Рефракция-2008» (Самара, 2008 г.), юбилейной XX Российской научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии микрохирургии глаза» (Оренбург, 2009 г.), 9-м съезде офтальмологов России (Москва, 2010 г.), научно-клинической конференции ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (Москва, 2010 г.).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 3 в отечественных рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ. Разработаны и внедрены 2 патента РФ на изобретение (№2366393 от 10.09.2009, №2367397 от 20.09.2009).

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Диссертация иллюстрирована 47 рисунками и фотографиями, содержит 26 таблиц. Общий объем составляет 180 страниц машинописного текста. Список литературы содержит 234 библиографических источника, из них 105 отечественных и 129 зарубежных.

Глава 1

Обзор литературы

1.1. Современные кераторефракционные методы коррекции миопии

Коррекция рефракционных нарушений глаза у пациентов с миопией на сегодняшний день осуществляется по 3 направлениям.

Первое направление – экстраокулярное, когда дополнительная оптическая система размещается перед глазным яблоком (очки) или непосредственно на нем (контактные линзы).

Второе направление – изменение преломляющей способности роговой оболочки дозированным хирургическим воздействием с помощью ножа или лазерного излучения. Эти операции направлены на уменьшение преломляющей силы роговицы за счет изменения радиуса кривизны ее передней поверхности. Изменить преломляющую силу можно путем моделирования кривизны передней поверхности в центральной оптически наиболее активной ее части как при помощи непосредственного воздействия на центр роговицы, так и опосредованного уплощения за счет воздействия на оптически менее активную периферическую часть.

Третье направление – интраокулярная коррекция предусматривает изменение клинической рефракции глаза с помощью операций со вскрытием глазного яблока: имплантация отрицательных ИОЛ в факичный глаз, экстракция прозрачного хрусталика (ленсэктомия) без и с имплантацией ИОЛ.

Роговая оболочка является очень удобным объектом для рефракционных операций, в первую очередь, вследствие ее доступности, так как ее форму можно моделировать, не вскрывая глазное яблоко. Кроме того, роговица состоит из бессосудистой ткани с высокими регенераторными способностями, что позволяет проводить бескровные операции при сохранении прозрачности ткани. Наконец, роговица имеет высокую преломляющую силу порядка 40 дптр, что позволяет даже при минимальных воздействиях добиваться существенного ее изменения. Вследствие

указанных причин именно роговица стала объектом для первых массовых рефракционных операций [17].

Экспериментальные и клинические исследования с применением воздействия на роговицу с целью ослабления ее рефракции предпринимались еще в начале 20 века. Развитие и усовершенствование различных методов кераторефракционной лазерной хирургии в коррекции миопии привело к достижению значительных успехов. Основные результаты исследований по данной проблеме связаны с именами J. Barraquer, разработавшем в 1949 г. технику кератофакии и в 1964 г. технику кератомилеза, T.Sato (1953), Н.П.Пурескиным, Э.С.Богуславской (1967), С.Н.Федоровым (1971), выполнившими первые экспериментальные исследования и разработавшими технику кератотомии, и S.Trokel, R.Srinivasan, B.Barren, опубликовавшими в 1983 г. первое сообщение об использовании эксимерного лазера в хирургии роговицы. В 1999 – 2000 гг. появились первые сообщения о результатах применения фемтосекундного лазера [74, 212]. На основе выше перечисленных исследований появились разные виды кераторефракционных операций для коррекции миопии, основанные на различных технологиях [17].

Роговичные (корнеальные) операции для коррекции миопии по месту приложения воздействия могут быть разделены на:

1. Изменяющие кривизну центра роговицы за счет воздействия на ее периферии:
 - передняя радиальная кератотомия;
 - тангенциальная, продольная и другие виды кератотомии при астигматизме.
2. Изменяющие кривизну центра роговицы за счет воздействия на центральную зону:
 - кератомилез;
 - фоторефрактивная (эксимерлазерная) кератэктомия;
 - автоматизированная ламеллярная кератопластика;
 - кератомилез в сочетании с фоторефрактивной кератэктомией (LASIK)

- LASEK, Epi - LASIK

Передняя радиальная кератотомия (ПРК) стала первой массовой операцией для коррекции миопии, внедренной во всем мире благодаря усилиям акад. С.Н.Федорова, и поэтому всегда связывается с его именем. Между тем сама идея уменьшения общей рефракции глаза за счет снижения оптической силы передней поверхности роговицы появилась в 50-е годы. Группа японских офтальмологов во главе с Т.Sato опубликовала статью в «American Journal of Ophthalmology» и идея стала хорошо известна офтальмологам всего мира: уплощение роговицы при миопии за счет надрезов ее стромы со стороны эндотелия [215]. В конечном итоге операция оказалась травматичной, труднопрогнозируемой и недостаточно эффективной. Операции такого типа были прекращены из-за многочисленных случаев декомпенсации роговицы, однако идеи Sato и его коллег получили развитие именно на русской почве. Решающий вклад в разработку техники кератотомии внес С.Н.Федоров и его ученики, ими были созданы первые номограммы для расчета прогноза операции в зависимости от степени миопии, толщины роговицы, ее диаметра, эластических свойств и т.д.. Затем они создали первую в мире компьютерную программу расчета операции, что привело к созданию цельной технологии, пригодной для широкого тиражирования и доступной рядовому хирургу [12, 36, 38, 90, 91, 92, 93, 146]. Массовая волна этих операций прокатилась по всему миру, дав возможность миллионам людей освободиться от очков и контактных линз. Тем не менее качество исполнения кератотомии все же оставалось в большой зависимости от индивидуального мастерства, опыта хирурга. Вследствие этого из-за технологических причин кератотомия оказалась не свободна от интра- и послеоперационных осложнений. Наиболее типичными интраоперационными осложнениями были микро- и макроперфорации роговицы и вход ножа в центральную оптическую зону. С.А.Никулин и А.В.Фатов (1997) показали зависимость количества микроперфораций от индивидуального опыта хирурга и пришли к выводу, что этот показатель

может служить критерием оценки профессионального мастерства хирурга [67]. В качестве ранних послеоперационных инфекционных осложнений кератотомии в литературе описываются инфильтраты роговицы, ирит и даже эндофтальмит [153].

Кератотомия как первая массовая рефракционная операция практически завершила путь своего развития, и в настоящее время накоплено достаточное количество материала для того, чтобы судить о пределах ее возможностей, достоинствах и недостатках по сравнению с появившимися позже альтернативными методами рефракционной хирургии. Кератотомия оказалась слишком инвазивной операцией, при которой уплощение небольшого центрального участка достигается высокой ценой сквозных разрезов стромы. Образующиеся рубцы остаются местом наименьшего сопротивления и причиной снижения прочности наружной капсулы глаза [26, 229]. Прогнозируемость результатов операции также оказалась недостаточной [16, 21, 37, 38, 56, 181]. Слабой стороной кератотомии как технологии явилась ее недостаточная универсальность: ее пригодность для коррекции миопии слабой и средней степени и астигматизма. Кератотомия уступает лазерным методам коррекции в косметическом отношении, пациент не может скрыть факт перенесенной операции, особенно при втором и третьем типе рубцевания. Кератотомия как массовая операция закономерно уступила свое место более безопасной и предсказуемой технологии, в которой заложены большие возможности для дальнейшего развития.

1.2. Эксимерлазерные методы коррекции миопии

В настоящее время на первое место по массовости применения уверенно вышли рефракционные операции с помощью ультрафиолетовых, преимущественно эксимерных лазеров (рис.1).

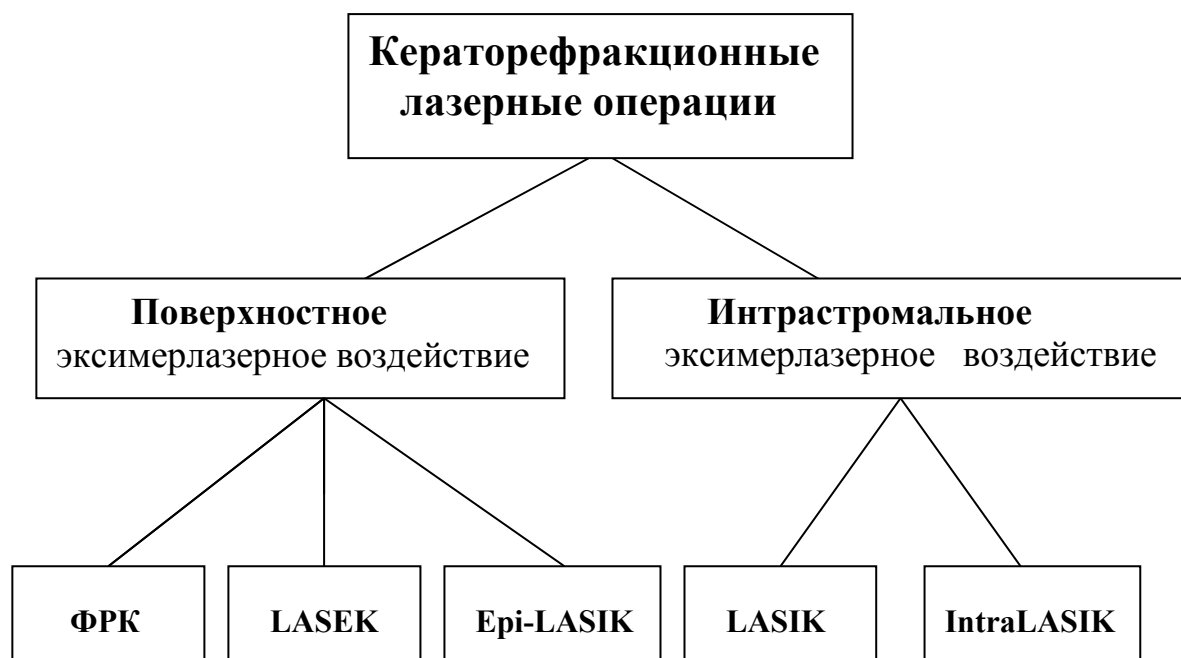


Рис.1. Схема основных технологий кераторефракционных лазерных операций для коррекции миопии

Большой интерес, возникший в последние два десятилетия у офтальмологов всего мира к эксимерным лазерам, не случаен и обусловлен особенностями излучения данных лазеров, которые позволили с успехом применить их в рефракционной микрохирургии. В конце 70-х – начале 80-х годов уже были созданы первые лабораторные образцы лазеров, обладающие достаточной энергией для проведения экспериментальных исследований.

Более 20 лет назад были проведены многоплановые исследования на полимерных материалах по изучению фотохимических и термических процессов, происходящих в ходе фотоабляции излучением эксимерных лазеров. Эти исследования, в частности, показали увеличение термического эффекта с повышением длины волны и частоты следования импульсов [52, 54, 77]. Данные работы позволили оценить свойства и основные особенности эксимерного излучения и в последующем перейти к изучению его воздействия на биологические ткани, которые можно рассматривать как высокомолекулярные полимерные соединения.

Бесконтактность и микронная точность воздействия излучения длиной волны 193 нм эксимерного лазера на роговицу первоначально была использована рядом исследователей для замены ножевой хирургии при радиальной кератотомии [114, 183]. Однако результаты данных вмешательств не оправдали надежд лазерных хирургов в связи со сложностью фокусировки излучения на глазу и незначительным рефракционным эффектом воздействия.

Переход в середине 80-х гг. от попыток использования эксимерного лазера для фоторефрактивной кератотомии с целью опосредованного изменения кривизны роговицы к послойной кератэктомии, позволяющей произвольно по любой заданной программе ремоделировать форму и кривизну ее поверхности, ознаменовал собой коренной перелом в технологиях рефракционной хирургии и на десятилетия определил пути ее дальнейшего развития [77, 95]. Теоретическое обоснование **фоторефрактивная кератэктомия (ФРК)** получила в 1988 г., когда С. Munnerlin с соавт. опубликовали работу, в которой показали зависимость диаметра и глубины абляции от величины (в диоптриях) проводимой коррекции. Этот алгоритм получил название формулы Munnerlin, и она легла в основу практически всех компьютерных программ для проведения операций [194]. Первые ФРК на слепых человеческих глазах выполнили в 1987 г. L'Esperance с коллегами в Колумбийском университете и М. McDonald с коллегами в университете штата Луизиана в США, после чего в зарубежной печати появились первые работы о результатах проведения ФРК на глазах с низкой остротой зрения [177, 185]. В России первые операции в клинике у пациентов с высокой миопией были выполнены в мае 1988 г. в МНТК «МГ» на установке «Профиль» [77, 78, 81, 96, 97, 98]. С начала 90-х годов ФРК стали проводить во многих офтальмологических центрах в разных уголках земного шара, что нашло отражение в большом числе научных публикаций.

Сущность ФРК заключается в избирательном испарении поверхностных слоев роговицы, включая строму, в оптической зоне для изменения кривизны ее передней поверхности и, соответственно, ее оптических свойств (рис.2). При коррекции миопии уменьшают оптическую силу роговицы, при этом испарению подвергаются ее центральные отделы (Балашевич Л.И., 2002). Важнейшими достоинствами ФРК по сравнению с кератотомией явились ее меньшая инвазивность, отсутствие выраженного нарушения прочности роговичной ткани, большая предсказуемость, меньшая зависимость от опыта хирурга. ФРК в отличие от кератотомии не нарушает косметику и является единственной рефракционной операцией, следы которой при отсутствии помутнений невозможно обнаружить даже при тщательной биомикроскопии [217].

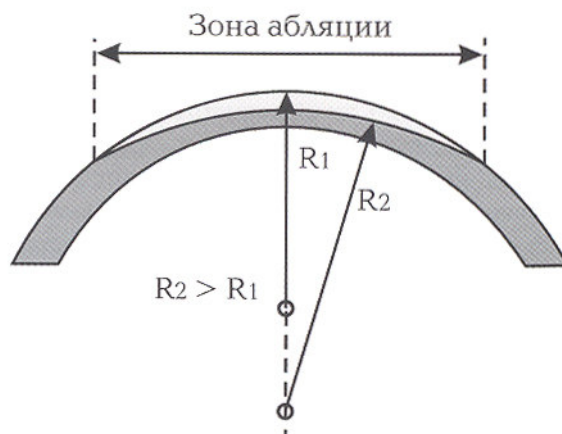


Рис.2. Схема абляции при миопии: R_1 - исходный радиус кривизны передней поверхности роговицы, R_2 – послеоперационный радиус кривизны передней поверхности роговицы (увеличивается в результате абляции)

Наиболее распространенной технологией ФРК является ее проведение с предварительной механической скарификацией эпителия. Такой подход используют большинство офтальмохирургов [17, 60, 87, 169, 182]. Он позволяет начать лазерную абляцию с боуменовой мембраны и не аблировать эпителий, который имеет разную толщину в разных отделах роговицы и набухает при действии анестетиков. Эпителий не всегда удается удалить быстро и качественно. Поэтому ряд авторов с целью оптимизации этого

процесса предлагают использовать 20 % алкоголь в виде аппликаций на роговицу перед механической скарификацией [219]. Большой клинический опыт проведения ФРК, накопленный в ФГУ МНТК «МГ» позволяет считать более предпочтительным лазерное удаление эпителия, при котором проводится фототерапевтическая кератэктомия (ФТК) на глубину 40-50 мкм, однако из-за неравномерной толщины эпителия на отдельных участках роговицы могут оставаться островки эпителия, что может привести к гипоплии или гиперкоррекции. Кроме того, после воздействия анестетиков или при «подсыхании» роговицы поверхность ее становится неровной, шероховатой, что может быть причиной неравномерной абляции и нерегулярного астигматизма, поэтому остатки эпителия перед рефракционным этапом ФРК удаляют механически [68, 106]. В Центре лазерной хирургии ФГУ МНТК «МГ» была разработана трансэпителиальная технология ФРК для установки «Профиль», заключающаяся в последовательном испарении эпителия, боуменовой мембраны и поверхностных слоев стромы роговицы профилированным лучом эксимерного лазера. При расчете учитывался эпителий, сама операция проходила в один этап: хирург под микроскопом визуально контролировал момент начала абляции стромы в центральной зоне (в ходе операции использовалось свойство флюоресценции эпителия в темном операционном поле, отслеживался момент начала «потемнения» в центре зоны абляции на фоне голубого свечения, что говорило об отсутствии в этом месте эпителия). При отклонении количества импульсов лазера, идущих на абляцию эпителия и боуменовой мембраны в центре роговицы, непосредственно в момент работы лазера в программу вводилась необходимая коррекция. Такой способ ФРК является менее травматичным, так как зона абляции точно соответствует зоне операции, сокращается время лазерного воздействия, срок эпителизации сокращен до 24-48 часов, уменьшена степень тяжести роговичного синдрома [44, 49]. Таким образом, на сегодняшний день существует несколько основных технологических подходов к проведению ФРК: одни из них предусматривают

предварительное удаление эпителия, другие – основаны на трансэпителиальном подходе. Однако при любом подходе во время операции происходит удаление боуеновой мембраны в центральной зоне роговицы, что может стать причиной послеоперационных помутнений и является ограничивающим фактором для более широкого использования данной технологии в кераторефракционной хирургии.

Результаты проведения первых ФРК в клинике были опубликованы М. McDonald с соавт. [186, 187]. Ими была выявлена незначительная регрессия рефракционного эффекта при коррекции миопии до -7,0 дптр и ее увеличение при большей степени миопии. Кроме того, спустя 6 мес. в 6 случаях из 9 имели место помутнения I степени. Какие либо другие специфические осложнения отсутствовали.

С тех пор в мире проведены уже миллионы ФРК, результаты которых изложены в тысячах работ. И если на первых этапах исследователями оценивались лишь отдельные критерии в заживлении глаз после операции, то в последующем в оценке эффективности ФРК стали выделять безопасность, предсказуемость и стабильность результатов [8, 230]. Проведение ФРК в небольшом проценте случаев незначительно снижает остроту зрения с коррекцией. По данным К. Thompson с соавт., из 585 глаз, прооперированных методом ФРК, на 13 (3%) была отмечена потеря остроты зрения на 0,2 по таблице Снеллена и на 5 (0,8%) глазах она превысила это значение (Thompson K. et al., 1995). По мнению большинства исследователей, причинами снижения наилучшей скорректированной остроты зрения являются неправильный послеоперационный астигматизм и послеоперационные помутнения [119, 152, 178]. Предсказуемость результатов ФРК обычно характеризуется количеством глаз, рефракция которых находится в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной. В большинстве работ отмечается высокая точность коррекции при миопии слабой и средней степени (рефракция с отклонением до $\pm 1,0$ дптр от запланированной в 91-97% случаев) [39, 103, 107, 171,]. С увеличением степени миопии точность коррекции

снижается почти в 2 раза [108, 220]. Величина некорригированной остроты зрения также зависит от степени проводимой коррекции. При слабой и средней степенях миопии некорригированная острота зрения 1,0 отмечается, как правило, в 60-70% случаев, а острота 0,5 и выше – в 90-98% случаев. При коррекции высоких степеней миопии лишь в 20-25% случаев острота зрения составляет 1,0 и в 60-80% случаев – 0,5 и выше. О стабильности ФРК судят по изменениям рефракции после завершения регенераторного моделирования роговичной ткани. По данным большинства авторов, окончательная стабилизация рефракционных данных отмечается через 6-12 мес. после операции [114, 186, 220]. На функциональные результаты ФРК большое влияние оказывает и адекватное медикаментозное лечение, прежде всего это связано с местным применением стероидных и нестероидных препаратов. Стероидные и нестероидные препараты ингибируют активные кератоциты и продукцию гиалуроновой кислоты, чем способствуют стабилизации достигнутой рефракции в раннем и позднем послеоперационном периодах [221]. Т. Seiler с соавт. предположили, что при помощи стероидов можно воздействовать на рефракционный эффект операции, усиливая его или ослабляя (Seiler T. et al., 1990). Таким образом, применение стероидных и нестероидных противовоспалительных препаратов позволяет снизить падение рефракционного эффекта и уменьшить эффективность субэпителиальных помутнений.

К наиболее частым осложнениям ФРК, оказывающим влияние на функциональные результаты, относят помутнения роговицы, отклонения от запланированной рефракции и послеоперационный астигматизм [44, 132, 170]. В литературе имеются также сообщения об осложнениях, связанных с послеоперационной медикаментозной терапией, случаями кератита, кератопатий, язв роговицы, задней субкапсулярной катаракты, рецидивирующих эрозий и др.

Наиболее частым осложнением ФРК является помутнение в области центральной части роговицы, подвергшейся абляции (haze). В ранние сроки

после операции причиной помутнения является отек стромы роговицы в результате нарушения барьерной функции эпителия: такие помутнения по мере завершения эпителизации постепенно исчезают. Другой причиной флера является избыточная пролиферация мигрирующих в зону абляции кератоцитов, которая начинает проявляться через месяц после операции и достигает максимума через 3 месяца, после чего постепенно уменьшается, но прозрачность роговицы восстанавливается далеко не всегда [76, 88]. Применение митомицина-С (ММС) при выполнении ФРК существенно снижает риск возникновения флера [47, 130].

Как показал анализ работ отечественных и зарубежных авторов, незапланированные отклонения от желаемой рефракции в основном связаны с неправильным отбором пациентов для ФРК (ФРК на глазах с прогрессированием миопии, начальным и субклиническим кератоконусом, сопутствующими заболеваниями глаз, а также общими заболеваниями соединительной ткани и иммунной системы) [60]. По данным ряда авторов, заживление роговицы после ФРК протекает нередко с гипо- и гиперэффектом. Наиболее частая причина гиперкоррекции - слабая индивидуальная регенераторная реакция и ее дополнительное торможение при местном применении стероидных препаратов [28, 140, 170]. В случае гипоеффекта наблюдается регрессия, которая может протекать как с прозрачным заживлением, так и с развитием субэпителиальной фиброплазии. По мнению D. Gartry с соавт., существует «прямая взаимосвязь» между помутнением роговицы и регрессией, что наиболее часто встречается у пациентов с миопией высокой степени [148]. По мнению S. Wilson с соавт., регрессия встречается наиболее часто и выражена в большей степени у пациентов с проводимой коррекцией более 5,0 дптр [232], интенсивная регрессия отмечается после прерывания применения кортикостероидов. Имеются отдельные сообщения о регрессии после интенсивного воздействия ультрафиолетовых лучей, приема гормональных препаратов, беременности. Большинство помутнений после ФРК имеют транзиторный характер и

полностью рассасываются к 6-12 мес. после операции, однако в ряде случаев остаются грубые рубцовые изменения роговицы.

Е. С. Caubet с соавт., проанализировав 285 глаз после ФРК, пришли к выводу, что вероятность развития помутнений роговицы, влияющих на остроту зрения, возрастает с увеличением степени миопии проводимой коррекции, уменьшением абляционной зоны (менее 4,5 мм), глубине кератэктомии более 50 мкм и при отмене кортикостероидов [132]. На сегодняшний день большинство офтальмохирургов мира классифицируют помутнения роговицы после ФРК следующим образом: 0 баллов – чистые роговицы, помутнения отсутствуют; 0,5 балла – едва заметные при непрямом освещении помутнения; 1 балл – следы помутнений минимальной освещенности, видимые лишь при диффузном и прямом освещении; 2 балла – умеренные помутнения, легко видимые при прямом освещении; 3 балла – средние помутнения, частично закрывающие детали радужки; 4 балла – выраженные рубцовые помутнения, детали радужки не определяются [132, 147, 217].

По мнению большинства авторов, возникновение в зоне ФРК субэпителиальной фиброплазии является нормальной ответной регенераторной реакцией на эксимерлазерную кератэктомию. В работе И.М. Корниловского (1995) выделено три основных варианта клинического течения субэпителиальной фиброплазии:

1. Обратимая персистирующая субэпителиальная фиброплазия;
2. Частично обратимая субэпителиальная фиброплазия;
3. Необратимая субэпителиальная фиброплазия с различной степенью вовлечения в процесс роговичной стромы.

Обратимая форма фиброплазии встречается наиболее часто. Характерной особенностью этой формы является нарастание фиброплазии в течение первых 3-х мес. Затем происходит обратное развитие помутнений, и к 6-12 мес. они полностью рассасываются. При частично обратимой форме помутнения рассасываются не до конца. Как правило, остаточные

помутнения располагаются по периферии зоны абляции и не оказывают влияние на остроту зрения. Наиболее неблагоприятной является необратимая форма фиброплазии. Она обычно сопровождается значительным падением рефракционного эффекта и остроты зрения. Консервативная терапия при данной форме фиброплазии малоэффективна [49].

Представляет интерес модификация ФРК, которая была впервые использована D. Azar в 1996 году под названием «субэпителиальный кератомилез», а затем несколько видоизменена M. Camellin, который и дал этой методике название «**LASEK**» - «лазерный эпителиальный кератомилез» [129]. В литературе можно найти и другие названия этой методики: субэпителиальная ФРК, субэпителиальный кератомилез, лоскутная ФРК, лазерная эпителиальная кератопластика. В России первые экспериментальные и клинические исследования этого метода, названного автором «субэпителиальная ФРК», провел И.М.Корниловский (2001). Сущность метода D.Azar заключается в том, что эпителий роговицы не соскабливается, а отслаивается от боуменовой мембраны целым пластом и отодвигается в сторону ножки, сохраняющей связь с мембраной, обычно на 12 часах. После выполнения абляции эпителиальный пласт возвращается на место и расправляется в прежнем положении. Оригинальная техника M. Camellin предусматривает применение специального трепана и 18% раствора алкоголя для снижения связи эпителия с передней пограничной пластинкой, что позволяет отслоить его целым куском с помощью специального шпателя [129].

Подъем внутриглазного давления после проведения ФРК связан с применением в послеоперационном периоде кортикостероидов. С использованием более современных эксимерлазерных установок и технологических подходов частота осложнений после ФРК значительно снизилась, однако, по-прежнему, проблема послеоперационных помутнений не позволяет применять ФРК при высоких степенях миопии.

Следующим этапом в развитии техники эпителиального кератомилеза стало предложение I.G. Pallikaris с соавторами (2003) отслаивать эпителиальный слой с помощью специального устройства для механической дээпителизации роговицы без использования алкоголя или других химических реагентов – эпикератомом (**Epi-LASIK**) [203]. По данным авторов метода, в отличие от стандартной ФРК пациенты не испытывают заметной боли после операции: лишь в первые 2 часа у 16% пациентов имелось чувство жжения, а затем чувство дискомфорта, исчезающее к концу первых суток. Через сутки эпителиальный слой начинал терять прозрачность, с периферии к центру начинал нарастать новый эпителий, который полностью замещал эпителиальный лоскут к 5-6 суткам [204].

ФРК явилась важнейшей вехой в истории рефракционной хирургии и ознаменовала собой ее переход на новый уровень точности, предсказуемости и безопасности по сравнению с кератотомией. Появившиеся в течение последних лет варианты этой технологии, такие как LASEK, Epi-LASIK, ФРК с митомизином и другие сделали операцию более комфортной для пациентов, приблизив ее по комфортности к завоевавшему передовые позиции в рефракционной хирургии лазерному *in situ* кератомилезу.

Революционным этапом в развитии эксимерлазерной рефракционной хирургии, позволившим преодолеть основные недостатки техники ФРК, явился переход к лазерному кератомилезу, представляющему собой симбиоз классического кератомилеза и ФРК. Идея рефракционного воздействия, проводимого в толще роговичной стромы, принадлежит J. Barraquer и относится к 1964 г. Только в 1989 г. L. Buratto первым применил эксимерный лазер для испарения стромы роговицы на предварительно сформированном роговичном лоскуте. I. Pallikaris предложил не полностью срезать роговичный лоскут, а оставлять его на ножке и обрабатывать лазером строму основания роговицы [200]. Этот вариант комбинированной операции – кератомилеза в сочетании с ФРК – получил название «Laser Assisted In Situ Keratomileusis» - **LASIK**. Достоинствами этой техники операции являются

свобода от необходимости наложения швов, возможность укладывания лоскута точно на прежнее место и максимально полное восстановление нормальных анатомических взаимоотношений слоев роговицы. В России первые операции были выполнены в ФГУ МНТК «МГ» В.К.Зуевым и И.Б. Медведевым (1996). Операцию LASIK можно условно разделить на 2 основных этапа: I этап – хирургический, заключающийся в формировании роговичного лоскута кератомом (рис.3) и его репозиции в конце операции, и II этап – эксимерлазерное воздействие.

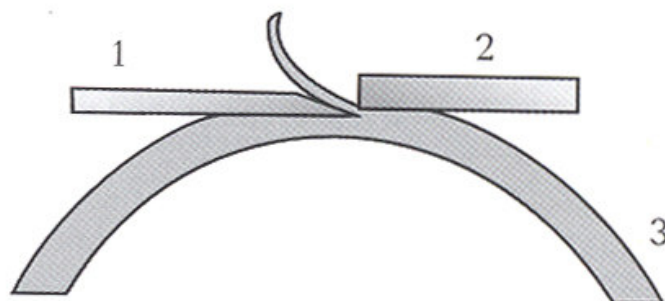


Рис.3. Принцип работы механического микрокератома: 1- нож микрокератома; 2 – пластинка, уплощающая роговицу; 3 – роговица

Для формирования роговичного лоскута используются различные типы микрокератомов: ручные и автоматические, с формированием ножки с носовой стороны или на 12 часах, турбинные и электрические, существуют микрокератомы, которые используют для проведения реза воду под большим давлением и др. Основной задачей, которую все они решают, является формирование равномерного по толщине роговичного диска заданного диаметра от 8,0 до 10,0 мм, толщина лоскута варьирует в зависимости от исходной толщины роговицы и величины планируемой коррекции. В последнее время прослеживается тенденция к уменьшению толщины лоскута от 130 мкм до 90 мкм, и даже до 70 мкм (суббоуменовый кератомилез). При расчете допустимой толщины испаряемой части стромы следует иметь в

виду, что ни один механический микрокератом не обеспечивает точного соответствия заданной толщины среза фактической. Мало того, срез механического микрокератома неоднороден по толщине в разных отделах роговичного лоскута [18].

При строгом соблюдении технологии операция LASIK, несмотря на ее техническую сложность, проходит гладко. Однако риск осложнений существует в любой хирургии, в т.ч. и лазерной. В 2002 году по данным, полученным из 28 лазерных центров США, общая доля осложнений в ходе операций составила 0,3%, из которых чаще всего встречалось:

- неполное выкраивание лоскута (0,09%)
- слишком тонкий неровный срез (0,087%)
- отверстие в лоскуте (button-hole - 0,07%)
- полное срезание лоскута (free-flap – 0,012%). Может быть в т.ч. и при относительно плоской роговице с малой оптической силой в центре [161].

Послеоперационные осложнения по степени вовлечения в патологический процесс анатомических структур глаза условно могут быть разделены на следующие группы:

- осложнения, связанные с патологией поверхностного лоскута (эрозии эпителия, складки лоскута, смещение лоскута, отрыв лоскута)
- осложнения, связанные с интерфейсом (диффузный ламеллярный кератит, врастание эпителия под лоскут, инородные тела в интерфейсе) [165, 167, 233];
- осложнения, связанные преимущественно с ложем (инфекционный кератит, ятрогенный кератоконус) [112, 179, 199];
- интраокулярные осложнения (макулярные кровоизлияния, регматогенные отслойки, оптическая нейропатия) [180];
- регрессия рефракционного эффекта, снижение контрастной чувствительности и круга светорассеяния в сумеречных условиях;

- «синдром сухого глаза» [17].

Тщательный отбор и обследование пациентов, исключение пациентов с нестабильной рефракцией, начальным кератоконусом, роговичными и внутриглазными воспалительными процессами, правильная предоперационная обработка и подготовка инструментов, использование современных моделей микрокератомов и эксимерлазерных систем позволяет значительно снизить вероятность осложнений, которые можно разделить на интра- и послеоперационные.

Частота **интраоперационных осложнений**, во многом, зависит от опыта хирурга и тщательности проводимого предоперационного обследования и отбора пациентов. Наиболее частыми во время операции являются осложнения, связанные с работой микрокератома.

Тонкий, неравномерный лоскут малого диаметра или его перфорация, по данным Л.И. Балашевича, обычно возникают из-за неадекватного вакуума в процессе формирования, из-за плохого качества лезвия, при крутой роговице или неисправности микрокератома. Лазерное воздействие в этих случаях, как правило, не проводится, клапан укладывается на свое место и через 3-4 мес. выполняют повторную операцию. Для профилактики подобных осложнений большинство офтальмохирургов рекомендуют проверять адекватность полученного при установке вакуумного кольца на глаз внутриглазного давления, формировать лоскут большей толщины и тщательно проверять работоспособность микрокератома и качество лезвия перед его использованием [17, 161].

Неполный срез лоскута имеет место в том случае, когда головка микрокератома останавливается до завершения среза: при внезапной остановке турбины автоматического микрокератома вследствие неправильной сборки, при попадании инородных тел в движущиеся части головки. Не следует прилагать усилия для продвижения головки вручную, нужно дать обратный ход микрокератому, оценить величину полученного лоскута и возможность провести абляцию. Если это невозможно из-за малой

длины лоскута, операция прерывается, лоскут укладывается на место, назначается медикаментозное лечение, пациент находится под наблюдением. Операцию можно выполнять примерно через 6 мес.[160].

Полный срез половины лоскута возникает, когда микрокератом полностью срезает примерно половину запланированной длины лоскута, которая остается на площадке кератома. Обычно это случается при внезапной потере вакуума. В этом случае следует расправить срезанную часть роговицы, уложить ее на место, дождаться адгезии, при плохой адаптации наложить шов 10/0, назначить медикаментозное лечение как при скальпированной ране роговицы. Повторная операция возможна через год [127].

Эпителиальные дефекты, возникающие при проведении среза микрокератомом, обусловлены, как правило, роговичной патологией, интраоперационным состоянием роговицы (подсыхание эпителия, отек эпителия, токсическое действие анестетиков), неисправностью микрокератома или дефектами лезвия, преклонным возрастом пациентов. При значительных дефектах эпителия на глаз пациента рекомендуется наложить контактную линзу и провести медикаментозное лечение. В послеоперационном периоде необходимо динамическое наблюдение за такими пациентами на предмет врастания эпителия под клапан [118].

При неправильном расположении вакуумного кольца возможно формирование *децентрированного лоскута*. Лазерное воздействие возможно в тех случаях, когда зона абляции не выходит за пределы сформированного клапана, в остальных случаях абляцию не проводят. Повторную операцию выполняют через 4-6 мес.

Полный срез лоскута «free flap» большинство хирургов не расценивают как серьезное осложнение. Пациенту проводится лазерная абляция, лоскут укладывается на место в соответствии с метками. Причиной полного среза являются, как правило использование несоответствующих вакуумных колец

при плоских роговицах, неадекватный вакуум в процессе формирования роговичного лоскута и неправильная установка стопора микрокератома.

Отверстие в центре лоскута (button-hole) может образоваться при «крутой» или деформированной роговице (после кератотомии, кератопластики и др.) или вследствие неправильного подбора размера вакуумного кольца, а также при неравномерном продвижении ручного микрокератома [224]. Образование центрального отверстия может привести в будущем к неправильному астигматизму и потере строк наилучшей скорректированной остроты зрения. Срезанную часть лоскута следует расправить, очистить основание роговицы и уложить лоскут на место, добиться адгезии. Повторная операция откладывается на 3-6 мес.

Складки лоскута обычно обнаруживаются в первые дни после операции при биомикроскопии на щелевой лампе. Они возникают при репозиции лоскута после лазерной абляции, чаще возникают при тонком лоскуте, его пересыхании или избыточной гидратации во время операции, при существенном несоответствии поверхности лоскута и ложа при коррекции высокой степени миопии, механическом воздействии. Для предупреждения формирования складок необходимо тщательно разглаживать лоскут с помощью тупфера от ножки к периферии, а затем в других направлениях. В случаях обнаружения складок после эпителизации их расправление необходимо проводить как можно раньше путем поднятия лоскута и его повторного укладывания [234].

В послеоперационном периоде, также возможен целый ряд осложнений. Одними из наиболее грозных **послеоперационных осложнений** являются *инфекционные осложнения*. Частота их по мировой статистике не превышает 0,2% случаев [191]. Как правило, они проявляются инфильтратами на периферии лоскута и требуют тщательного наблюдения, при необходимости – незамедлительного интенсивного местного и системного противовоспалительного лечения. Профилактика таких явлений – в тщательном отборе пациентов для хирургического лечения, соблюдении

стандартных хирургических требований и ряде других профилактических мер.

Смещение лоскута происходит в результате механического воздействия на глаз пациента или в результате недостаточной адгезии клапана после операции. Чаще всего встречается частичное смещение, вызывающее складки лоскута в центральной зоне и на периферии. Для предупреждения инфекционных осложнений и врастания эпителия необходимо немедленное вмешательство: лоскут поднимают, осторожно расправляют шпателем, разглаживают его во избежание складок, удаляют эпителий со стромальной стороны лоскута и его ложа, проводят поверхностную ФТК ложа и внутренней стороны лоскута для дезактивации остаточных эпителиальных клеток, укладывают лоскут на место, накладывают контактную линзу, закапывают антибиотик и ежедневно наблюдают за пациентом. Многими авторами описаны случаи позднего травматического смещения лоскута [134, 135, 159, 176]. Имелись факты смещения лоскута через 5-7 лет после операции, в основном, в результате травмы во время игры в футбол или травмы рукой, при этом смещение всегда сопровождалась возникновением неспецифического диффузного ламеллярного кератита (ДЛК) и врастанием эпителия.

Полный отрыв, в т.ч. с потерей лоскута, встречается редко, в основном в раннем послеоперационном периоде, в результате травмирующего действия, в том числе через веки. Если лоскут удастся обнаружить в конъюнктивальной полости, его можно попытаться расправить и уложить на место, выдержав 5-6 мин. для получения адгезии. Однако, чаще лоскут оказывается настолько отечным и деформированным, что использовать его не представляется возможным. В таких случаях пациента следует вести как после ФРК до полной эпителизации поверхности стромы роговицы. Некоторые авторы рекомендуют при полной утрате лоскута в результате травмы глаза или по другим причинам использовать донорский материал для

его замены. При формировании роговичных помутнений используют ФТК в комбинации с послойной пересадкой роговицы [202].

Врастания эпителия под роговичный лоскут отмечаются хирургами в значительном диапазоне - от 0,2% до 2% случаев [233]. Различают две формы этого осложнения. Первая из них характеризуется наличием изолированных гнезд эпителиальных клеток под лоскутом в результате случайного заноса клеток во время операции. Такие эпителиальные скопления не имеют связи с эпителием края лоскута, чаще всего они постепенно рассасываются самостоятельно в течение нескольких месяцев. Вторая форма проявляется в виде прогрессирующего врастания эпителия под лоскут со стороны его края, где основание пласта имеет связь со стволовыми клетками лимба, что обеспечивает рост эпителия к центру роговицы. Частой причиной этого является наличие дефектов эпителия лоскута и ложа роговицы. При достижении оптического центра существенно снижается острота зрения, появляется иррегулярный астигматизм. При центральном расположении бляшек эпителия, наличии прогрессирующего роста, следует поднять лоскут и тщательно удалить эпителиальные бляшки как с внутренней стороны лоскута, так и со стороны ложа. В случаях периферического расположения отдельных скоплений эпителиальных клеток проводят динамическое наблюдение.

Ятрогенная кератэктазия впервые после операции LASIK была описана Т. Seiler с соавт. в 1998 г.[218], а также L. Speicher и W. Gottinger, а начиная с 2000 года такие публикации стали регулярными. Как правило, данное осложнение начинает проявляться через несколько месяцев после операции [112]. Клинически кератэктазия выражается в существенном снижении зрения, по данным кератотопографии определяется зона локального усиления рефракции в месте истончения роговицы. Причиной развития кератэктазии большинство авторов считают истончение роговицы более, чем на $\frac{1}{2}$ от ее изначальной толщины, излишнее истончение ложа роговицы до величины менее 250 мкм, недиагностированный перед

операцией кератоконус [127, 227]. Следует, однако, отметить, что в научной литературе опубликованы материалы, которые ставят под сомнение основополагающее значение упомянутых факторов риска развития кератэктазий [131, 179]. Лечение кератэктазии заключается в применении контактных линз, кросс-линкинга роговичного коллагена, применении послойной или сквозной кератопластики.

Неспецифический диффузный ламеллярный кератит (ДЛК, синдром «пески Сахары»), является специфическим осложнением ламеллярной хирургии. Природа данного осложнения до сих пор до конца не ясна. Оно сопровождается признаками воспалительного процесса, но без присутствия какой бы то ни было инфекции. Впервые ДЛК был описан R. Smith и R. Maloney в 1998 г. [167, 222]. Ряд исследователей считают причиной его возникновения дезадаптацию лоскута роговицы, попадание в операционную рану талька от перчаток, секрета мейбомиевых желез, токсина погибших при стерилизации инструмента микробов, другие – токсичность ультрафиолета и др. факторы [101, 202, 223]. Однако все сходятся на том, что риск развития ДЛК резко повышается при травме глаза и эпителиальных дефектах. Воспалительный процесс развивается на 2-5 день после операции, сопровождается роговичным синдромом и снижением остроты зрения. J. Jonson с соавт. разделяют ДЛК на 2 типа – с локализацией высыпаний вне центра роговицы и с центральным расположением высыпаний [165]. По классификации J. Machat выделяют 3 стадии процесса: I - легкая инфильтрация интерфейса, не влияющая на остроту зрения и рефракцию, исчезающая к 1 мес. после операции. Для лечения используют местно стероидные препараты в течение 1-2 недель 6-12 раз в день; II – полная инфильтрация интерфейса, с большей плотностью в центральной зоне, сравнимая со средней степенью помутнения после ФРК. Для лечения применяют местно стероидные препараты каждые 30 мин. до уменьшения центральных инфильтратов, затем по убывающей схеме до 3-4 недель. При отсутствии улучшения состояния глаза после 48 часов от начала лечения

рекомендуется поднятие лоскута и промывание подклапанного пространства сбалансированным солевым раствором (BSS) и раствором дексаметазона; III – плотная тотальная инфильтрация интерфейса с агрегацией. Возможно стромальное расплавление, повреждение боуеновой мембраны, формирование рубцовых помутнений. Острота зрения значительно снижается. Лечение включает поднятие лоскута, промывание подклапанного пространства, назначение стероидных препаратов каждые 30 мин. со 2-го часа после поднятия лоскута с длительным их последующим применением.

По мнению Л.И. Балашевича и соав., в механизме развития ДЛК существенную роль играют биомеханические особенности взаимодействия роговичного лоскута и стромального ложа роговицы. В течение первых суток после операции до образования эпителиального мостика, герметизирующего зазор между краем лоскута и интактным эпителием ложа, интерфейс – капиллярное пространство между лоскутом и ложем – представляет собой капиллярную щель, которая «дышит» и активно засасывает содержимое конъюнктивальной полости. Кроме этого пассивного механизма капиллярной диффузии, попадание инородного материала под лоскут происходит и вследствие активного динамического процесса. Сжатие век, моргание, движения глазных яблок вызывают периодическое сжатие, чередующееся с расслаблением интерфейса. По мнению авторов, эти циклы компрессии-декомпрессии создают своеобразную вакуумную «клапанную помпу», засасывающую в интерфейс жидкость и все, что в ней содержится [19].

Созвучно этой точке зрения мнение В.М. Шелудченко с соавт. (2003), которые также рассматривают причину развития ДЛК как результат бесшовной хирургии с дезадаптацией лоскута [101].

В целях профилактики ДЛК, а также учитывая неясную этиологию процесса, целесообразно применение инстилляций стероидных средств в течение 1-3 недель после LASIK и инструктаж пациента о немедленном обращении к врачу при внезапном резком снижении зрения.

Интраокулярные осложнения встречаются достаточно редко, чаще всего в ранние сроки после операции:

- *макулярное кровоизлияние* с резким снижением остроты зрения (Ellies P. et al., 1997). Авторы связывают его с перепадом внутриглазного давления, вызываемом вакуумным кольцом ;
- *оптическая нейропатия* с исходом в атрофию зрительного нерва и угасание зрительных функций [180];
- *центральную серозную ретинопатию* наблюдали A. Singhvi с соавт. (2004) и M. Lim & N.Chan (2008);
- в разные сроки после операции возможно развитие *регматогенной отслойки сетчатки*, особенно на глазах с миопией высокой степени. Профилактическая лазерная коагуляция, проводимая в группах риска перед операцией, играет существенную роль в уменьшении таких отклонений [144].

Таким образом, вероятность осложнений после операции LASIK невелика и значительно снижается с ростом опыта хирурга. Ряд осложнений возможно предупредить еще на этапе отбора и подготовки к операции. Однако правильная тактика хирурга при возникновении осложнений в процессе операции и в послеоперационном периоде позволяет уменьшить их влияние на зрительные функции и добиться положительной динамики даже в сложных клинических ситуациях.

Большинство исследователей отмечают высокую эффективность операции LASIK в коррекции аномалий рефракции. Коррекции миопии различной степени посвящены сотни работ [20, 109, 110, 174, 175, 201, 210, 225, 231]. Все исследователи сходятся во мнении, что предсказуемость этой операции особенно высока при слабой и средней степени миопии. Как правило, более чем в 90% случаев удается получить рефракционный результат в пределах ± 1 дптр от запланированного [109, 174, 175, 231, 234]. При коррекции миопии высокой степени предсказуемость снижается и составляет в среднем 70% [110, 188, 201, 225]. При миопии слабой и средней степени более 50% глаз имеют после операции остроту зрения 1,0 или выше,

а острота 0,5 и выше достигается в среднем более чем в 90% случаев. При миопии высокой степени эти показатели составляют в среднем 30 и 80% соответственно. Большинство исследователей отмечают высокую безопасность операции LASIK. В среднем у 80% пациентов острота зрения с коррекцией не меняется, снижение ее на 0,1-0,2 и более встречается достаточно редко и не превышает 1-5%. Стабилизация результатов при миопии большинством исследователей отмечается через 1-3 мес. после операции (Куренков В.В., 2002; Першин К.Б. с соавт., 2002; Reviglio V. et al., 2000; Balazsi G. et al., 2001; Lyle W., 2001; McDonald M. et al., 2001; Chitkara D. et al., 2002; Sugar A. et al., 2002). По данным разных авторов, в среднем 80-95% величины дооперационной цилиндрической составляющей корректируется данной технологией (Carr J. et al., 1999; McDonald M. et al., 2001; Salz J. et al., 2002). Все вышеизложенное говорит о перспективности применения технологии LASIK в коррекции миопии, однако необходимо дальнейшее повышение безопасности и предсказуемости вмешательства, улучшения качества зрения.

Применение механических микрокератомов в клинике при выполнении операции по методике LASIK наряду с несомненными достоинствами выявило их определенные недостатки, основными из которых являлись формирование неравномерного по толщине (менискообразного) роговичного лоскута, зависимость от крутизны роговицы.

Таким образом, остается нерешенной проблема формирования планарного прогнозируемого роговичного лоскута при помощи механического кератома.

1.3. Использование фемтосекундного лазера для формирования роговичного лоскута при выполнении лазерного кератомилеза

На современном этапе все большую популярность стали завоевывать фемтосекундные лазеры, позволяющие формировать равномерные по толщине роговичные лоскуты [74, 113, 128, 141, 151, 168, 172, 190, 197, 212, 216]. Дальнейшее изучение изменений биомеханических свойств роговицы и

структуры роговичной ткани после IntraLASIK будет способствовать улучшению прогнозирования послеоперационных осложнений и повышению безопасности операции.

Условная точка отсчета для фемтофизики и фемтохимии -1999 г., когда Нобелевскую премию по физике вручили Джону Холлу и Теодору Хеншу “за развитие лазерной прецизионной спектроскопии”, а по химии - Ахмеду Зейналу “за исследования химических реакций в реальном масштабе времени с помощью фемтосекундной спектроскопии”. Именно эти открытия и исследования легли в основу создания фемтосекундных лазеров, которые нашли применение в различных отраслях, в т.ч. и в офтальмологии. В течение последнего десятилетия происходит активное внедрение в рефракционную хирургию в качестве микрокератомов фемтосекундных лазеров, которые в настоящее время уже составляют серьезную конкуренцию механическим микрокератомам в развитых странах Запада. Эти лазеры при длине излучения 1040-1056 nm имеют длительность импульса всего 250-500 фемтосекунд (1 фемтосекунда – 10^{-15} с). Впервые методика формирования роговичного лоскута с помощью фемтосекундного лазера при выполнении лазерного кератомилёза *in situ* была внедрена в клиническую практику в медицинском центре « FOCUS MEDIKAL» в г. Будапеште (Венгрия) в 1998 г.

Фемтосекундный лазер использует близкий инфракрасный луч света для точного отделения ткани на заданной глубине с помощью процесса, называемого «фоторазрыв». Импульс лазерной энергии фокусируется в точном месте внутри роговицы (рис.4А, 5А), тысячи лазерных импульсов располагаются рядом для создания плоскости разреза (рис.5 Г).

За счет нанесения по определенному алгоритму и на определенной глубине в роговице множества лазерных импульсов представляется возможным выкроить роговичный лоскут любой формы и на любой глубине (рис.7).

Лазерное выкраивание лоскута привлекательно тем, что оно исключает механическое воздействие на ткани роговицы металлического ножа. Однако

в отличие от непрерывного среза ножом, лазерные аппликаты наносятся дискретно, вследствие чего лоскут и ложе роговицы остаются связанными микроскопическими мостиками, которые разрываются при отделении лоскута и создают микронеровности поверхности ложа и лоскута (рис.4, 5, 6).

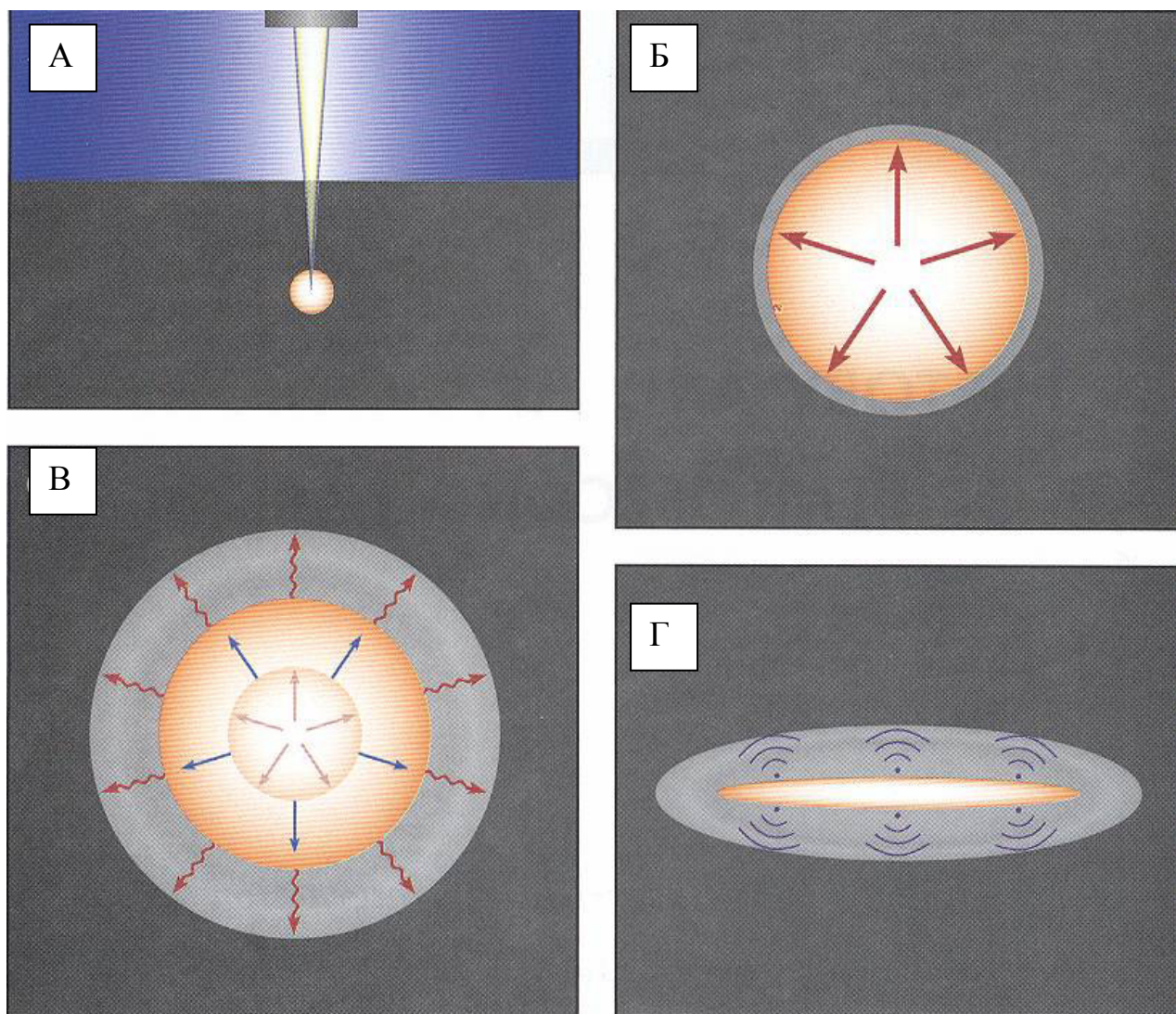


Рис. 4. Схема процесса «фоторазрыва»: А- лазерные импульсы фокусируются в строме на определенной глубине и создают пузырек испаряемой материи (микроплазма); быстрый подъем температуры и давления в пузырьке вызывают увеличение его объема с ультразвуковой скоростью (Б, красные стрелки), когда скорость расширения замедляется до инфразвукового уровня (В, синие стрелки), возникают и распространяются ударные волны в окружающую ткань (В, волнистые красные стрелки); пузырь взрывается, приводя к распространению звуковой волны в окружающую ткань (Г, фиолетовые линии)

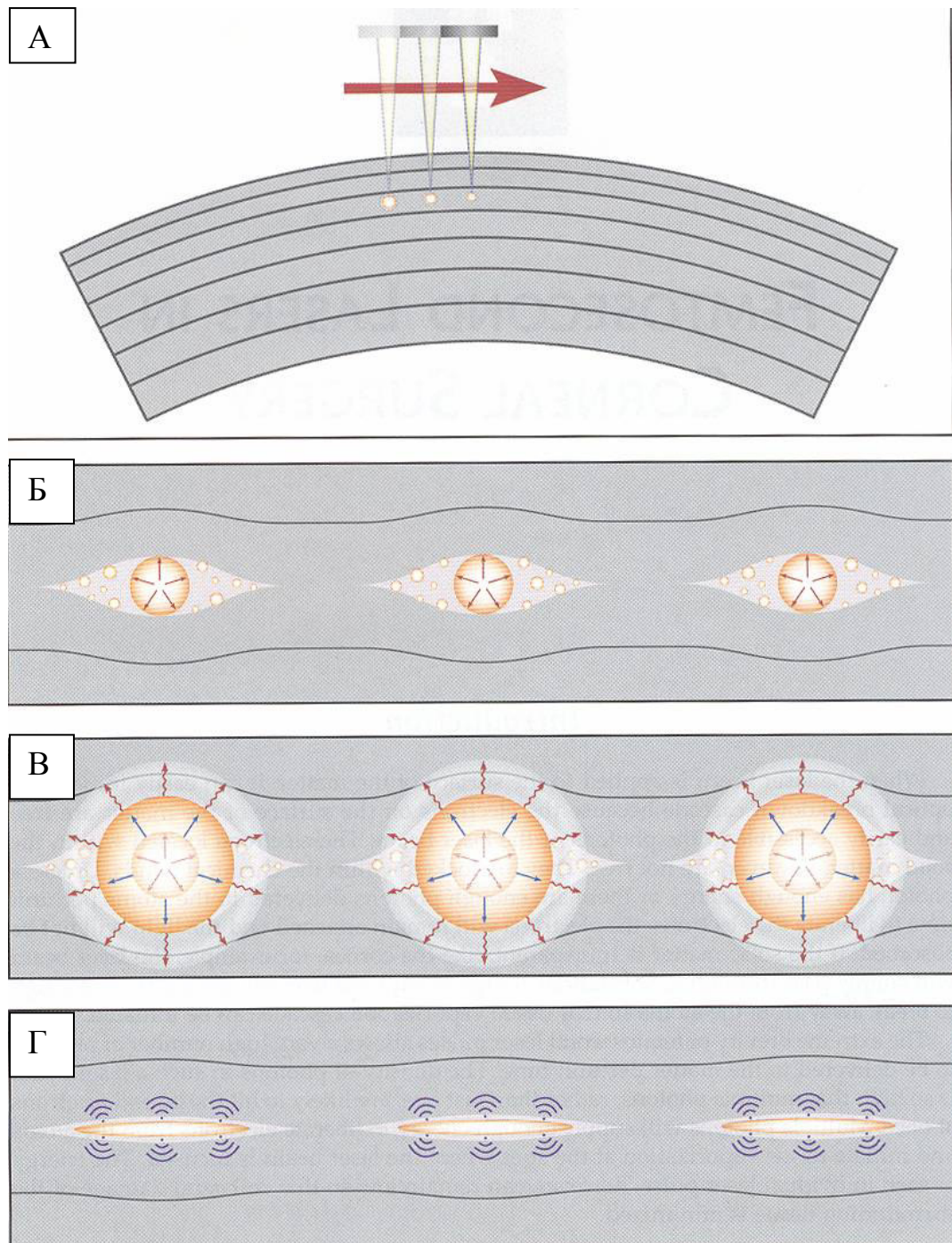


Рис. 5. Формирование плоскости разреза фемтосекундным лазером: лазерные импульсы фиксируются в строме и создают микроплазму (А), пузырьки газа увеличиваются в размерах (Б) и «раздвигают» волокна роговицы (В), формируя плоскость резекции с «мостиками» (Г)

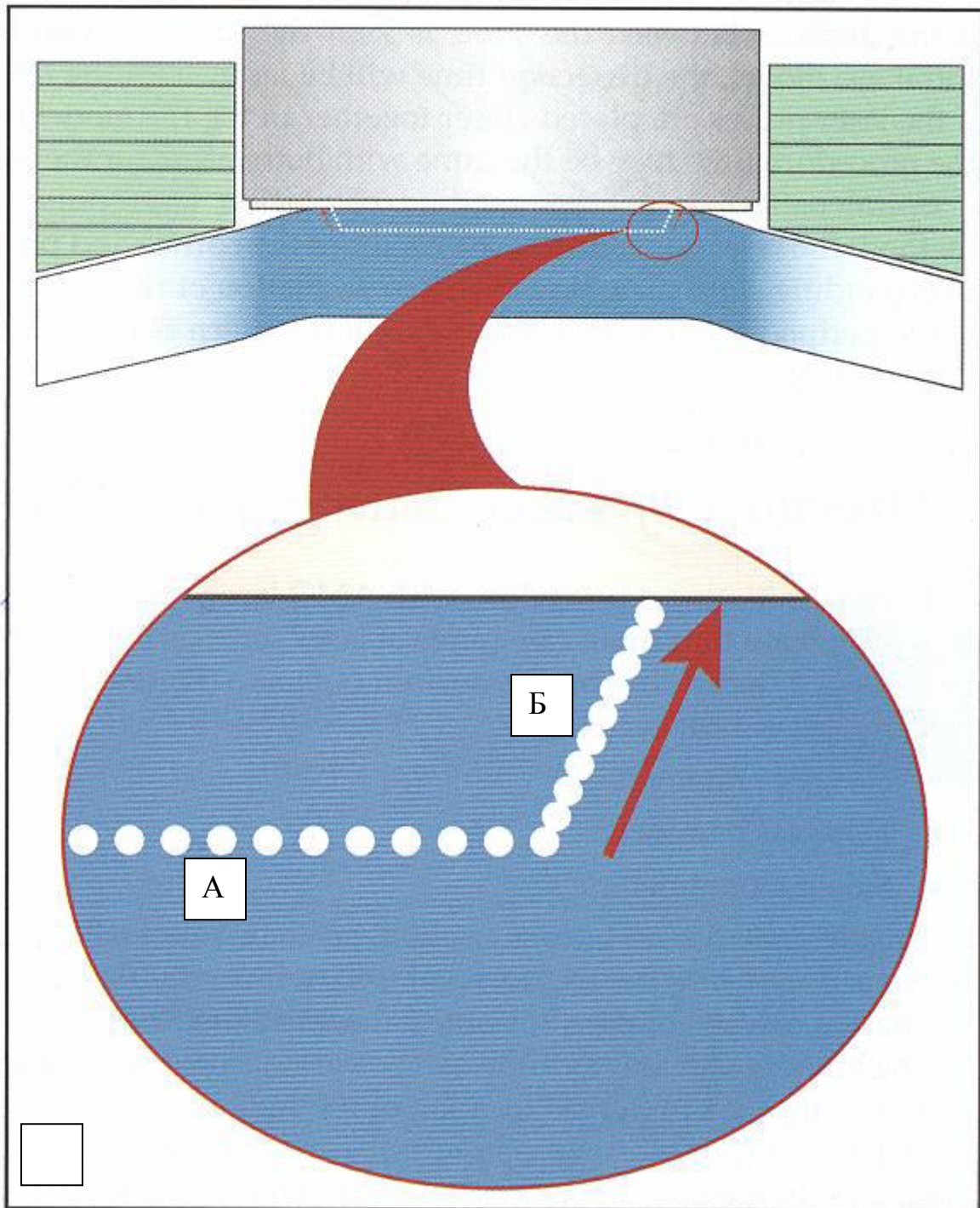


Рис. 6. Формирование роговичного лоскута фемтосекундным лазером:
А – горизонтальный и Б – вертикальный разрезы

Первый в США фемтосекундный лазер был создан корпорацией «IntraLase Corp.» (Ирвин, штат Калифорния) в содружестве с университетом штата Мичиган в г. Анн Арбор. Исследования были начаты в 90-х годах, первые исследования на животных проводились в 1992-1993 гг., первые результаты исследований на животных с целью определения возможности использования лазера в рефракционной хирургии были опубликованы в 1999 году, а уже через год были доложены предварительные результаты клинических исследований [74, 212]. Эти исследования показали, что на уплощенной роговице путем нанесения циркулярных аппликаций с помощью фемтосекундного лазера удается выкроить роговичный лоскут заданной толщины и получить результаты, сравнимые с традиционной техникой LASIK. Тем не менее авторы отмечали трудности с отделением лоскута от ложа роговицы у ряда пациентов в связи с наличием «мостиков» из нерассеченной ткани, что приводило к замедлению процесса заживления по сравнению с пациентами, у которых использовался механический микрокератом. За истекшие годы фемтосекундные лазеры постоянно совершенствовались, их производство осваивали и другие производители. На основании достаточно большого опыта применения фемтосекундных лазеров в качестве микрокератомов преимущественно в США и западноевропейских странах, можно отметить, что они обеспечивают получение более близкого к заданной толщине лоскута по сравнению с механическим микрокератомом [164]. Боковой разрез, созданный при помощи фемтосекундного лазера при формировании лоскута, дает четко очерченный край при любом заданном угле, способствует четкой репозиции лоскута, уменьшает риск смещений и врастания эпителия. При ретроспективном исследовании, проведенном N.Slade (2003) на 300 глазах после IntraLASIK и LASIK было показано, что ССГ возникает в 55% случаев после работы кератома и лишь в 15% - после применения ФСЛ.

N. Shamie (2003), исследуя чувствительность роговицы после IntraLASIK и LASIK, сделал вывод, что в области ножки роговичного лоскута достоверной разницы в чувствительности не отмечается, однако в других зонах лоскута было выявлено значительное её нарушение после LASIK. По мнению автора, тонкий лоскут после IntraLASIK повреждает меньше нервных окончаний, снижая риск возникновения и тяжесть ССГ. Эти данные были подтверждены J.Christenbury (2002, 2003), H.Sloane (2003), D. Durrie (2003, 2004), которые отмечали лучшие результаты теста Ширмера после IntraLASIK. Этиология ССГ после LASIK является спорной, но многие авторы связывают его развитие с нарушением сенсорной иннервации роговицы после формирования лоскута роговицы. ССГ проходит у большинства пациентов, когда состояние нервных волокон возвращается к норме, то есть через 6-12 мес. после LASIK. По данным А.А.Каспарова, Г.С.Полунина (2003), А.Е. Егорова (2006), С.М. Миловой (2007) преходящие нарушения слезопродукции после КРЛО необходимо компенсировать кератопротекторами и слезозамещающими препаратами.

Отмечается также, что лазерный микрокератом позволяет избавиться от типичных для механического микрокератома осложнений, таких как неполный срез, центральное отверстие в лоскуте, деформация лоскута и др.[164]. Некоторые авторы отмечали, что в первые часы после операции LASIK с использованием лазерного микрокератома, пациенты испытывали больший дискомфорт, чем после применения механического. Дискомфорт связан с более выраженным отеком лоскута и связанной с этим воспалительной реакцией в ранние сроки после операции. При применении в качестве микрокератома лазера «IntraLase» с энергией импульса 1,6 мкДж J. Javaloy с соавт. (2007) наблюдали ДЛК первой-второй степени у 16% пациентов, в то время как при применении механического микрокератома случаев ДЛК не наблюдалось. Авторы считают, что появление ДЛК провоцируется высокой энергией в импульсе и переход на низкоэнергетические лазеры должен снять проблему. Одним из побочных

эффектов, создаваемых фемтосекундным лазером при большой энергии импульса (1,6 мкДж), является образование матовых пузырьков в строме роговицы, которые могут давать картину обширного диффузного помутнения ее ткани как в сторону лоскута, так и ложа, и даже в переднюю камеру. Наличие матовых пузырьков в строме мало сказывается на конечном результате коррекции, но некоторое увеличение сферической аберрации и трефойла по сравнению с гладко протекавшим лазерным срезом отмечено [166]. С точки зрения оценки рефракционных результатов коррекции можно сказать, что большинство хирургов, имеющих опыт работы с фемтосекундными лазерами, отмечают отсутствие существенной разницы между лазерными и механическими микрокератомами, особенно через 1 год после операции. Не было обнаружено и существенной разницы в контрастной чувствительности в фотопических условиях. Только в мезопических условиях на высоких частотах 12 и 18 цикл/град. лазерный микрокератом показал лучшие результаты [191]. В то же время авторы отметили более высокую частоту возникновения легкого диффузного ламеллярного кератита при использовании лазера – в 20% случаев против 6% на глазах, где использовался механический микрокератом. Наряду с яркими сторонниками использования лазерных микрокератомов (Slade S., Montez-Misco, Tomalla M.), которые считают, что затраты на их приобретение окупаются их достоинствами и инновационным потенциалом, есть и сторонники применения механических микрокератомов, которые быстро улучшаются, дешевле, компактнее и проще в применении (Charonis G., Spadea L., Suares L., Farr L.).

Сегодня уже никто не ставит под сомнение эффективность эксимерлазерной хирургии. Миллионы успешных операций ФПК, LASIK, IntraLASIK, выполненных во всех уголках земного шара вернули полноценное зрение пациентам с миопией. Однако, наряду с блестящими результатами, по-прежнему, существует ряд нерешенных вопросов. Не существует четких критериев отбора пациентов на LASIK и IntraLASIK.

Несмотря на усовершенствование механических кератомов, слабым местом операции LASIK остается формирование менискообразного неравномерного роговичного лоскута. Интра- и послеоперационные осложнения, связанные с формированием лоскута, также стоят в ряду нерешенных проблем LASIK. Все большую актуальность приобретают исследования изменений биомеханических свойств роговицы после операции, особенно у пациентов с тонкой роговицей. В последние годы появилась возможность исследований изменений роговицы до и после операции на структурном уровне *in vivo*. Исследования методом конфокальной микроскопии позволяют прогнозировать послеоперационные осложнения и повысить безопасность операции. До тех пор, пока не будет достигнут 100% рубеж эффективности и безопасности метода, исследования будут продолжаться в направлении создания новых приборов, технологий и методик.

Глава 2

Материалы и методы

2.1. Методы клинико-функционального обследования пациентов

Пациенты, обращающиеся в клинику для хирургической коррекции миопической рефракции, чаще всего уже имеют опыт использования очковой или контактной коррекции, и, как правило, достаточно информированы о возможностях хирургических методов коррекции миопии из различных источников: популярной медицинской литературы, рекламной продукции, Интернета, контактов с пациентами, перенесшими хирургическую коррекцию миопии. Чем большей по объёму информацией обладает потенциальный пациент к моменту встречи с врачом, тем более продуктивна сама беседа и тем более осознанно пациент принимает окончательное решение о необходимости и возможности хирургической коррекции, в том числе и о выборе метода операции.

Предоперационное обследование условно можно разделить на офтальмологическое и общесоматическое.

Офтальмологическое обследование включает в себя **стандартные** общепринятые и **специальные** методы обследования.

Проведение качественного дооперационного обследования позволяет точно рассчитать прогнозируемый рефракционный результат, возможные осложнения, исключить некоторых пациентов из списка претендентов на проведение лазерного кератомилеза из-за выявленных у них противопоказаний к выполнению данного метода коррекции миопии.

Тщательное послеоперационное обследование дает возможность проконтролировать клинико-функциональные результаты проведенной хирургии в различные сроки наблюдения, объективно оценить эффективность данного метода коррекции и определить пути последующей оптимизации хирургической технологии.

На каждого пациента оформлялась индивидуальная карта, в которой подробно освещался анамнез, указывались данные о предыдущих

оперативных вмешательствах на глазах и об общем состоянии организма. При планировании КРЛО и в послеоперационном периоде проводили следующий комплекс диагностических методов исследования.

Визометрия – определение остроты зрения без коррекции, с максимальной и переносимой очковой коррекцией производили по стандартной методике по визометрической таблице Головина-Сивцева (Россия) или на фороптере фирмы Торсон (Япония). Измерение некорригированной остроты зрения (НКОЗ) и корригированной остроты зрения (КОЗ) выполнялось до операции, на следующий день после операции и на каждом контрольном осмотре через 3 дня, через 1, 3, 6, 12 месяцев.

Офталмометрия – определение рефракции роговицы в центральной зоне и направлении главных меридианов выполнялась на автоматическом авторефрактометре RC-5000 фирмы Tomey (Япония).

Рефрактометрия – объективное исследование клинической рефракции глаз осуществлялась на автоматическом авторефрактометре RC-5000 фирмы Tomey (Япония); рефрактометрия измерялась в естественных условиях и в условиях циклоплегии: рефракция определялась через 45 мин. после 3-кратной инстилляцией 1 капли 0,5% р-ра тропикамида с интервалом в 15 мин.

Кератопахиметрия – определение толщины роговицы в центре и на периферии, в 3-х точках каждого из 4-х полумеридианов проводилась на ультразвуковом пахиметре фирмы Tomey (США).

Компьютерная кератотопография – исследование, позволяющее с максимальной точностью и объективностью составить рефракционную картину состояния роговицы до и после операции, выявить и детализировать все имеющиеся дефекты роговичной ткани, исключить наличие кератоконуса в начальной стадии заболевания и т.д., проводилась на кератотопографе «Tomey-3» (Tomey, США).

Аберрометрия проводилась на аберрометре OPD-Scan ARK-10 000 (Nidek, Япония), совмещающем функции аберрометра и кератотопографа.

Разложение волнового фронта по полиномам Цернике производилось в круге диаметром 6 мм, с удержанием полиномов по шестой порядок включительно. При этом измерялись суммарные аберрации и аберрации высшего порядка, особое внимание уделялось клинически значимым аберрациям – сферической и коме.

Периметрия – исследование периферических границ поля зрения, выявление скотом выполнялась на автоматизированном компьютерном анализаторе поля зрения фирмы Humphrey (США).

Исследование пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ) проводилось на автоматизированном тестере контрастного зрения фирмы «Optec 6500» фирмы Stereo Optical Co., Inc. (США). При исследовании пространственно-контрастной чувствительности определялась пространственная контрастная чувствительность (ПКЧ) в фотопических (85 кандел/м²) и мезопических (3 кандел/м²) условиях, а также на фоне засвета до операции, через 6, 12 мес. после нее.

Тонометрия – измерение внутриглазного давления выполнялось бесконтактным автоматическим пневмотонометром фирмы Alkon (США) и (при необходимости) осуществлялось тонометром Маклакова весом 10 г, диаметр отпечатка определялся линейкой Поляка.

Ультразвуковая эхобиометрия - измерение глубины передней камеры, толщины хрусталика и величины передне-задней оси глаза проводилось на ультразвуковом эхоскане US-1800 фирмы Nidek (Япония).

Биомикроскопия переднего отрезка глаза и глубоких оптических сред проводилась на щелевых лампах фирмы Rodenstock (Германия), фирмы Takagi (Япония).

Офтальмоскопия глазного дна выполнялась с помощью прямого электрического офтальмоскопа фирмы Keeler (США) и трехзеркальной линзы Гольдмана фирмы «Keeler» (США).

Оптическая когерентная томография переднего отрезка глаз (ОКТ), в том числе бесконтактная пахиметрия, выполнялась с помощью томографа Visante OCT фирмы Zeiss (Германия).

Исследование биомеханических свойств роговицы in vivo выполнялось с помощью прибора Ocular Response Analyzer (ORA) фирмы Reichert Inc. (США), который отличается от традиционного пневмотонометра наличием электронно-оптической системы слежения за изменениями в центральной зоне роговицы в момент действия воздушного импульса. По литературным данным важную роль в формировании биомеханического статуса роговицы играют ее макропараметры (геометрическая форма, размеры, толщина, радиус кривизны), характеризующиеся значительными колебаниями в зависимости от возраста и общей преломляющей способности (клинической рефракции) [182].

Эндотелиальная микроскопия – исследование, направленное на определение плотности и качественного состояния эндотелиальных клеток роговицы производилась с помощью эндотелиального микроскопа модели EM-1000 фирмы Tomey (Япония).

Конфокальная микроскопия - исследование гистологической структуры роговицы с помощью микроскопического наблюдения фронтального светового среза производилась с помощью конфокального микроскопа «Confoscan 4» фирмы Nidek (Япония). Сканирующая конфокальная микроскопия роговицы в настоящее время является одним из методов диагностики, успешно применяющимся для прижизненного динамического послеоперационного наблюдения состояния роговицы. В исследовании оценивали послеоперационные структурно-гистологические изменения роговицы. При проведении исследования использовали линзу – 40х, NA 0,75, WD 1,98 мм, Zeiss. Исследуемая зона роговицы составляла 460 х 345 мкм. Получаемое изображение – 768 х 576 pixel, толщина слоя сканирования – 5 мкм, скорость сканирования – 25 снимков в секунду.

Исследование показателей количественной и качественной оценки слезопродукции: I - тест Ширмера-1 – оценка состояния суммарной слезопродукции. Тест основан на смачиваемости стандартных стерильных полосок фильтровальной бумаги за определенное время. Использовались готовые тестовые полоски фирмы «Bausch&Lomb» (США). Полоску 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 слезной жидкости (СЖ). II – тест оценки времени разрыва слезной пленки (проба по Норну) – исследование стабильности слезной пленки (СП), свидетельствующее о состоянии ее муцинового и липидного слоев. Методика проведения теста: инстилляцией в конъюнктивальную полость 0,2% раствора 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, время разрыва слезной пленки (ВРСП) менее 10 сек указывает на нестабильность СП. При получении пограничных или сниженных значений ВРСП – пробу трехкратно повторяли, результатами считали усредненное значение.

Лазерная тиндалеметрия - исследование проницаемости гемато-офтальмического барьера и подсчета количества белка и клеток во влаге передней камеры выполнялась с помощью аппарата фирмы Kowa FS-2000 (Япония). Метод является бесконтактным и основан на измерении интенсивности лазерного луча, отраженного от взвешенных во влаге передней камеры клеток и крупномолекулярных белков. Электрический

сигнал преобразовывался в цифровой формат и обрабатывался компьютером, количество (поток) белка измерялось числом фотонов в миллисекунду (ф/см), подсчет клеток выдавался в 1 мм³ (рис.7).

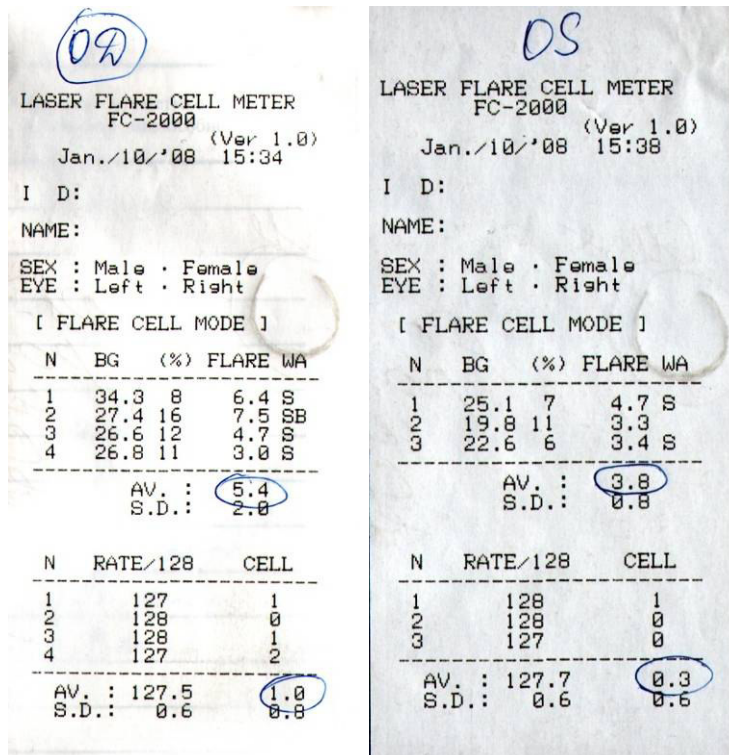


Рис. 7. Компьютерная распечатка результатов лазерной тиндалеметрии: анализ потока белка (flare) и клеток (cell) в передней камере.

Одним из основных параметров роговицы, учитываемых при выборе лазерной операции, является ее толщина в центральной зоне. При оценке допустимой толщины роговицы нужно исходить из того, что в зависимости от применяемого алгоритма абляции для коррекции 1 дптр миопии испаряется 8-13 мкм ткани, а толщина роговичного лоскута может колебаться от 90 до 180 мкм. При оценке противопоказаний со стороны органа зрения следует обращать внимание на особенности анатомии глазницы и положение глазного яблока в ней. При выполнении операции LASIK у пациентов с глубоко посаженными глазами и узкой глазной щелью могут возникнуть проблемы с установкой вакуумного кольца, возникает угроза потери вакуума во время прохождения лезвия микрокератома при формировании роговичного лоскута.

Общесоматическое исследование пациентов до операции также имеет большое практическое значение. Наличие у пациентов общих системных заболеваний, хронических инфекционных заболеваний, аллергических болезней рассматриваются как противопоказания к операции.

После проведения комплексного обследования, имея на руках результаты полного офтальмологического обследования, офтальмолог должен ознакомить с данными пациента, предложить весь спектр возможных хирургических методик для коррекции миопической рефракции, выбрать вместе с пациентом оптимальный вариант и обсудить с ним возможные рефракционные результаты.

В нашей работе использовались общепринятые критерии оценки результатов рефракционной операции, такие как оценка ее *эффективности* и *безопасности*.

Эффективность операции оценивали по показателям, характеризующим:

некорригированную остроту зрения после операции;

предсказуемость результата (точность коррекции) – доля глаз в пределах $\pm 1,0$ дптр от запланированной рефракции.

Исследование остроты зрения проводилось с вычислением коэффициента безопасности (Кб)- отношение послеоперационной КОЗ к дооперационной КОЗ и коэффициента эффективности (Кэ) - отношение послеоперационной НКОЗ к дооперационной КОЗ.

Для каждой исследуемой подгруппы составлялись стандартные таблицы и графики по изменению рефракции и остроты зрения, показатели предсказуемости в пределах $\pm 0,5$ и $\pm 1,0$ дптр, позволяющие сравнить качественно и количественно результаты рефракционной лазерной операции.

Безопасность операции оценивали по снижению корригированной остроты зрения в послеоперационном периоде по таблицам Головина-Сивцева. Также контроль безопасности КРЛО осуществлялся по анализу

ПЭК и с помощью метода лазерной тиндалеметрии, выполняемом на лазерном анализаторе количества клеток в передней камере (Kowa FS 2000).

Динамику рефракции оценивали по данным наблюдения в сроки до 24 мес. после операции.

Статистический анализ данных выполнен на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ (программное обеспечение к установке «Микроскан»). После оценки первичных данных проводилась статистическая проверка исследуемых групп и параметров на предмет их принадлежности к одной генеральной совокупности по критериям возраста, остроты зрения до операции и др., определялся характер распределения данных и репрезентативность выборок для параметрического анализа. Для статистического анализа использовался t-тест Student для парных данных, сравнения между группами выполнены с помощью дисперсионного анализа. Зависимость эффекта КРЛО от заданных параметров зон абляции выполнялась методом многомерной статистики (корреляционный анализ и др.). Результаты статистики представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее значение, а σ – стандартное отклонение. Во всех случаях коэффициент достоверности (P value) $< 0,05$ считался статистически значимым.

2.2. Общая характеристика пациентов и результаты клинко-функциональных методов исследования пациентов до операции

Основные показания и противопоказания для проведения операций LASIK и IntraLASIK были определены другими авторами в ранее выполненных исследовательских работах, представленных в обзоре литературы [17, 60].

Критериями отбора пациентов на КРЛО в данном исследовании явились:

- миопия стабилизированная слабой, средней и высокой степени (до 14,0 дптр);

- сочетание стабилизированной миопии различной степени с астигматизмом (до 2 дптр);
- сочетание стабилизированной миопии различной степени с тонкой роговицей;
- непереносимость очковой и/или контактной коррекции;
- профессиональная необходимость

Сохранялся и возрастной «ценз» - рекомендованный минимальный возраст для кандидатов на операцию составлял 18-20 лет. Некоторые авторы считают, что он должен составлять не менее 21 года. Максимальный возраст не установлен, особое внимание при планировании операции у пациентов «пресбиопического» возраста обращалось на необходимость использования очков для близи после операции в случае получения эметропии. Не рекомендовались операции пациенткам в период беременности, кормления ребенка грудью, пациентам, пользующимся кардиостимулятором во избежание влияния магнитного поля лазера на его работу.

Для характеристики степени миопии использовалась классификация Э.С.Аветисова, согласно которой миопия до 3-х диоптрий включительно относится к миопии слабой степени, до 6-и дптр – к средней и более 6-и дптр – к высокой степени миопии.

Анализ клинических исследований базируется на результатах 400 кераторефракционных лазерных операций (КРЛО) у пациентов с миопией (204 пациента, 400 глаз). Средний возраст составил 33 года (от 18 до 55 лет). Все пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от вида выполненного вмешательства. Первая основная группа – пациенты, перенесшие операцию IntraLASIK, вторая контрольная – пациенты после LASIK. Первую группу составили 103 человека (202 глаза), из них 60 женщин и 43 мужчины в возрасте от 19 до 55 лет (средний возраст - 32 года).

Вторую группу составили 101 человек (198 глаз), из них 55 женщин и 46 мужчин в возрасте от 18 до 55 лет (средний возраст – 35 лет).

Следует отметить, что результаты общего клинического обследования свидетельствовали об отсутствии у всех 204 пациентов сопутствующей глазной и соматической патологии. Кроме того, учитывая возможность влияния контактных линз на анатоморефракционные параметры роговицы, обследование пациентов, пользовавшихся контактными линзами, проводилось не ранее, чем через 2 – 4 недели после отказа от их использования.

Распределение пациентов по возрасту к моменту операции представлено в табл.1

Таблица 1

Распределение пациентов по возрасту (n=400)

Возраст	IntraLASIK		LASIK	
	Количество пациентов	%	Количество пациентов	%
18-27 лет	40 человек	38,8	39 человек	38,6
28-37 лет	35 человек	34,0	37 человек	36,6
38-47 лет	20 человек	18,4	18 человек	17,9
48-55 лет	8 человек	8,8	7 человек	6,9
Итого:	103 человека	100	101 человек	100

Согласно данным таблицы 1, основной контингент пациентов составляли молодые работоспособные люди в возрасте до 47 лет - 189 человек (92,6%).

Во всех обследованных глазах отмечалась миопическая рефракция различной степени. Так, сферозэквивалент, варьируя от -0,5 дптр до -14,0

дптр, в среднем составлял $-8,21 \pm 2,65$ дптр, цилиндрический компонент рефракции колебался от $-0,75$ до $-2,0$ дптр и, в среднем, составлял $-1,07 \pm 0,65$ дптр.

Распределение обследованных глаз по величине исходной миопии представлено в табл.2

Таблица 2

Распределение глаз по степени исходной миопии (n=400)

Степень миопии	IntraLASIK		LASIK	
	Количество глаз	%	Количество глаз	%
До 3,0 дптр	31	15,3	32	16,2
3,25-6,0 дптр	68	33,7	65	32,8
6,25-10,0 дптр	71	35,2	72	36,4
10,25-14,0 дптр	32	15,8	29	14,6
Итого:	202	100	198	100

Согласно данным таблицы 2, все обследованные глаза были разделены на 4 подгруппы. В группе IntraLASIK первую подгруппу составил 31 глаз (15,3%) с предоперационной миопической рефракцией до 3,0 дптр, вторую подгруппу – 68 глаз (33,7%) с исходной миопией 3,25-6,0 дптр, третью подгруппу – 71 глаз (35,2%) с миопией 6,25-10,0 дптр, четвертую подгруппу – 32 глаза (15,8%) с миопией 10,25-14,0 дптр. В группе LASIK первую подгруппу составили 32 глаза (16,2%) с предоперационной миопической рефракцией до 3,0 дптр, вторую подгруппу – 65 глаз (32,8%) с исходной миопией 3,25-6,0 дптр, третью подгруппу – 72 глаза (36,4%) с миопией 6,25-10,0 дптр, четвертую подгруппу – 29 глаз (14,6%) с миопией 10,25-14,0 дптр.

Следует уточнить, что в большинстве случаев при миопии больше 8,5 дптр переносимая очковая коррекция была ниже максимальной. Необходимо также отметить, что 126 пациентов из 204 (что составило 61,8% случаев) пользовались контактными линзами, при этом 37 пациентам (29,4%) не удавалось носить линзы более 2-3 часов из-за их непереносимости, а 28 человек не могли постоянно пользоваться контактными линзами вследствие особенностей характера, профессии или спортивных увлечений.

Двусторонняя миопия отмечалась у 200 человек (98%), при этом величина анизометропии, как правило, не превышала 1,0-2,5 дптр. Односторонняя миопия при эметропии на парном глазу выявлена у 4 человек (2%), при этом миопия на худшем глазу до 6,0 дптр – у 3 человек (1,5%), больше 6,0 дптр – у 1 пациента (0,5%).

Острота зрения до операции

Острота зрения без коррекции во всех обследованных глазах не превышала 0,1 (от 0,01 до 0,1).

Данные НКОЗ и КОЗ представлены по группам в табл.3

Таблица 3

Корригированная и некорригированная острота зрения до операции (n=400)

Степень миопии (дптр)	НКОЗ	КОЗ
От -0,5 до 3,0 (1 подгруппа)	0,10 ±0,05	1,00±0,11
От -3,25 до -6,0 (2 подгруппа)	0,06±0,03	0,98±0,08
От -6,25 до -10,0 (3 подгруппа)	0,03±0,01	0,86±0,16
От -10,25 до -14,0 (4 подгруппа)	0,03±0,02	0,66±0,22

Распределение глаз по остроте зрения с максимальной очковой коррекцией представлено в табл.4.

Таблица 4

Корригированная острота зрения по подгруппам обеих групп до операции (n=400)

Острота зрения	1 подгруппа От -0,5 до -3,0	2 подгруппа От -3,25 до -6,0	3 подгруппа От -6,25 до -10,0	4 подгруппа От -10,25 до -14,0	Итого:
0,4	-	-	-	5	5
0,5-0,6	-	-	7	26	33
0,7-0,8	1	15	42	20	78
0,9-1,0	62	118	94	10	284
Итого:	63	133	143	61	400

Согласно данным таблицы 4, острота зрения 0,4 отмечалась лишь в 5 случаях у пациентов 4-й подгруппы с исходной миопией более 10,0 дптр, что составляло 1,25% от общего количества обследованных глаз, при этом не было отмечено ни одного случая корригированной остроты зрения менее 0,4.

Преобладала корригированная острота зрения 0,5-1,0 – 395 глаз (98% случаев). Среди них наибольшее число глаз имели корригированную остроту зрения 0,7-0,8 (90,5% случаев).

Рефракция роговицы варьировала от 40,0 до 48,0 дптр, в среднем равняясь $43,75 \pm 0,46$ дптр.

В зависимости от толщины роговицы пациенты в обеих группах были разделены на 3 подгруппы: «тонкие» роговицы - от 500 до 520 мкм, «средние» - от 521 до 580 мкм, «толстые» - от 581 до 610 мкм. Такое деление по толщине роговицы было необходимо для исследования изменений биомеханических свойств роговицы до и после операций и для изучения особенностей формирования роговичного лоскута у пациентов с тонкой роговицей.

Среднее значение центральной толщины роговицы (ЦТР) до операции в исследуемых группах составило $546,3 \pm 16,1$ мкм. «Тонкие» роговицы (от 500 до 520 мкм) были на 82 глазах (20,5%), «средние» (от 521 до 580) – на 216 (54%), «толстые» (от 581 до 610 мкм) – на 102 глазах (25,5%).

Распределение глаз в подгруппах в зависимости от центральной толщины роговицы представлено в табл.5.

Таблица 5

Центральная толщина роговицы по подгруппам до операции (n=400)

Центральная толщина роговицы (мкм)	Вид вмешательства	
	IntraLASIK	LASIK
1 подгруппа	31	32
500 – 520 мкм	10	11
521 – 580 мкм	13	14
581 – 610 мкм	8	7
2 подгруппа	68	65
500 – 520 мкм	12	9
521 – 580 мкм	40	41
581 – 610 мкм	16	15
3 подгруппа	71	72
500 – 520 мкм	11	10
521 – 580 мкм	47	40
581 – 610 мкм	13	22
4 подгруппа	32	29
500 – 520 мкм	9	10
521 – 580 мкм	12	9
581 – 610 мкм	11	10
Итого: 400 глаз	202 (50,5%)	198 (49,5%)

По данным эхобиометрии глубина передней камеры в среднем составляла $3,24 \pm 0,44$ мм, толщина хрусталика $3,21 \pm 0,52$ мм, длина глаза $27,94 \pm 0,72$.

Плотность клеток эндотелия по данным эндотелиальной микроскопии в среднем равнялась 2600-2800 кл/мм².

Границы поля зрения находились в норме практически во всех обследованных глазах. В 25 глазах при миопии свыше 8,5 дптр (6,25%) отмечено незначительное сужение границ поля зрения с височной стороны на 5-10°, что является характерной особенностью глаз с миопией высокой степени.

Для исследования аберраций пациенты 1, 2 и 3, 4 подгрупп были объединены в подгруппы: I - миопия слабой и средней степени, II - миопия высокой степени. Анализировали показатели среднеквадратичного значения отклонения RMS волнового фронта пациента от идеального волнового фронта за счет аберраций: кома [RMS coma ($Z_{7,8}$)], сферическая аберрация [RMS CA (Z_{12})], суммарные аберрации волнового фронта глаза [RMS HOA].

До операции в группе со слабой и средней степенью миопии средние значения RMS HOA составили $0,305 \pm 0,184$ мкм, RMS CA - $0,062 \pm 0,084$ мкм, средние значения RMS coma – $0,118 \pm 0,078$ мкм, в подгруппе пациентов с высокой степенью миопии – $0,285 \pm 0,115$ мкм, $0,128 \pm 0,136$ мкм и $0,085 \pm 0,92$ мкм соответственно.

До операции у пациентов с миопией при полной очковой коррекции имелось снижение контрастной чувствительности на средних (3 цикл/град) и высоких частотах (табл 6.).

Данные ПКЧ в различных условиях освещенности до операции (n=132)

Условия	Фотопические (85 кандел/ м)				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	68,4 $\pm$ 19,37	78,2 $\pm$ 23,42	68,6 $\pm$ 39,29	25,5 $\pm$ 16,81	5,3 $\pm$ 5,88
Условия	Мезопические (3 кандел/ м)				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	65,7 $\pm$ 36,32	69,4 $\pm$ 45,58	35,9 $\pm$ 33,23	4,2 $\pm$ 5,75	2,6 $\pm$ 1,89
Условия	Фотопические с засветом				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	64,4 $\pm$ 19,37	71,3 $\pm$ 33,62	66,0 $\pm$ 49,52	24,1 $\pm$ 18,02	5,1 $\pm$ 5,08
Условия	Мезопические с засветом				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	53,1 $\pm$ 29,22	54,3 $\pm$ 40,87	20,1 $\pm$ 25,35	3,4 $\pm$ 7,43	0,6 $\pm$ 1,89

Нами была поставлена задача провести анализ биомеханических (вязко-эластичных) свойств роговицы с помощью анализатора биомеханических свойств роговицы (ORA) до операции и в разные сроки после операции. Прежде всего нас интересовали изменения значений корнеального гистерезиса (КГ) и фактора резистентности роговицы (ФРР) в зависимости от способа формирования роговичного лоскута, исходной толщины роговицы и степени корригируемой миопии. Были обследованы 100 пациентов (200 глаз) в возрасте от 18 до 45 лет. Если по литературным данным значение корнеального гистерезиса в норме составляет в среднем 10,43 $\pm$ 1,9 мм рт.ст., то у пациентов с миопией среднее значение КГ в исследуемых группах до операции составило 9,8 $\pm$ 1,18 мм рт.ст. При этом КГ от 6,5 до 10 мм рт.ст. определялся на 64 глазах (32 %), от 10 до 12 – на 114 (57 %) и более 12 мм рт.ст. (от 12 до 16) – на 22 глазах (11 %).

Среднее значение ФРР до операции соответствовало 10,3 $\pm$ 1,2 мм рт.ст. Нами была отмечена зависимость значений показателей ФРР, КГ от толщины роговицы (табл.7).

Таблица 7

Значения КГ и ФРР до операции (в зависимости от толщины роговицы)(n=200)

ORA Пахиметрия	ФРР, мм рт.ст.	КГ, мм рт.ст.
500 - 520 мкм	8,5±1,3	8,4±1,16
521 - 580 мкм	10,8±1,15	10,4±1,17
581 - 610 мкм	11,6±1,2	10,7±1,22
Средние значения	10,3±1,2	9,8±1,18

Зависимости значений перечисленных показателей ФРР, КГ от степени миопии нами обнаружено не было.

Внутриглазное давление, в среднем, равнялось $18,2 \pm 1,67$ мм рт.ст.

При конфокальной микроскопии у всех пациентов в обеих группах до операции получены изображения интактной роговицы без признаков клеточной активации.

При исследовании показателей количественной и качественной оценки слезопродукции в обеих группах были получены следующие данные: тест Ширмера, в среднем, $20,5 \pm 1,5$ мм за 5 мин., ВРСП, в среднем— $19,1 \pm 0,7$ сек.

По данным биомикроскопического обследования во всех глазах роговица была прозрачной и блестящей, передняя камера средней глубины, реакция зрачка на свет живая, хрусталик прозрачный, деструкция стекловидного тела ни в одном случае не превышала I степень.

Офтальмоскопия глазного дна выявила ряд характерных для миопии изменений со стороны сетчатки. Так, негрубая «сухая» макулодистрофия была обнаружена в 5% случаев (20 глаз) при миопии свыше 6,0 дптр. В 159 глазах (39,9%) выявлена периферическая витреоретинальная дистрофия

сетчатки. Для профилактики осложнений в послеоперационном периоде на этих глазах выполнена профилактическая периферическая лазерная коагуляция сетчатки. В заключение данного раздела необходимо отметить, что выявленные нами в ходе обследования особенности в глазах с миопией различной степени, коррелируют с данными авторов, занимающихся проблемой профилактики, лечения и коррекции миопии.

Глава 3

Хирургическая технология лазерного кератомилеза с использованием фемтосекундного лазера для коррекции миопии

3.1. Предоперационная подготовка

Поскольку вмешательство, в основном, проводилось под местной анестезией, важным моментом являлась предварительная психологическая подготовка пациента на дооперационном этапе, установление психологического контакта с хирургом во время операции.

Общая и медикаментозная подготовка к операции включала:

- отказ от использования контактных линз за 15-30 дней до операции, при длительном ношении контактных линз с вращением сосудов в роговицу-медикаментозная подготовка к оперативному вмешательству (кортикостероиды, кератопротекторы);
- накануне операционного дня и в день операции пациентам, испытывающим страх перед операцией, назначали внутрь за 1 час до операции таблетку феназепама.
- в день операции за 10 – 15 мин до начала операции в конъюнктивальную полость оперируемого глаза проводили инстилляции антибиотика (тобрекс). Для анестезии в конъюнктивальную полость закапывался 0,4 % раствор инокаина по 1-2 капли трехкратно через 1 мин.

3.2. Характеристика лазерных установок

Немаловажным фактором в получении высоких функциональных результатов являются характеристики используемых для операции лазеров. Применение ранее созданных полноапертурных эксимерных лазеров в клинике наряду с несомненными достоинствами, выявило их определенные недостатки, основными из которых являлись невозможность коррекции иррегулярного астигматизма, а также формирование центральных островков,

наличие ударной волны и некоторый нагрев роговицы в процессе операции. Поэтому на ведущие позиции стали выходить эксимерные лазеры, работающие в режиме «FLY SPOT» (летающее пятно), лишенные указанных недостатков и наиболее оптимальные и эффективные для технологии LASIK. А.В. Дога с соавторами (2004) провели анализ гладкости абляционной поверхности, формируемой разными эксимерными лазерами, который показал преимущества сканирующих лазеров, работающих по технологии «летающего пятна» перед лазерами, использующими в работе «ирисовую» диафрагму [24].

В 2000 г. Центром физического приборостроения института общей физики РАН создана первая отечественная сканирующая эксимерлазерная офтальмологическая установка «МикроСкан - ЦФП» и на ее базе разработана комплексная система для рефракционной микрохирургии роговицы [29, 31, 32, 33].

Эксимерлазерная хирургия по технологии LASIK, выполняемая с помощью излучения сканирующего эксимерного лазера, имеющего микронную точность, позволяет:

- корректировать любые виды аномалий рефракции глаза,
- проводить персонализированные операции на основе компьютерной кератотопографии и аберрометрии,
- формировать идеально гладкую поверхность роговицы,
- формировать плавную переходную зону с минимальной глубиной абляции,
- создавать асферическую поверхность роговицы,
- получать полное соответствие зоны фотоабляции заданной зоне рефракционного перепрофилирования,
- минимизировать нагрев роговицы за счет уменьшения диаметра пятна (1,1 мм, 0,9 мм, 0,7 мм)
- исключить появление центральных островков

В ходе работы использовались следующие лазерные офтальмологические установки:

1. «МикроСкан - ЦФП» (ЦФП, Троицк), генерирующий излучение эксимерного лазера с длиной волны 193 нм. Лазер имеет оригинальный алгоритм сканирования – «микролинзирование» по углам шестигональной сетки с гауссовым профилем распределения энергии в луче с диаметром абляции 1,1 мм и частотой следования импульсов 100 Гц, плотностью энергии в импульсе 120 мДж/см² (рис.8).



Рис. 8. Эксимерлазерная установка «Микроскан-2000» (ЦФП, Троицк, Россия)

В нашей работе все эксимерлазерные операции выполнены на установке «МикроСкан - ЦФП» 100 Гц. Необходимо отметить, что лазерная установка «МикроСкан - ЦФП» отвечает самым современным требованиям эксимерлазерной рефракционной хирургии и имеет диапазон возможностей, не уступающий самым последним зарубежным аналогам. Работа установки достаточно стабильна. Калибровка проводится перед началом операционного

дня и проверяется примерно через 2 – 3 часа (или после выполнения 12 – 15 операций). Во время проведения операций в операционной присутствует инженер, следящий за работой лазера, проводящий подготовку прибора к работе и отвечающий за калибровку в штатном режиме.

Кроме эксимерного лазера для формирования роговичного лоскута при выполнении стандартной технологии LASIK использовался механический микрокератом Moria M2 (Antony, Франция) с одноразовыми головками 90 мкм и стандартной головкой 110 мкм.

2. «IntraLase FS» (AMO, США) – фемтосекундный лазер, генерирующий излучение лазера на неодимовом стекле с диодной накачкой с регенерационным усилителем с диодной накачкой с длиной волны 1053 нм, частотой повторения импульсов 60 кГц, длительностью импульса 600-800 фемтосекунд (фсек), с максимальной пиковой мощностью импульса 8,3 МВт, с максимальной энергией импульса 5,0 мкДж, максимальной выходной мощностью лазерного луча 300 мВт, размером пятна 3-6 мкм (рис.9).



Рис. 9. Фемтосекундный лазер «IntraLase FS» 60 кГц (внешний вид)

Для формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера «IntraLase FS» используется одноразовый комплект интерфейса пациента, в состав которого входят аппланационный конус, сборное аспирационное кольцо, вакуумная трубка, шприц с поршнем для создания вакуума.

3.3. Особенности формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера

Возможность проведения качественной эксимерлазерной абляции находится в прямой зависимости от параметров сформированного роговичного лоскута.

При формировании роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера «IntraLase FS» плоскость резекции создается за счет воздействия узконаправленных лазерных импульсов фемтосекундной длительности, создающих микроразрезы тканей. Хирургическое воздействие осуществляется посредством выдачи десятков тысяч почти налагающихся друг на друга индивидуальных импульсов в течение каждой секунды, что позволяет получать разрезы, эквивалентные получаемым с помощью механических лезвий. Лазерные импульсы передаются через интерфейс пациента IntraLase, состоящий из сборного аспирационного кольца, аппланационного конуса и вакуумной системы (рис.10).

Роговичный лоскут вырезался с помощью программы «Flap» посредством двухэтапной резекции: сначала производился разрез в горизонтальной плоскости на выбранной глубине, а затем производился частичный цилиндрический разрез (называемый боковым разрезом), простирающийся от горизонтальной плоскости резекции до поверхности роговицы. Часть бокового разреза оставалась необработанной, что обеспечивало создание «ножки» для лоскута. В поперечном сечении эти два пересекающихся разреза образуют лоскут в форме диска (рис.11). Для формирования лоскута использовался рисунок сканирования «Raster»

(рис.12) с формированием кармана в области «ножки» для эвакуации газовой смеси.

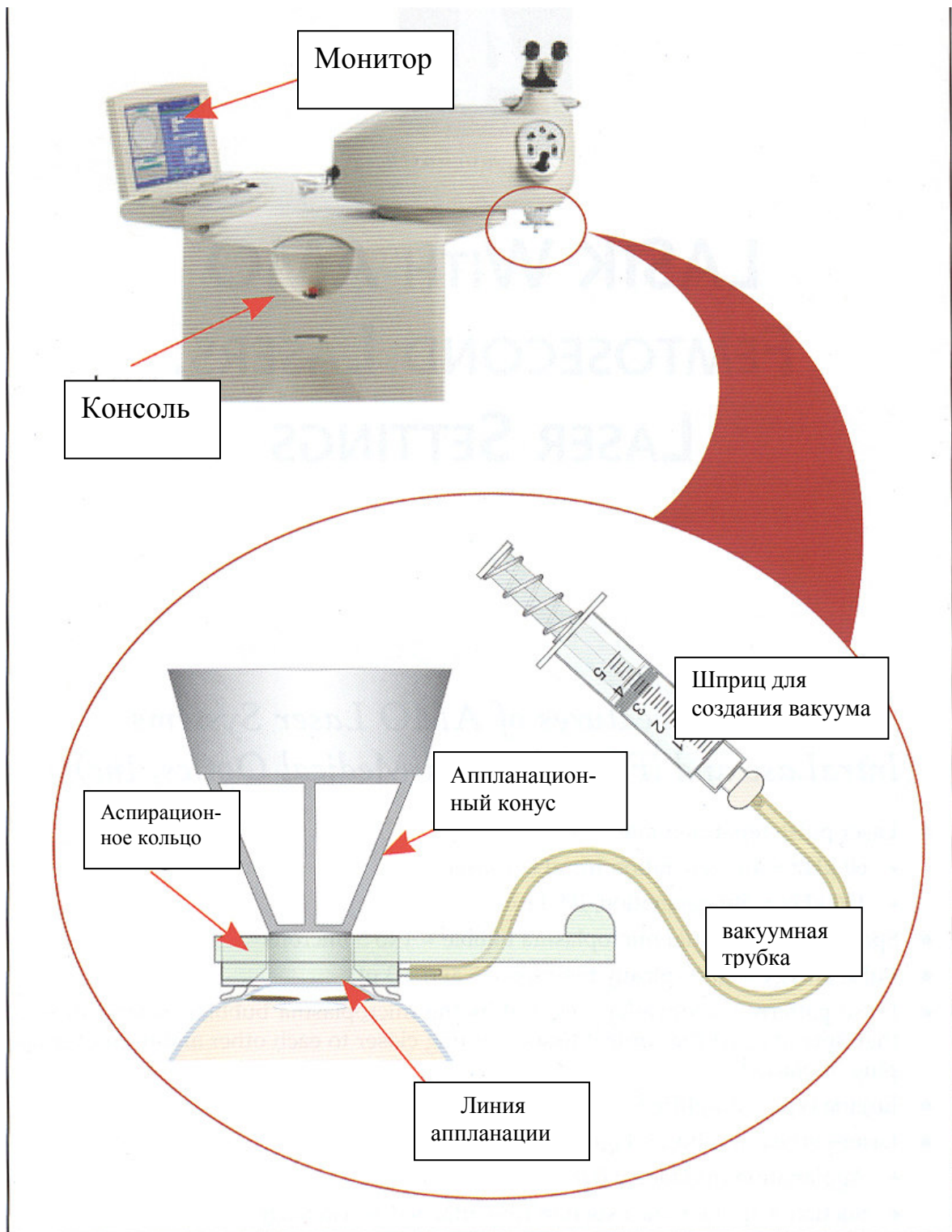


Рис. 10. Интерфейс пациента для формирования роговичного лоскута фемтосекундным лазером

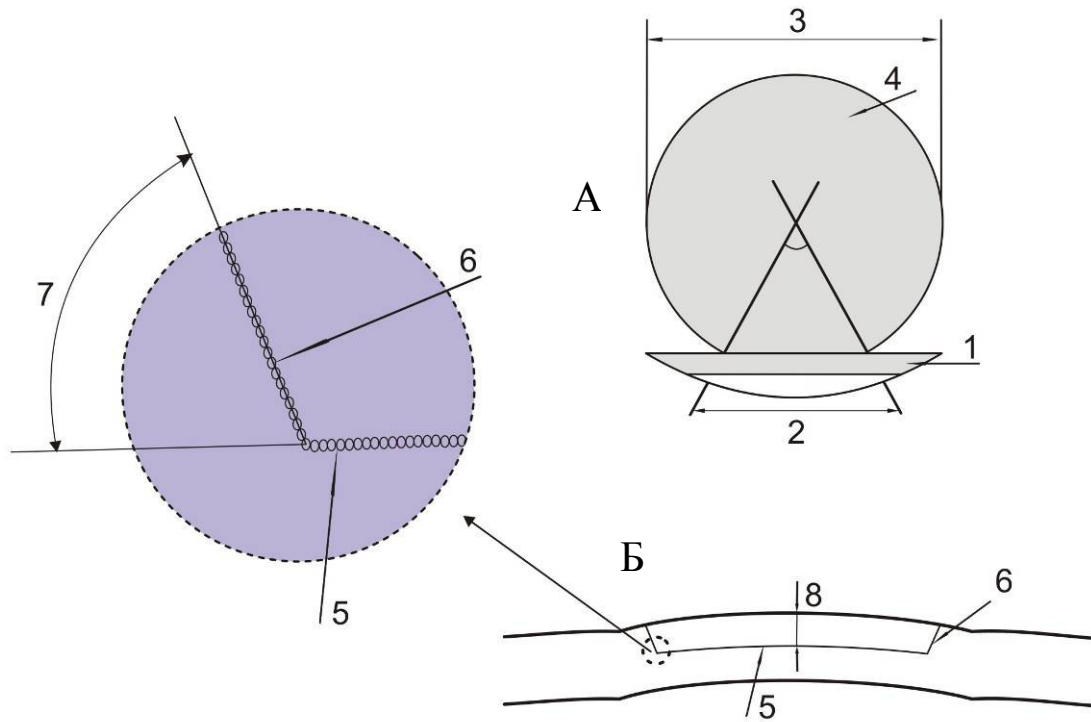


Рис. 11 . Схема формирования роговичного лоскута с помощью фемтосекундного лазера, где А – вид сверху, Б – вид сбоку в разрезе: 1- карман, 2- угол петли , 3 – диаметр роговичного лоскута, 4 – лоскут , 5 – горизонтальный разрез, 6 – вертикальный разрез, 7 – угол бокового вреза , 8 – толщина лоскута, 9 – ножка лоскута

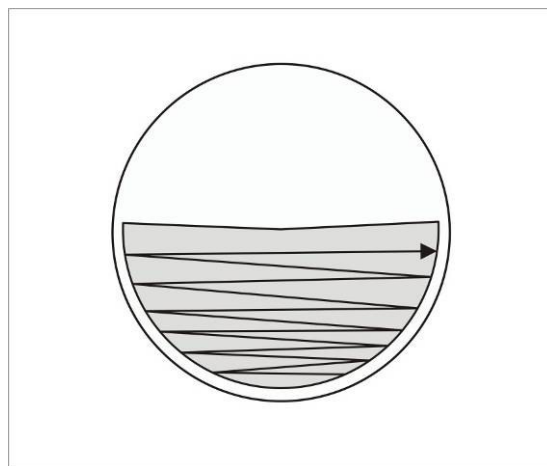


Рис. 12. Схема сканирующей программы Raster, согласно которой разрез начинается в положении петли на периферии крышки, лазерные импульсы создают линейную хорду поперек поля разреза с пересечением периметра лоскута, которая продвигается согласно схеме от одного края роговицы к другому, заполняя круглый диск и заканчивается на противоположной стороне роговицы

Формирование роговичного лоскута происходило под визуальным контролем хирурга, что полностью исключало децентрацию положения лоскута (рис.13,14).

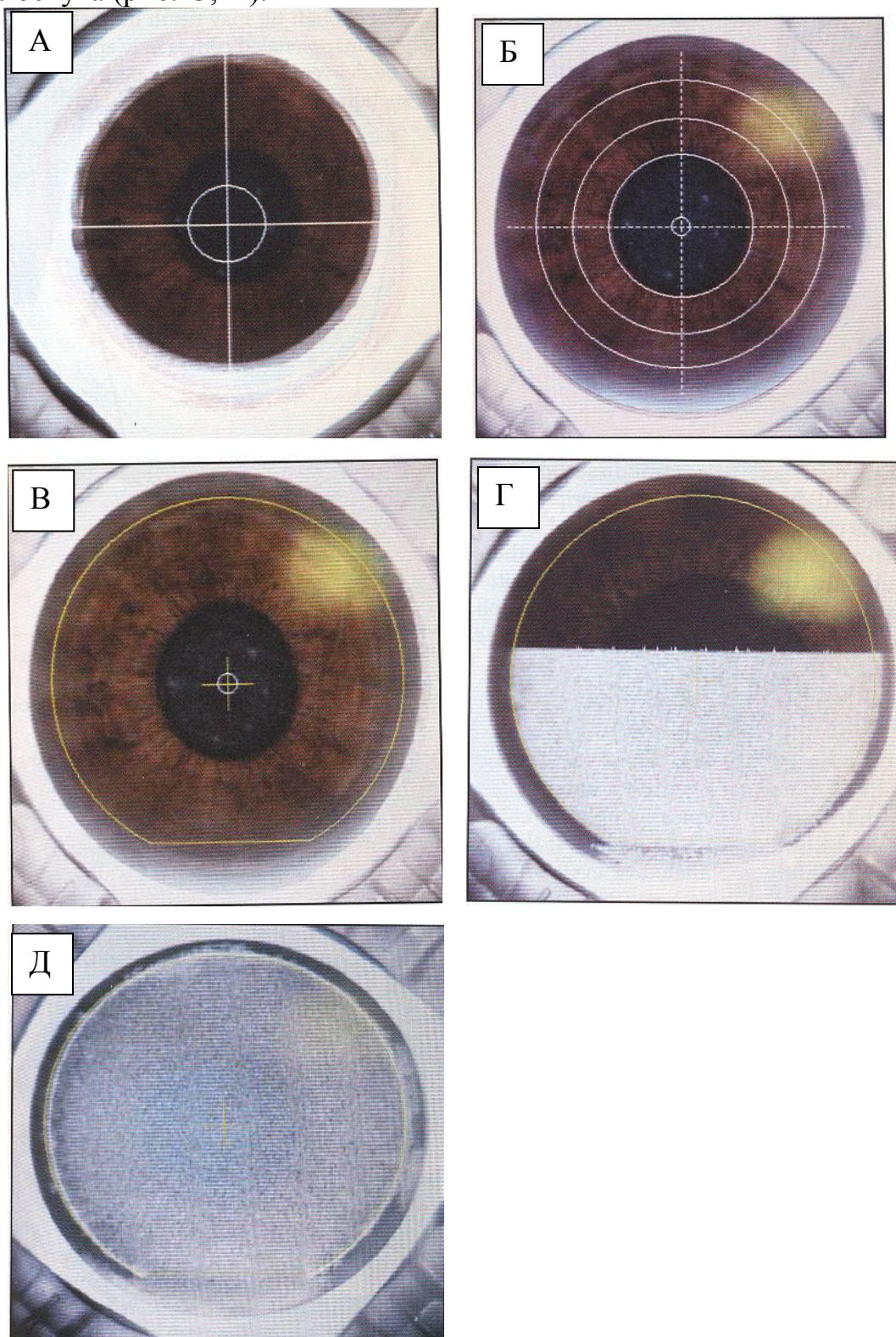


Рис.13. Этапы формирования роговичного лоскута фемтосекундным лазером: А – аппланация роговицы; Б – центровка планируемого роговичного лоскута по зрачку; В – определение параметров роговичного лоскута; Г – формирование горизонтальной плоскости разреза в режиме «Raster»; Д – формирование вертикального разреза



Рис. 14. Фото глаза во время операции: А - сразу после окончания формирования роговичного лоскута; Б – перед отделением роговичного лоскута от стромального ложа

При формировании роговичного лоскута при помощи механического микрокератома мы использовали кератом M2 фирмы Moria (Antony, Франция), одноразовые головки 90 мкм и стандартную головку 110 мкм, аспирационные вакуумные кольца Moria, вакуумную систему и одноразовые лезвия Moria. Ножку лоскута ориентировали на 12 часах. Планируемые параметры роговичного лоскута представлены в табл.8.

Таблица 8

Планируемые параметры роговичного лоскута

Параметр	Планируемый показатель
Диаметр лоскута	9,0-9,5 мм
Толщина в центре	110 мкм 90 мкм
Ширина ножки	3-5 мм
Эффективная площадь сформированного ложа	63,6 – 70,8 мм ³

3.4. Хирургическая технология лазерного in situ кератомилёза с использованием фемтосекундного лазера для коррекции миопии

IntraLASIK, так же как стандартная технология LASIK, выполнялся с помощью эксимерлазерной офтальмологической установки «МикроСкан - ЦФП», но для формирования роговичного лоскута использовался фемтосекундный лазер «IntraLase FS» 60 Гц.

Операция IntraLASIK состояла из двух этапов: **I этап-** формирование роговичного лоскута с использованием фемтосекундного лазера (рис.11, 12, 13, 14).

За 5-10 мин до начала операции в конъюнктивальную полость оперируемого глаза инстиллировали раствор тобрекса. Кожа век и лица вокруг глаза в радиусе 5 см обрабатывали препаратом бетадин. Для анестезии в конъюнктивальную полость закапывался 0,4% раствор инокаина

по 1-2 капли двукратно через 1 мин. Зона операции накрывалась стерильной салфеткой с прорезью (диаметром 6-7 см) для глаза. Устанавливался векорасширитель (рис. 16 А). Повторялась инстилляция 0,4% раствора инокаина 1-2 капли однократно. В программу компьютера, управляющего фемтосекундным лазером, вводились параметры планируемого роговичного лоскута (глубина горизонтального разреза, диаметр бокового разреза, угол среза, ширина ножки лоскута). Перемещением стола с пациентом хирург наводил микроскоп лазера на резкость (увеличение $\times 1,6$) по вершине роговицы. Пациент фиксировал взгляд на круге, состоящем из светящихся лампочек в центре объектива микроскопа. Ассистент (инженер или медсестра) на мониторе компьютера включал систему автоматического слежения за положением глаза, фиксирующую центр зрачка. На склере вокруг роговицы устанавливали сборное аспирационное кольцо интерфейса пациента, соединенное вакуумной трубкой с одноразовым шприцем и предназначенное для фиксации глаза и обеспечения контакта глаза со стеклом аппланационного конуса (рис. 16 Б). Медсестра с помощью одноразового шприца интерфейса пациента создавала небольшое разрежение в аспирационной системе. При достижении необходимого вакуума необходимо было убедиться, что кольцо фиксировано на склере в правильном положении. Конус с аппланационным стеклом помещали в направляющие установочной площадки, расположенной на выходе устройства наведения луча. После того, как глаз был зафиксирован, перемещением джойстика, находящегося на пульте управления лазером, точно выставлялась система наведения луча по центру отверстия сборного аспирационного кольца. Вращая джойстик по часовой стрелке, медленно опускали устройство наведения луча, плавно направляя аппланационный конус через центр аспирационного кольца до контакта с роговицей (рис. 16 В). После того, как роговица была полностью сплюснута и аппланационная линза была точно выставлена по центру аспирационного кольца (рис. 16 Г), сжимали рычаги кольца, чтобы высвободить зажим. После этого сборное

аспирационное кольцо сжимало аппланационный конус, а в поле зрения операционного микроскопа и на дисплейной панели появлялся включенный желтый светодиод (загорание красного светодиода сигнализирует о максимальной допустимой аппланации). Для начала процедуры хирург нажимал педаль ножного выключателя. Фотоабляционное воздействие лазера было видно в поле зрения операционного микроскопа. Начинался процесс формирования роговичного лоскута в режиме «Raster» (рис.12): горизонтальный и боковой разрезы по заданным параметрам, который продолжался 16 -20 сек.

После завершения процедуры отсоединяли аспирационную систему (рис.16 Д) и снимали кольцо. На поверхности роговицы формировался округлый лоскут (диаметром 9,0 – 9,5 мм), включающий эпителий, боуменову мембрану и поверхностные слои стромы .

Операционный стол с пациентом перемещался под устройство наведения луча эксимерного лазера, хирург наводил микроскоп лазера на резкость (увеличение $\times 1,6$) по вершине роговицы, совмещая два сходящихся пучка прицельных низкоэнергетических красных лазеров (включаются кнопкой «Фокус»). Пациент фиксировал взгляд на мигающей зеленой точке – светодиоде в центре объектива микроскопа. Затем шпателем выполнялось отсепаровывание лоскута от стромы и освобождение стромального ложа для дальнейшей абляции. После формирования роговичного лоскута выполнялся **II этап** операции IntraLASIK: в программу компьютера, управляющего эксимерным лазером, вводились параметры глаза для расчета операции (сфероцилиндрическая рефракция, требующая коррекции, данные офтальмометрии и толщины роговицы, размер зоны абляции). Расчет операции проводили при помощи компьютерной программы, входящей в перечень программ компьютерного обеспечения эксимерлазерной установки, при этом использовали оптимальные для данной рефракции и толщины роговицы диаметры оптических зон.

Перемещением стола с пациентом хирург наводил микроскоп лазера на резкость (увеличение $\times 1,6$) по центру стромального ложа, совмещая два

сходящихся пучка прицельных низкоэнергетических красных лазеров (включаются кнопкой «Фокус»). Пациент фиксировал взгляд на мигающей зеленой точке – светодиоде в центре объектива микроскопа. Нажималась кнопка «Прицел», включающая соосный с рабочим прицельный низкоэнергетический красный лазер. Хирург совмещал пятно прицельного лазера с изображением зеленого светодиода, отражающегося от поверхности стромального ложа, указывающего зрительную ось глаза. Прицельный луч снова совмещался в плоскости фокуса со зрительной осью глаза. Выключалось освещение микроскопа и проводилась эксимерлазерная профилированная 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 струёй сбалансированного физраствора. Лоскут укладывался на ложе, разглаживался тупфером до полной адаптации с ложем, из-под него удалялась излишняя влага для достижения необходимой адгезии. В конъюнктивальную полость закапывался раствор тобрекса или офтаквикса, затем наносилась 1 капля геля актовегина или солкосерила и удалялся векорасширитель. Пациента просили закрыть глаз. Операция на этом заканчивалась.

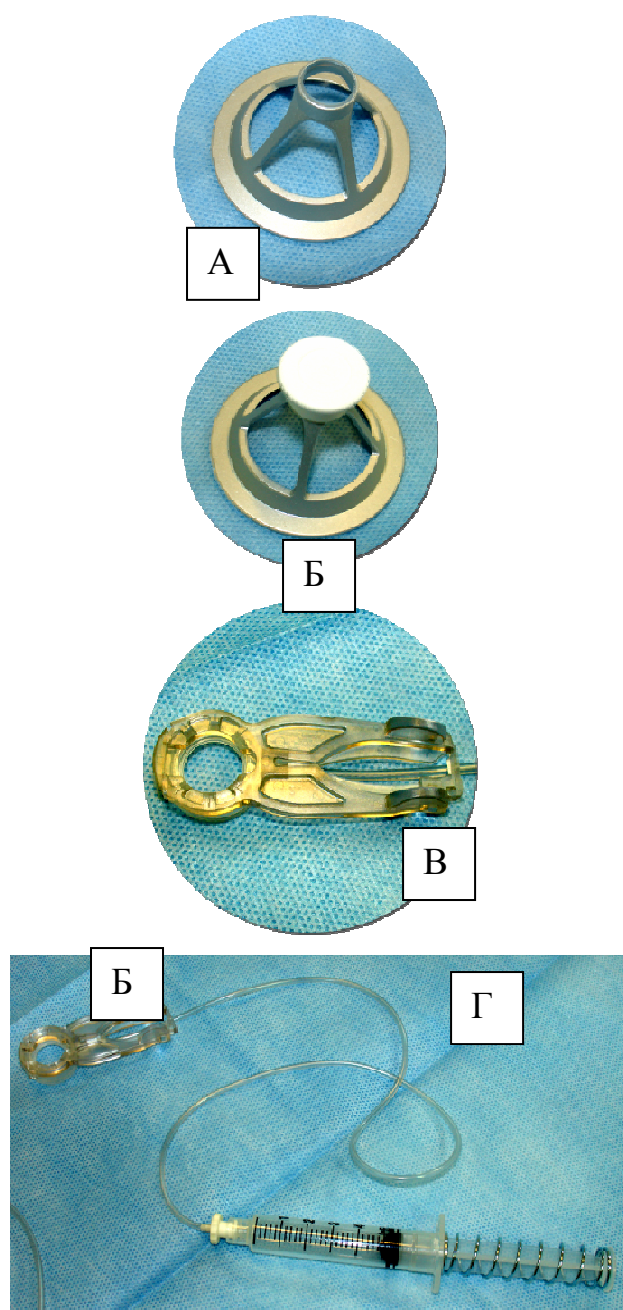


Рис.15. Одноразовый интерфейс пациента, состоящий из: А - аппланационного конуса; Б - сборного аспирационного кольца; В - вакуумной трубки; Г - шприца с поршнем для создания вакуума

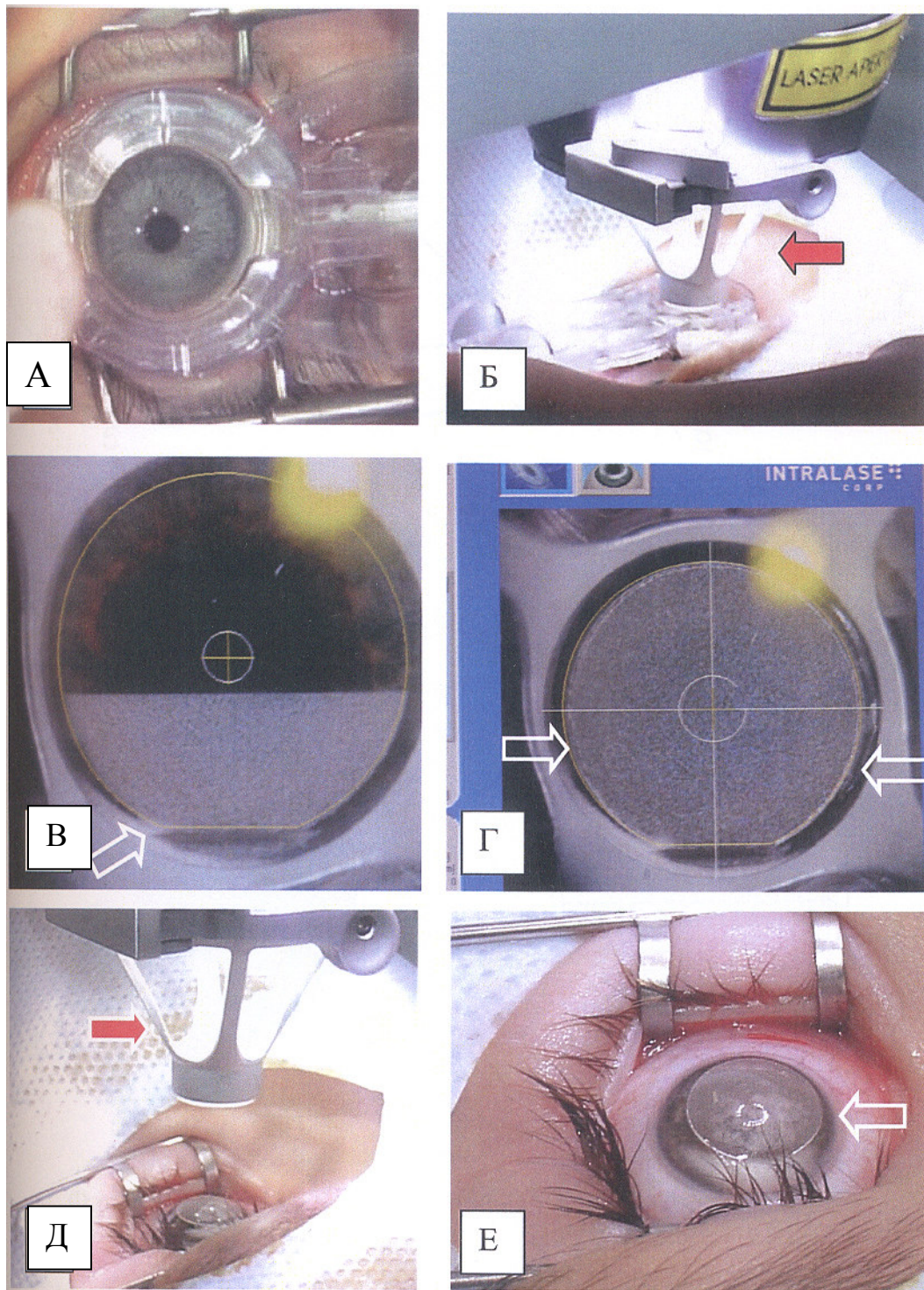


Рис.16. Формирование роговичного лоскута «IntraLase FS»: А - установка сборного аспирационного кольца, центрация и фиксация; Б - соединение с роговицей аппланационного конуса с аппланационным стеклом; В - формирование кармана и начало резекции в горизонтальной плоскости в режиме Raster; Г - завершение горизонтального и бокового среза; Д - поднятие интерфейса пациента (аппланационного конуса); Е - сформированный роговичный лоскут

Ведение пациентов в послеоперационном периоде

Через 10 - 15 мин. после операции пациенту проводили биомикроскопию на щелевой лампе для выявления включений под клапаном или его складок, при их обнаружении пациента возвращали в операционную и повторно промывали подклапанное пространство и расправляли лоскут.

Через 50 – 60 минут, прежде чем отпустить пациента, осматривали глаз на щелевой лампе для оценки состояния и адаптации лоскута, чистоты подклапанного слоя.

При неосложненном проведении операции IntraLASIK схема послеоперационного ведения включала:

- в течение первых суток (день операции) для снятия болевого синдрома назначали нестероидные противовоспалительные препараты (индоколлир 0,1% р-р, наклоф 0,1% р-р 2-3 раза в день), назначались антибиотики широкого спектра действия (тобрекс, офтаквикс 4-6 раз в день), с целью ускорения заживления роговицы – кератопротекторы (оквис 0,3% р-р, баларпан)
- на следующий день после операции к лечению добавлялись кортикостероиды (дексаметазон 0,1% р-р, пренацид) по убывающей схеме: 1 неделя- 3 р. в день, 2 неделя- 2 р. в д., 3 неделя- 1 р. в д.
- в день выписки (на 3-й день после операции) к лечению добавлялись с целью профилактики «синдрома сухого глаза» препараты из группы кератопротекторов (оксиал, систейн) на 1-1,5 мес. 2-3 раза в день.

Осмотр пациентов проводили в день операции дважды – сразу после операции и через 1 час, на 2-й, 3-й день после операции, затем через 1, 3, 6, 12, 24 мес. после операции.

Всем пациентам в послеоперационном периоде проводился контроль некорригированной и корригированной остроты зрения, динамики рефракции, контроль ВГД, при необходимости контроль за состоянием лоскута (ОКТ переднего отрезка), изменением структуры (конфокальная микроскопия) и биомеханических свойств роговицы (ORA), изменением

пространственной контрастной чувствительности, показателями показателей количественной и качественной оценки слезопродукции.

Клинико-функциональные результаты предлагаемой нами технологии лазерного *in situ* кератомилеза с формированием роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера подробно излагаются в следующей главе диссертационной работы.

3.5. Интраоперационные осложнения при выполнении IntraLASIK и LASIK

В ходе операции IntraLASIK были получены следующие немногочисленные осложнения (табл. 9):

- в 1 случае были получены *пузырьки газа в передней камере* (0,5%), мешающие проведению эксимерлазерной абляции. Попытка отсрочить II этап операции не увенчалась успехом, после чего была отключена система слежения эксимерного лазера и под визуальным контролем была проведена абляция.

Во время операции были также получены осложнения, которые никак не повлияли на течение и исход операции:

- в 2 случаях была *потеря вакуума во время процесса аппланации* (1%). Была предпринята повторная установка вакуумной системы интерфейса пациента с последующим продолжением процедуры формирования роговичного лоскута;
- в 1 случае была *потеря вакуума во время формирования роговичного лоскута* (0,5%). Была проведена повторная установка вакуумной системы интерфейса пациента с последующим продолжением процедуры формирования роговичного лоскута.

Таблица 9

Интраоперационные осложнения IntraLASIK (n = 202)

Вид осложнения	Число глаз	%
Пузырьки газа в передней камере	1	0,5
Потеря вакуума	3	1,5
Итого	4	2,0

В ходе операции LASIK были получены осложнения (3,5 %), связанные непосредственно с формированием лоскута и его репозицией (табл.10):

- в 1 случае (0,5%) произошел *неполный срез* из-за потери вакуума во время формирования роговичного лоскута. Площадь сформированного ложа оказалась недостаточной для проведения абляции, лоскут уложили на стромальное ложе, назначили пациенту медикаментозное лечение. Через 3 мес. провели повторный срез роговичного лоскута на большей глубине (130 мкм), выполнили запланированную абляцию. Послеоперационный период протекал без особенностей;
- в 1 случае (0,5%) произошел *полный срез* роговичного лоскута у пациента с плоской (39,5/ 40,0 дптр) роговицей. Лазерная абляция была выполнена в соответствии с заранее намеченной программой, промытый лоскут уложен на место в соответствии с разметкой, на глаз наложили бандажную контактную линзу на 1 сутки, назначили медикаментозную терапию;
- в 2 случаях (1%) из-за частичной потери вакуума был сформирован *неравномерный тонкий роговичный лоскут*, лазерную абляцию не проводили. Через 6 мес. этим пациентам был проведен повторный LASIK с формированием лоскута на большей глубине;
- в 1 случае (0,5%) при формировании лоскута имели место *эпителиальные дефекты*. Пациент осматривался ежедневно до полной эпителизации, затем

ежемесячно до 3-х мес. в связи с повышенным риском врастания эпителия под лоскут.

Таблица 10

Интраоперационные осложнения LASIK (n = 198)

Вид осложнения	Число глаз	%
Неполный срез лоскута	1	0,5
Неравномерный тонкий лоскут	2	1,0
Складки лоскута	2	1,0
Эпителиальные дефекты	1	0,5
Полный срез	1	0,5
Итого	7	3,5

Таким образом, в ходе операции IntraLASIK практически исключались осложнения, связанные с роговичным лоскутом (дефекты, разрывы, полный и неполный срез, отверстие в центре, «free flap» и др.) и его децентрация.

Глава 4

Клинико - функциональные результаты хирургического лечения миопии

4.1. Особенности клинического течения послеоперационного периода после IntraLASIK и LASIK

В клинической картине послеоперационного периода условно выделяются ранний (первые 3 мес. после операции) и поздний (более 3 мес.) периоды.

Клиника послеоперационного периода после IntraLASIK. В течение первых 3-4 часов после операции все пациенты предъявляли жалобы на боли в глазу, чувство инородного тела, светобоязнь, слезотечение. Выраженность болевого синдрома варьировала от слабой до умеренной и зависела от индивидуального болевого порога пациента, однако болевой синдром был более выражен, чем после LASIK. Биомикроскопически определялись четкие края роговичного лоскута, выраженная борозда бокового разреза, мелкие петехиальные субконъюнктивальные кровоизлияния (вследствие наложения вакуума во время операции), более выраженный отек эпителия роговичного лоскута, чем после LASIK. Пациенты отмечали улучшение зрения через 3-4 часа после операции по мере исчезновения чувства инородного тела, светобоязни, слезотечения. На следующий день после операции глаза были спокойные, биомикроскопически определялись заметные края роговичного лоскута, мелкие петехиальные субконъюнктивальные кровоизлияния, эпителизация завершалась в течение 1-2 суток, мог сохраняться легкий отек роговичного лоскута 1-2 дня. На фотографиях представлены глаза после IntraLASIK сразу и через сутки после операции (рис. 17).

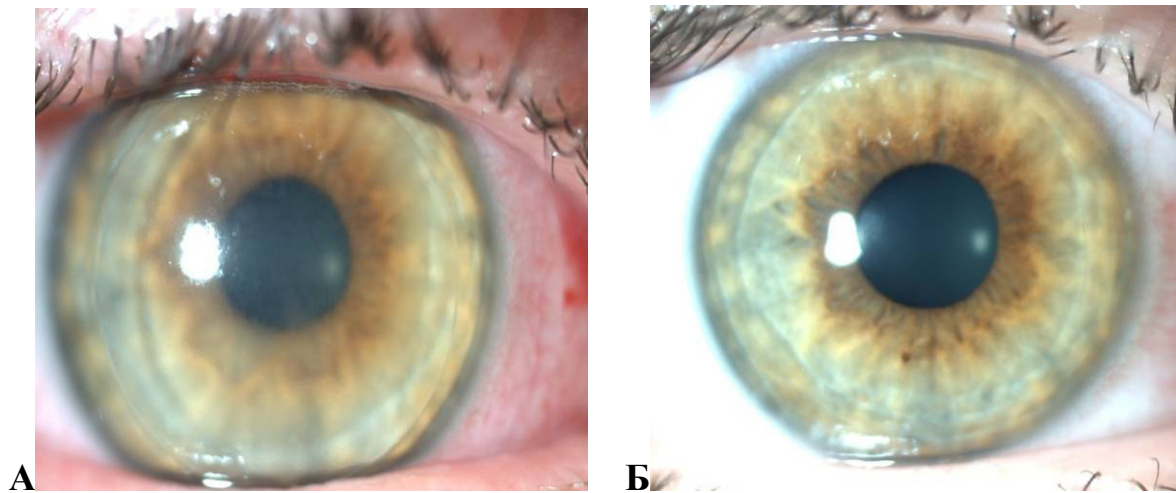


Рис. 17. Фото глаза после IntraLASIK: А) через 10 мин.- лёгкий отёк эпителия; Б) через 24 часа – чётко очерченный край роговичного лоскута

Клиника послеоперационного периода после LASIK. В течение первых 2-3 часов после операции все пациенты предъявляли жалобы на боли в глазу, чувство инородного тела, светобоязнь, слезотечение. Выраженность болевого синдрома также варьировала от слабого до умеренного и зависела от индивидуального болевого порога пациента. Биомикроскопически определялись четкие края роговичного лоскута, мелкие петехиальные субконъюнктивальные кровоизлияния (вследствие наложения вакуума во время операции). Пациенты отмечали улучшение зрения через 2-3 часа после операции по мере исчезновения чувства инородного тела, светобоязни, слезотечения. На следующий день после операции глаза были спокойные, биомикроскопически определялись едва заметные края роговичного лоскута, мелкие петехиальные субконъюнктивальные кровоизлияния, эпителизация завершалась в течение 1-2 суток. На фотографиях (рис.18) представлены глаза после LASIK сразу и через сутки после операции.

С первого дня после операции на 2-3 недели, в зависимости от профессии, пациентам ограничивали зрительную нагрузку на близком и дальнем расстоянии. Наблюдение за пациентами осуществляли первые 2-3 суток после операции, далее через 1, 3, 6, 12 мес.

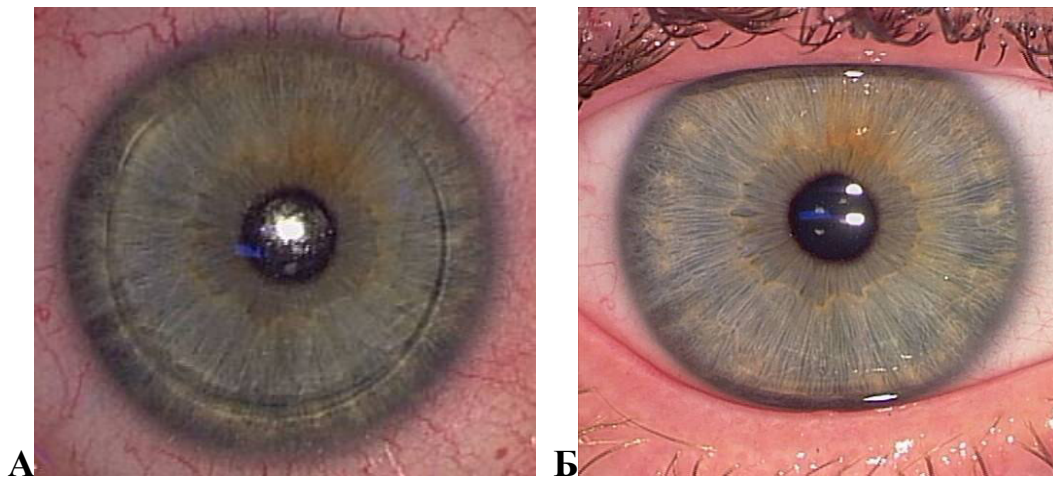


Рис. 18. Фото глаза после LASIK: А) через 10 мин. после операции; Б) через 24 часа - край роговичного лоскута просматривается с трудом

Перед выпиской из клиники пациентам рекомендовали динамическое наблюдение окулиста и контрольные явки в клинику через 1,3,6,12 мес. после операции.

Через 1 мес. после операции во время визита к офтальмологу пациенты отмечали периодическую нестабильность зрения, особенно в вечернее время суток, некоторые пациенты жаловались на чувство «сухости» по утрам, повышенную «ослепляемость», светорассеяние вокруг светящихся объектов, понижение «контрастности» изображения в помещениях при искусственном освещении. Биомикроскопически глаза были спокойные, иногда определялись вертикальные «складки» в оптической части лоскута, особенно у пациентов с миопией высокой степени. Ограничения физических и зрительных нагрузок снимались, пациенты возвращались к обычному образу жизни. Некоторые ограничения касались контактных видов борьбы, парашютного спорта, чрезмерных нагрузок при работе с компьютером. Из медикаментов рекомендовались препараты из группы кератопротекторов сроком на 1,5 – 2 мес. для профилактики «синдрома сухого глаза». Через 2,5-3 мес. после операции практически у всех пациентов наступала стабилизация рефракционного эффекта. При необходимости, через 6-12 мес. было

возможно проведение докоррекции при гипо- и гиперкоррекции.

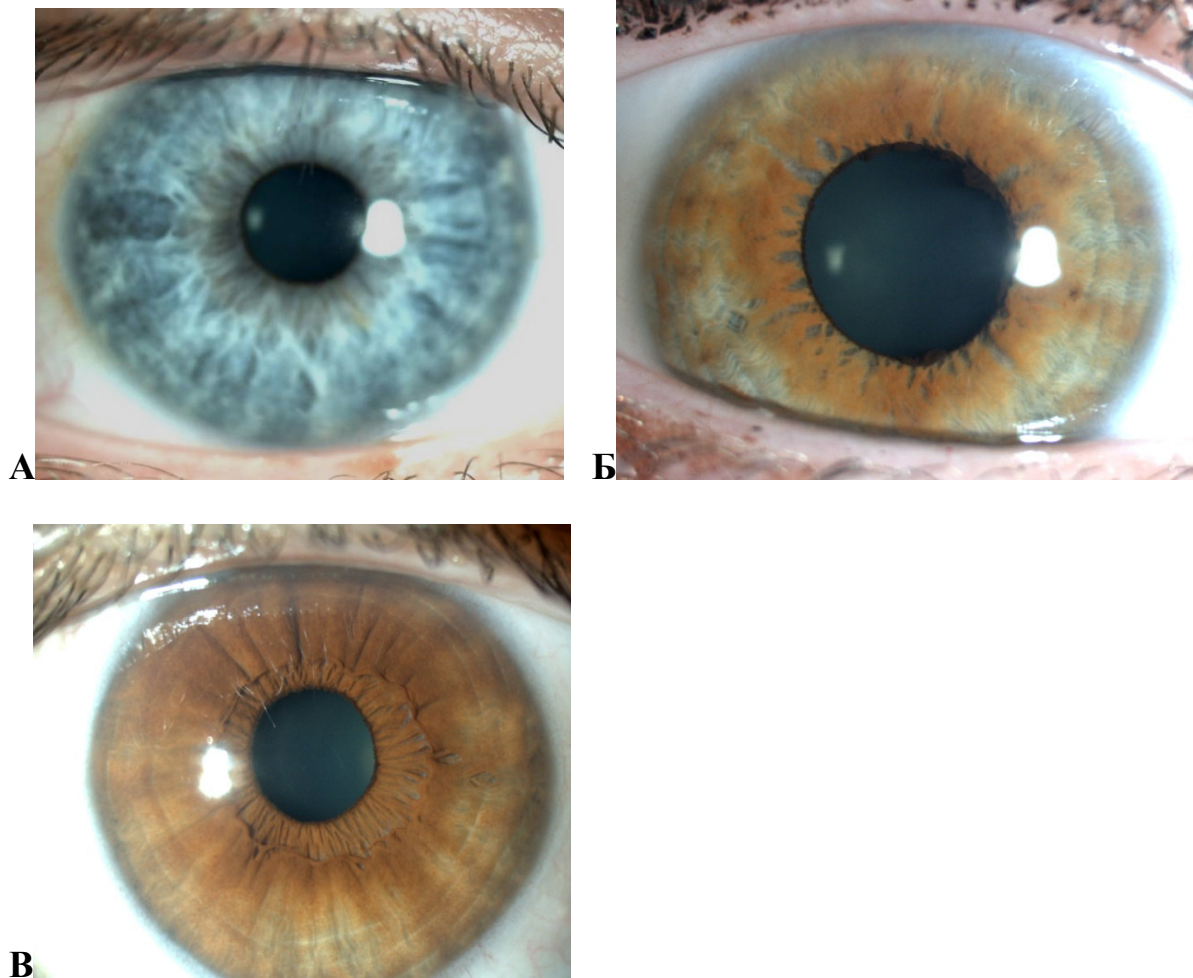


Рис. 19. Фото глаза после LASIK: А – через 3 мес. после операции; Б – через 6 мес. после операции; В - через 1 год после операции

Клиника позднего послеоперационного периода после IntraLASIK практически не отличается от клиники LASIK, однако при биомикроскопии мы отметили ряд особенностей, касающихся процессов заживления в зоне эпителиально – стромального рубца по краю роговичного лоскута после IntraLASIK. Степень выраженности рубцовых изменений после IntraLASIK нарастала к 3-4 мес. после операции (рис. 20А), после 6 мес. начинала уменьшаться (рис. 20Б), к 12 мес. биомикроскопическая картина не отличалась от таковой после LASIK.

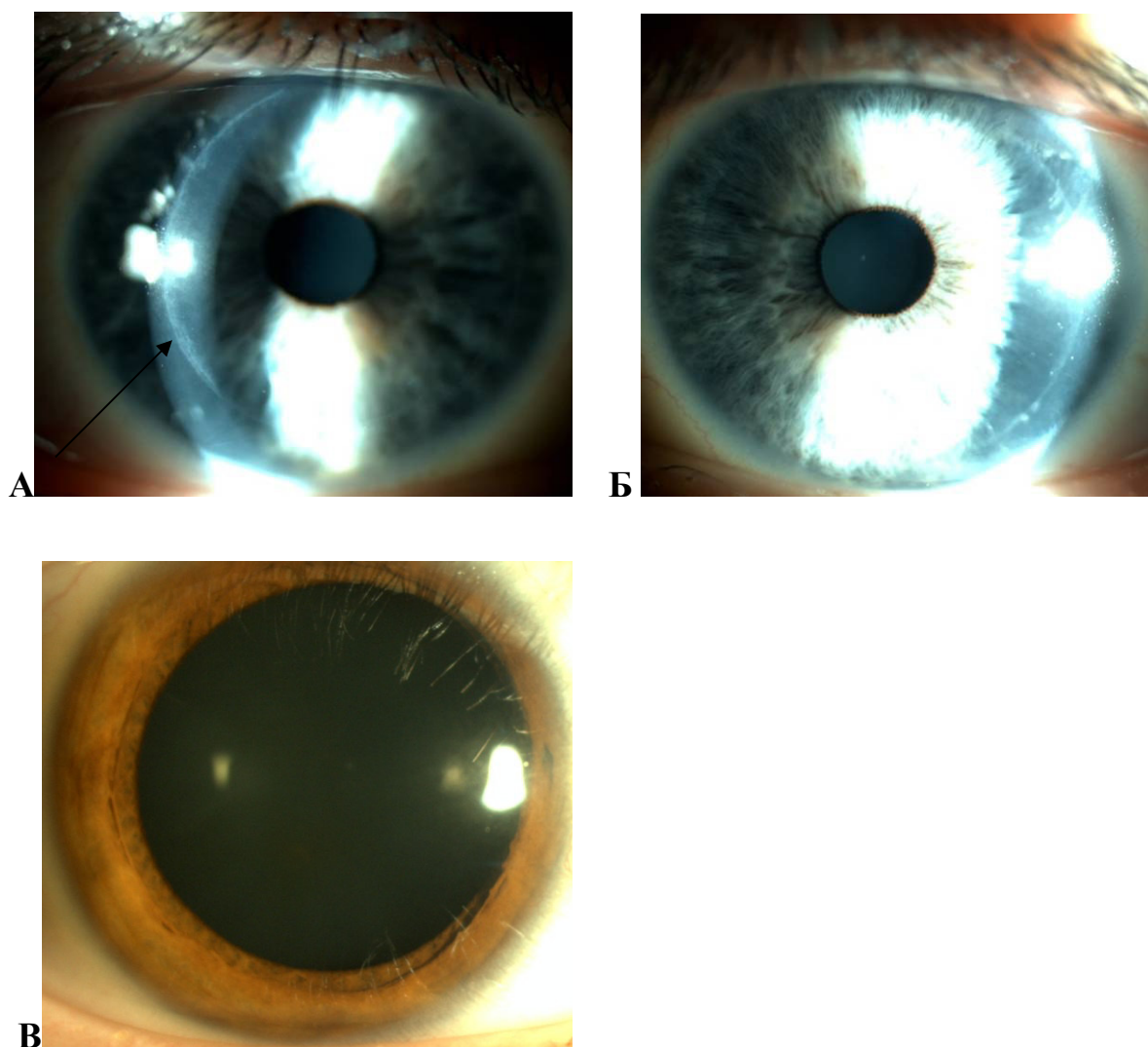


Рис. 20. Фото глаза после IntraLASIK: А – через 3 мес. после операции; Б – через 6 мес. после операции; В - через 1 год после операции

4.1.2. Изменения структуры роговицы в послеоперационном периоде после IntraLASIK и LASIK при исследовании методом конфокальной микроскопии

Изменения структуры роговицы в послеоперационном периоде после IntraLASIK

При исследовании группы пациентов, перенесших IntraLASIK, в раннем послеоперационном периоде отмечалось нарушение цитоархитектоники эпителия роговицы. Толщина эпителиального пласта по данным пахиметрии, проведённой при помощи конфокального микроскопа в

Z- Ring режиме, в центре оптической зоны через 3 дня после коррекции увеличилась с $61,3 \pm 0,1$ мкм до $66,3 \pm 0,09$ мкм, что связано с отёком эпителия лоскута в раннем послеоперационном периоде (рис. 21).

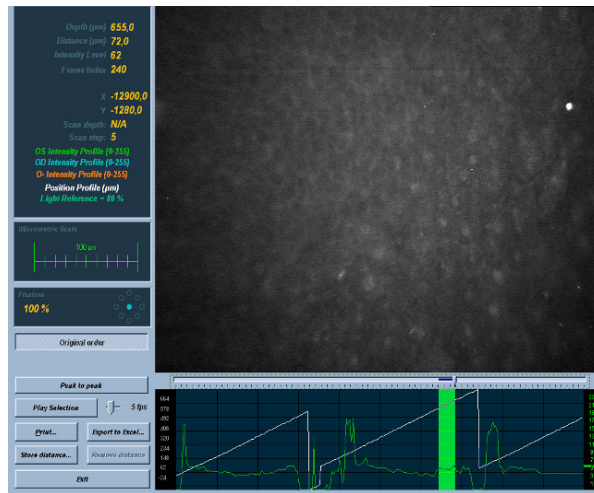


Рис. 21. Эпителиальный слой роговицы после операции. Измерение в Z-ring режиме, толщина эпителия обозначена стрелкой (3-й день после IntraLASIK)

Через 1 мес. после операции толщина эпителия составляла $63,1 \pm 0,1$ мкм соответственно. В толще лоскута и в зоне абляции (рис.22) наблюдался более выраженный отёк экстрацеллюлярного матрикса с нарушением его прозрачности, чем при формировании роговичного лоскута механическим микрокератомом. Отмечалась миграция клеток воспаления и большее количество “активных клеток” и в строме лоскута и в передней ретроабляционной зоне, чем после LASIK. Снижение их активности совпадает по времени с началом восстановления суббазального нервного сплетения (через 6 мес. после LASIK и через 4-5 мес. после IntraLASIK). Конфокальная микроскопия выявила наличие единичных складок в толще роговичного лоскута, их выраженность и количество было значительно меньше, чем в группе пациентов после LASIK. Многообразные частицы разного размера и с различной отражающей способностью (продукты клеточного распада, эритроциты) наблюдались сразу после операции в интерфейсах всех глаз. Границы интерфейса не определялись через 6 мес.

(рис.23).

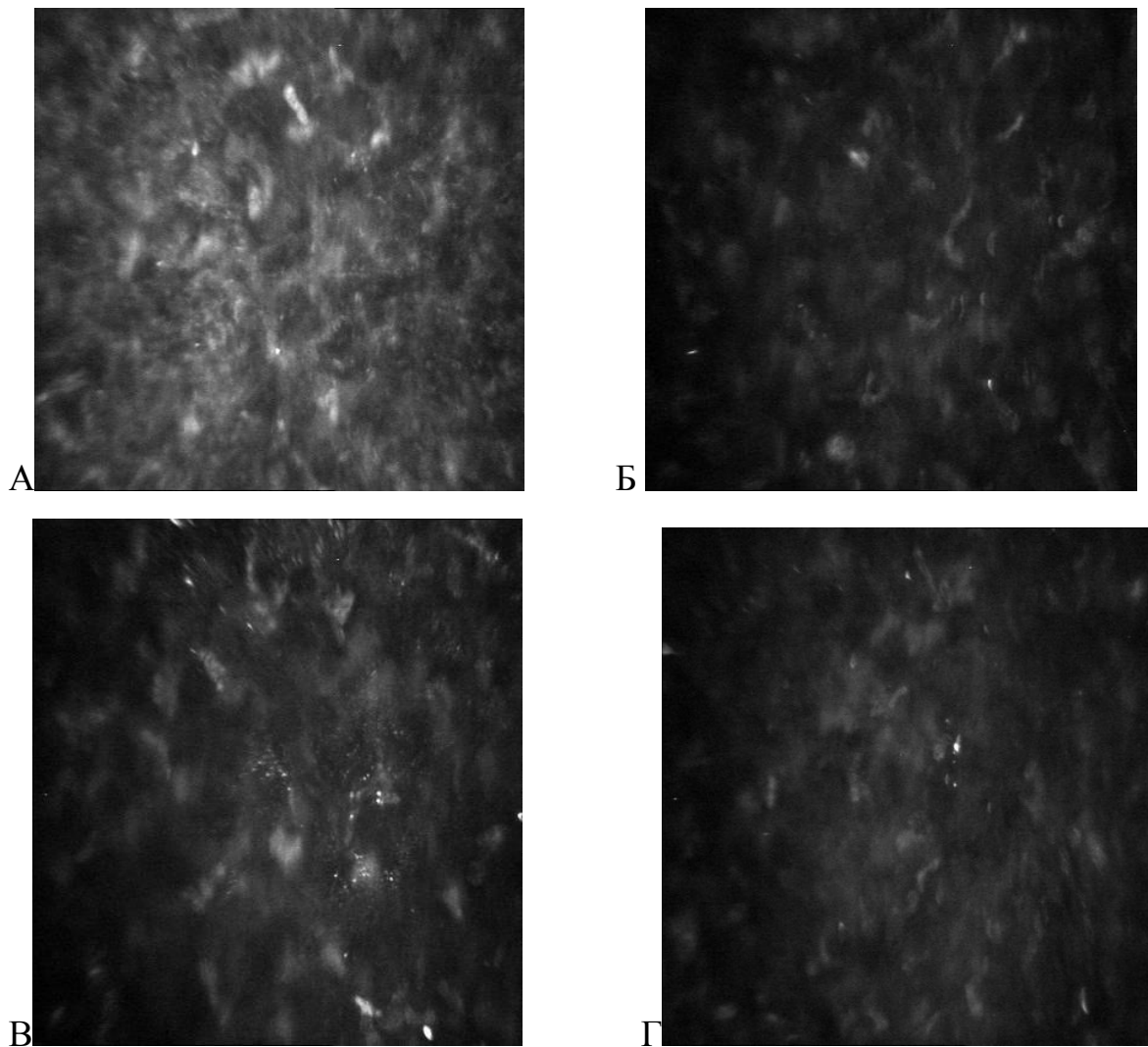
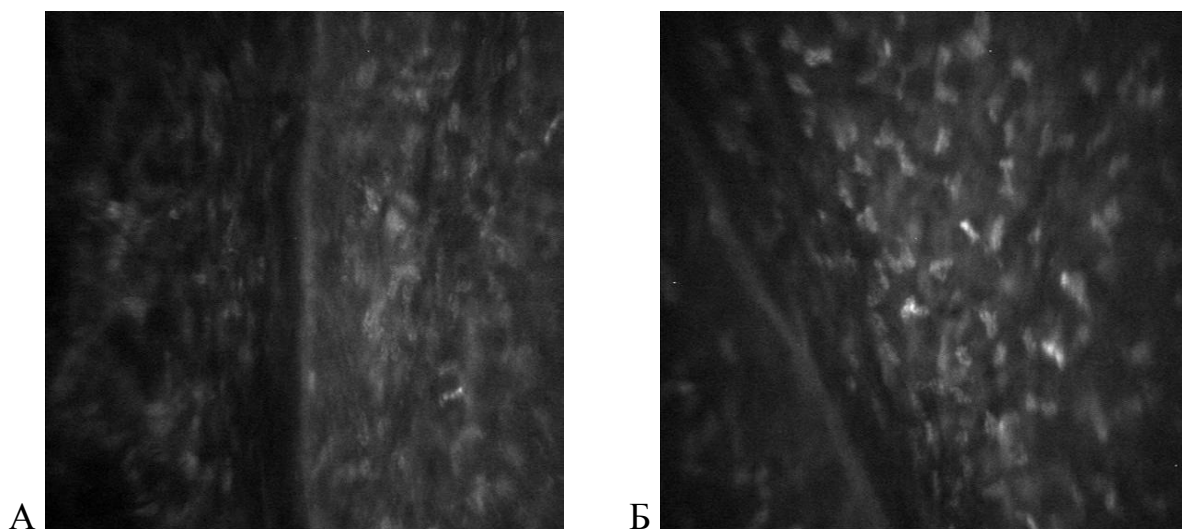


Рис. 22 (А-Г). Зона абляции в различные сроки после IntraLASIK: А - 3-й день; Б – через 3 мес; В - через 6 мес.; Г – через 12 мес.



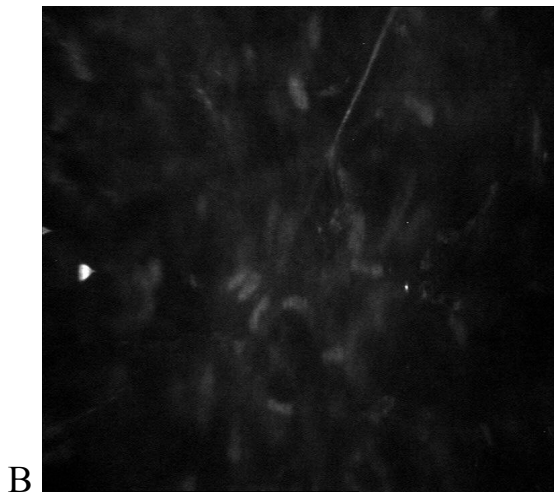


Рис.23. Интерфейс роговицы в разные сроки после IntraLASIK: А – через 3 мес.; Б - через 6 мес.; В – через 12 мес.

Волокна суббазального нервного сплетения на 3-й день после операции выявлялись в единичных случаях, через 4 мес. суббазальные нервные волокна определялись у 50 % пациентов, а через 8 мес. после операции – присутствовали у 95% пациентов после IntraLASIK (рис.24).

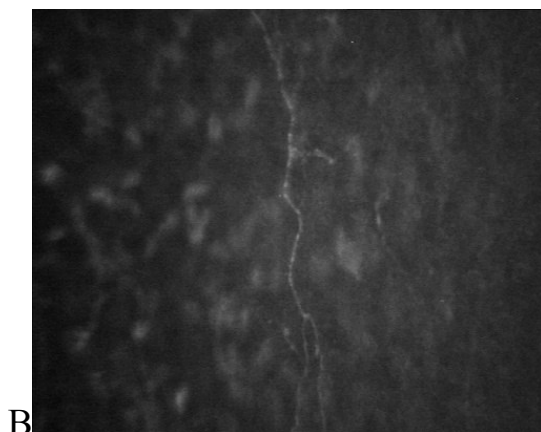
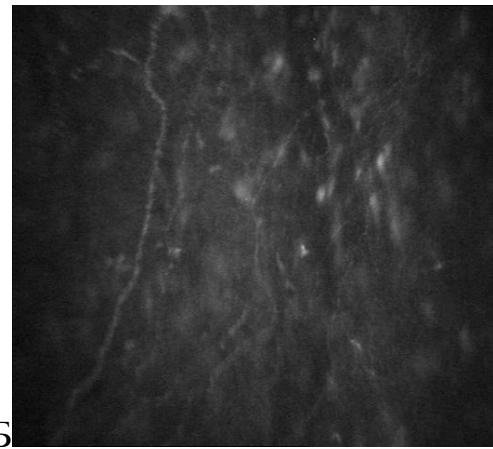
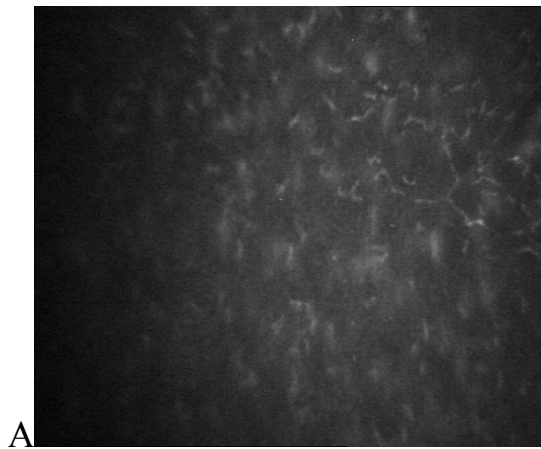


Рис. 24. Суббазальное нервное сплетение в различные сроки после IntraLASIK: А – через 3 мес.; Б – через 6 мес.; В – через 12 мес.

Исследования количества и качества клеток роговичного эндотелия не выявили изменений ни в раннем, ни в отдалённом послеоперационном периоде.

Изменения структуры роговицы в послеоперационном периоде после LASIK

При исследовании группы пациентов, перенесших LASIK, в раннем послеоперационном периоде также отмечалось нарушение цитоархитектоники переднего эпителия роговицы с минимальным количеством или с отсутствием поверхностных эпителиоцитов (рис.25). Толщина эпителиального слоя по данным пахиметрии, проведённой при помощи конфокального микроскопа в Z- Ring режиме, в центре оптической зоны через 3 дня после коррекции увеличилась с $52,9 \pm 0,08$ мкм до $64,3 \pm 0,05$ мкм. Через 1 и 6 мес. после операции толщина эпителия составляла $60,9 \pm 0,09$ мкм и $62,1 \pm 0,11$ мкм соответственно. Через год после операции толщина эпителиального слоя вновь увеличилась и составила $68,9 \pm 0,07$ мкм. Рост толщины эпителия в первые дни после операции, на наш взгляд, связан с послеоперационным отёком лоскута, а через год после операции – с усилением миграции эпителиоцитов в центральное “углубление” роговицы, сформированную особым профилем миопической лазерной абляции. В толще лоскута наблюдался более выраженный отёк экстрацеллюлярного матрикса, отмечалась миграция клеток воспаления и большое количество “активных клеток” и в строме лоскута и в передней ретроабляционной зоне. В большинстве случаев (97 %) конфокальная микроскопия выявила наличие складок в толще роговичного лоскута различной степени выраженности. Многообразные частицы разного размера и с различной отражающей способностью наблюдались в интерфейсах всех глаз, причём гиперрефлексирующих (металлических) частиц было меньше на глазу, где лезвие использовалось второй раз. Границы интерфейса исчезли через 1 год. При этом полностью исчезли участки бесклеточной структуры, что на наш

взгляд, является главным морфологическим критерием для определения сроков послеоперационного наблюдения и возможности проведения повторного LASIK (рис.27). Волокна суббазального нервного сплетения были выявлены в единичных случаях на 3-й день после операции, через 1 мес. - полностью отсутствовали, через 6 мес. новообразованные суббазальные нервные волокна определялись у 40 % пациентов, а через 1 год после операции – присутствовали у 90% пациентов после LASIK, однако нервные волокна были тонкими, с аномальным ветвлением и в меньшем количестве, чем до операции (рис.28). Исследования количества и качества клеток роговичного эндотелия не выявили достоверных изменений данных параметров ни в раннем, ни в отдалённом послеоперационном периодах.

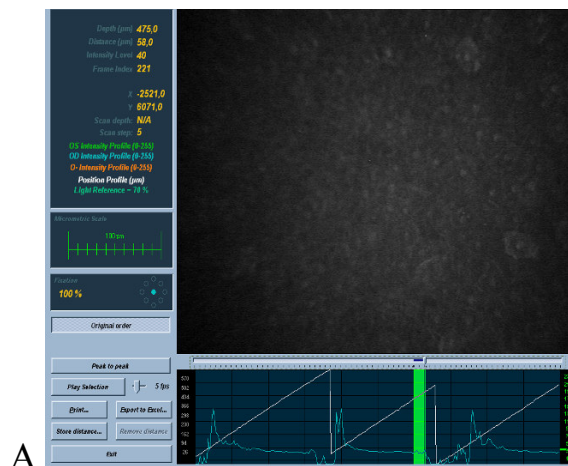
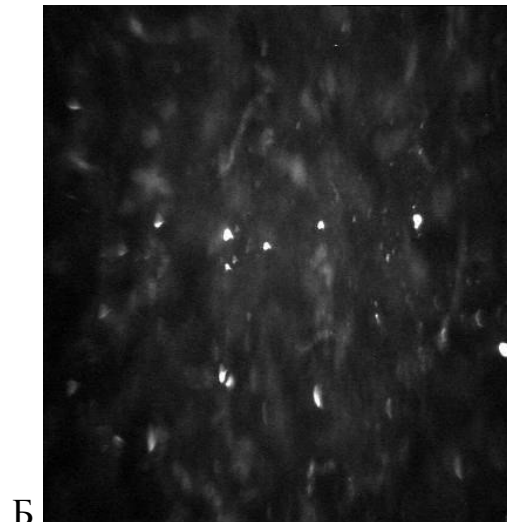
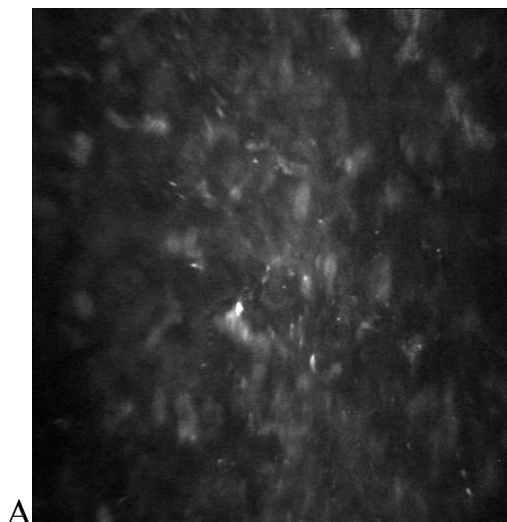


Рис. 25. Эпителиальный слой роговицы после операции. Измерение в Z-ring режиме, толщина эпителия обозначена стрелкой (3-й день после LASIK)



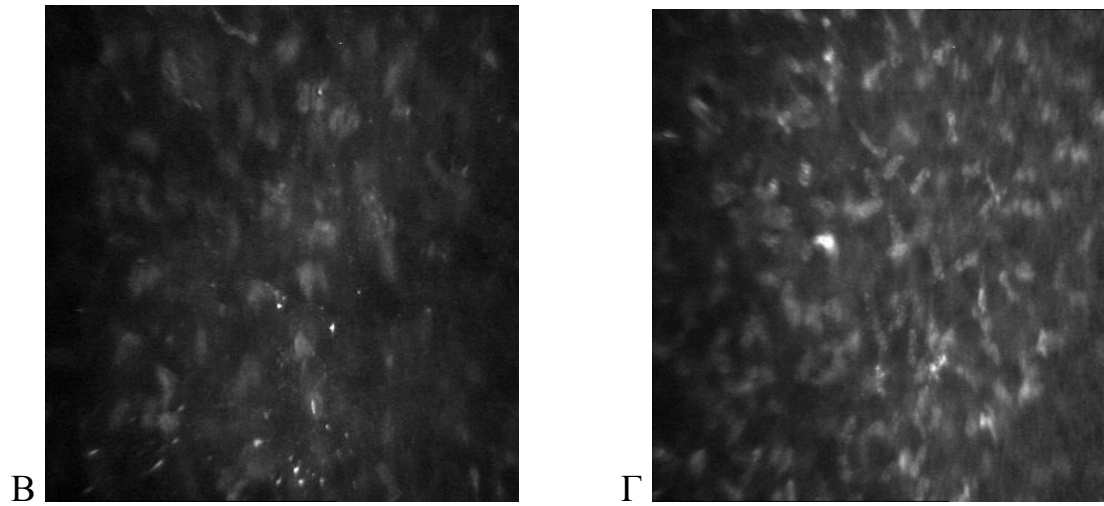


Рис. 26 (А-Г). Зона абляции в различные сроки после LASIK: А - 3-й день; Б – через 3 мес; В – через 6 мес; Г – через 12 мес.

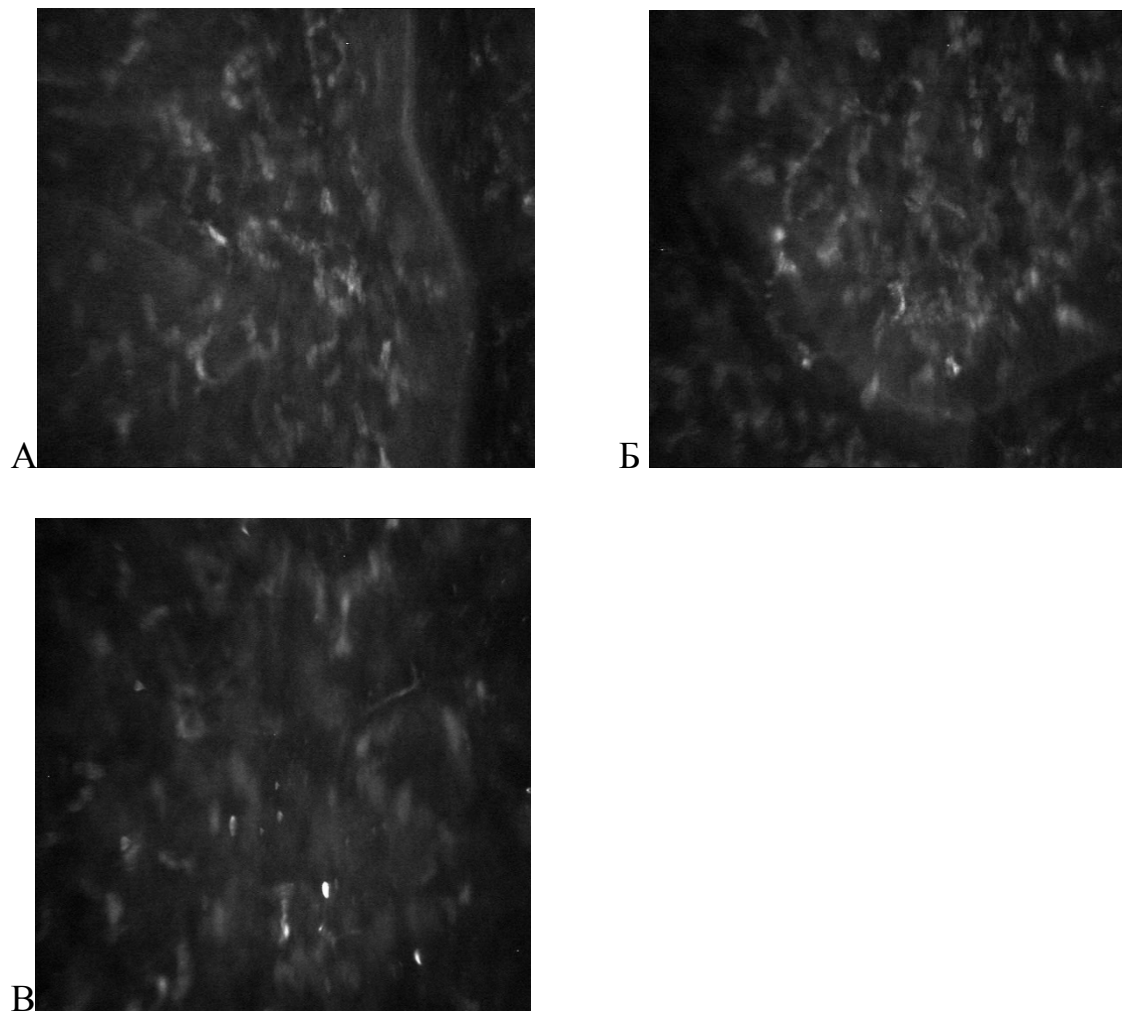


Рис.27. Интерфейс роговицы в разные сроки после LASIK: А – через 3 мес.; Б – через 6 мес.; В – через 12 мес.

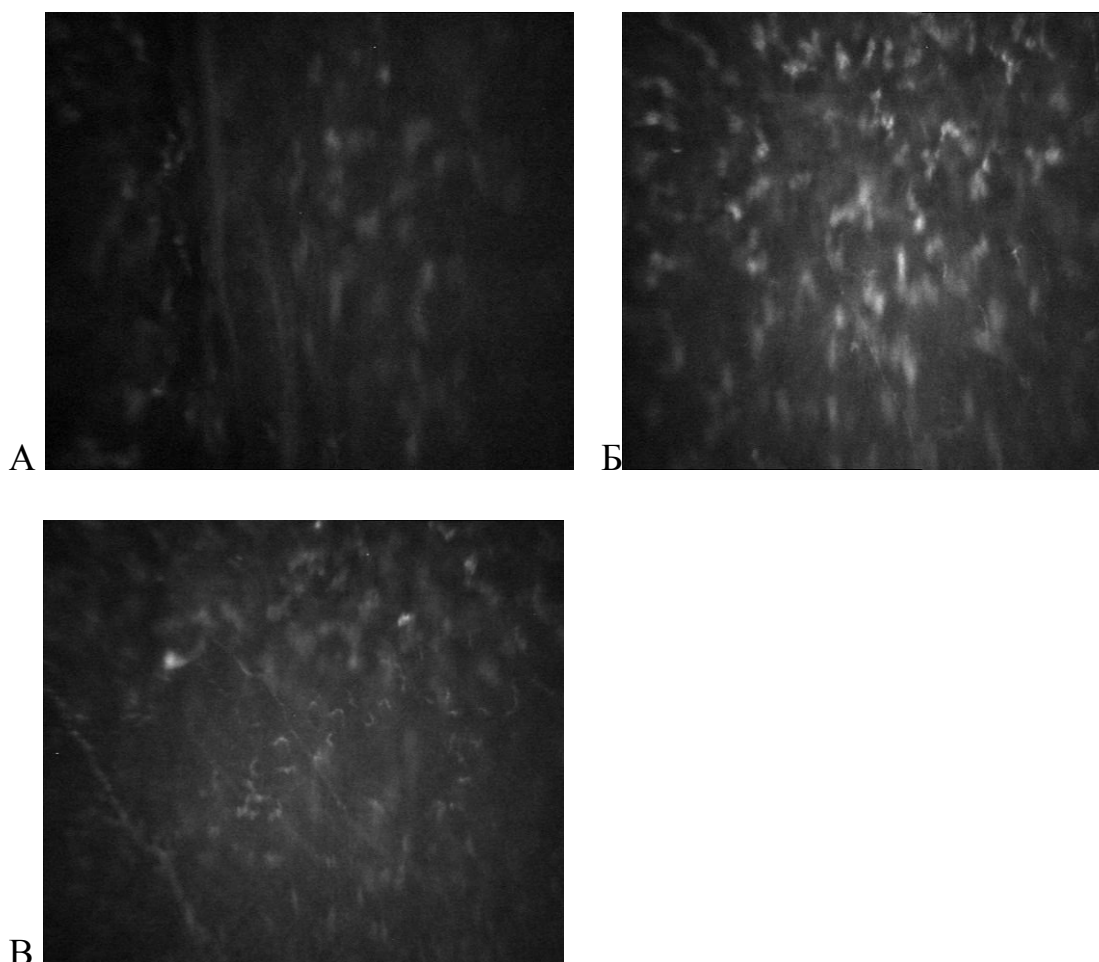


Рис. 28. Суббазальное нервное сплетение в различные сроки после LASIK: А – через 3 мес.; Б - через 6 мес.; В – через 12 мес.

Таким образом, метод конфокальной микроскопии позволяет проводить динамический сравнительный контроль изменений толщины поверхностных слоёв роговицы при её гиперплазии или отёке в зоне роговичного лоскута и в зоне интерфейса в послеоперационном периоде.

Оценка степени адаптации роговичного лоскута в послеоперационном периоде позволяет обозначить сроки наблюдения (1 год после LASIK и 8 мес. после IntraLASIK) и проведения повторных вмешательств, в случае необходимости, – через 6 мес. после LASIK и 4-5 мес. после IntraLASIK.

Восстановление суббазального нервного сплетения наступало раньше после операции IntraLASIK, однако в обеих группах восстановленные нервные волокна были более тонкие, чем до операции, и имели аномальное ветвление.

4.1.3. Изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции в послеоперационном периоде IntraLASIK и LASIK

Изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции в послеоперационном периоде IntraLASIK

Динамическое исследование показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после IntraLASIK позволило получить следующие результаты:

- в первый час после операции отмечалось выраженное рефлекторное слезотечение, качество формируемой слезной пленки (ВРСП) резко падало за счет резкого выброса жидкой (рефлекторной) слезы;
- ранний послеоперационный период (до 3-х суток) сопровождался увеличением рефлекторной слезопродукции (тест Ширмера-1), показатели ВРСП оставались сниженными;
- начиная с 7-х суток увеличение рефлекторной слезопродукции сменялось снижением выработки слезы, которое продолжалось в течение 2-3 мес., показатели качества формируемой слезной пленки (ВРСП) оставались сниженными;
- к 3-му мес. после операции происходила нормализация количественных (ТШ-1) и к 6-му мес. - качественных показателей слезопродукции (ВРСП).

Динамика изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после операции IntraLASIK представлена в табл. 11.

Динамика изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после операции IntraЛАЗИК, n = 121 глаз, (M±σ)

Показатели ФСК	Тест Ширмера-1, мм за 5 мин	ВРСП, сек
1 час	23,1±1,4*	9,2±1,1*
1 сутки	22,7±1,7*	9,0±0,8*
2 суток	20,9±0,6	11,1±1,8*
7 суток	16,9±0,9*	11,7±0,9*
14 суток	18,9±0,7*	14,1±1,3*
1 месяц	19,0±0,6*	15,1±1,2*
3 месяца	20,1±0,9	17,1±0,5*
6 месяцев	20,2±1,0	18,8±1,2
8 месяцев	20,4±1,1	19,0±0,4
12 месяцев	20,7±1,3	19,2±1,2

* - достоверные отличия от дооперационных значений: (p < 0,05)

Изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции в послеоперационном периоде после LASIK

Динамическое исследование показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после LASIK позволило получить следующие результаты:

- в первый час после операции отмечалось выраженное рефлекторное слезотечение, качество формируемой слезной пленки (ВРСП) резко падало за счет резкого выброса жидкой (рефлекторной) слезы;
- ранний послеоперационный период (до 3-х суток) сопровождался увеличением рефлекторной слезопродукции (тест Ширмера-1), показатели ВРСП оставались сниженными;
- начиная с 7-х суток увеличение рефлекторной слезопродукции сменялось снижением выработки слезы, которое продолжалось в течение 7-8

мес., показатели качества формируемой слезной пленки (ВРСП) оставались сниженными;

- к 8-му мес. после операции происходила нормализация количественных (ТШ-1) и к 8-12 мес. - качественных показателей слезопродукции (ВРСП).

Динамика изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после операции LASIK представлена в табл.12.

Таблица 12

Динамика изменения показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после операции LASIK, n = 114 глаз, (M±σ)

Показатели ФСК	Тест Ширмера-1, мм за 5 мин	ВРСП, сек
1 час	26,7±1,1*	7,8±0,6*
1 сутки	22,4±1,2*	8,1±0,6*
2 суток	18,6±0,9*	9,8±0,8*
7 суток	16,2±0,5*	8,2±0,6*
14 суток	17,4±0,3*	10,1±1,1*
1 месяц	18,2±0,4*	12,3±1,5*
3 месяца	18,6±0,6*	14,6±0,9*
6 месяцев	19,2±1,4*	15,8±1,0*
8 месяцев	19,8±0,9	18,9±0,8
12 месяцев	19,7±2,1	18,3±0,7

*- достоверные отличия от дооперационных значений: (p < 0,05)

Таким образом, в первый час после операции отмечалось выраженное рефлекторное слезотечение как после LASIK, так и после IntraLASIK, которое сменялось закономерным снижением выработки слезы (за счет разобщения рефлекторной дуги слезообразования при повреждении нервных волокон субэпителиального сплетения Райзера во время формирования роговичного лоскута). Нормализация количественных показателей слезопродукции отмечалась после LASIK через 8 месяцев, после IntraLASIK

– через 3 месяца. Более наглядно изменение качества формируемой слезной пленки, характеризующее ВРСП: оно резко падает сразу после операции как после LASIK, так и после IntraLASIK за счет резкого выброса жидкой слезы (рефлекторной), и потом более длительное время сохраняется сниженным. Нормализация ВРСП коррелирует с восстановлением полноценной реиннервации центральной оптической зоны: после LASIK – к 8-12 мес., после IntraLASIK – к 6 месяцам.

4.2. Сравнительная оценка осложнений послеоперационного периода после IntraLASIK и LASIK

Осложнения раннего послеоперационного периода после IntraLASIK и LASIK

Были получены следующие осложнения в раннем послеоперационном периоде после IntraLASIK:

- в 2 случаях (1%) на 2-е сутки проявился пневмококковый конъюнктивит, который купировался назначением антибактериальной терапии;
- в 3 случаях (1,5%) на 3-4-е сутки был выявлен адено-вирусный конъюнктивит, который удалось купировать без вовлечения в процесс роговицы назначением противовирусной и противовоспалительной терапии;

При боковом разрезе, создаваемом лазером, по данным ОКТ, формировался четкий край лоскута, позволяющий проводить точную репозицию лоскута, препятствующую его смещению. За время наблюдения не было ни одного случая врастания эпителия.

Отсутствие в нашем исследовании ДЛК, который считается основным осложнением при использовании ФСЛ [121, 141], объяснялось применением 60 кГц лазера, который в отличие от первых аналогов (15 и 30 кГц ФСЛ) обеспечивал меньшее энергетическое воздействие на ткани роговицы при формировании лоскута и менее выраженную реакцию в интерфейсе по сравнению с предыдущими поколениями фемтосекундных лазеров, точной

репозицией лоскута после лазерной абляции, особенностями заживления края роговичного лоскута.

За прошедшие годы существенно улучшилось качество микрокератомов, появились лазеры нового поколения, что сделало операцию LASIK более безопасной. Тем не менее в силу разных причин осложнения как в ходе операции, так и в раннем послеоперационном периоде имеют место. В нашем исследовании в раннем послеоперационном периоде после LASIK были получены следующие осложнения:

- в 1 случае через 1 час после операции, в 1 случае на 2 день после операции было выявлено *смещение роговичного лоскута*, была произведена репозиция роговичного лоскута в условиях операционной в день выявления путем поднятия лоскута и укладки его на место;
- в 1 случае через 1 час после операции, в 1 случае на 2 день после операции были выявлены складки роговичного лоскута, которые были расправлены в условиях операционной в день выявления путем поднятия лоскута;
- у 1 пациента на 2-е сутки после операции после переохлаждения был выявлен инфекционный стромальный кератит с формированием инфильтрата роговицы в парацентральной зоне на правом глазу. Массивная местная и общая антибактериальная и противовоспалительная терапия позволила купировать процесс без ревизии и промывания подклапанного пространства. Несмотря на остаточное парацентральное помутнение, некорригированная острота зрения составила 0,5, с цилиндрической коррекцией -1,25 дптр была равна 0,8. Срок наблюдения составил 1,5 года;
- в 1 случае на 2-е сутки после операции был выявлен неспецифический диффузный ламеллярный кератит (ДЛК). Кератит возник на одном глазу, отмечалась 1-я степень выраженности синдрома — в подклапанном пространстве наблюдалось незначительное диффузное «помутнение», не оказывающее существенного влияния на зрительные функции.

Медикаментозное лечение, включающее в себя кортикостероидную (0,1% раствор дексаметазона 6 раз в день в течение 7 дней) и противовоспалительную (тобрекс, индоколлир 0,1%) терапию позволило купировать воспаление и добиться исчезновения всех симптомов осложнения;

- в 1 случае проявился выраженный «синдром сухого глаза» через 7 дней после операции. В результате консервативного лечения в течение 2-х недель заметного улучшения не наступило, была проведена обтурация нижней слезной точки окклюдером, после чего на 5-й день наступило улучшение состояния роговицы, уменьшились субъективные жалобы на чувство «сухости», ощущение инородного тела, повысилась острота зрения;
- в 1 случае (0,5%) на 3-и сутки проявился пневмококковый конъюнктивит, который купировался назначением антибактериальной терапии;
- в 2 случаях (1%) на 2-3 сутки был выявлен адено-вирусный конъюнктивит, в 1 случае процесс удалось купировать без вовлечения в процесс роговицы назначением противовирусной и противовоспалительной терапии, в другом – конъюнктивит осложнился вовлечением в процесс роговицы с формированием множественных субэпителиальных помутнений. В результате адекватной противовирусной и рассасывающей терапии, проводимой в течение 6 мес., помутнения практически исчезли.

Других осложнений раннего послеоперационного периода нами отмечено не было, в т.ч. ни в одном случае не было отмечено существенного повышения внутриглазного давления.

Таким образом, фемтосекундный лазер значительно снизил риск получения осложнений как во время операции, так и в раннем послеоперационном периоде, так как осложнения, связанные с формированием роговичного лоскута часто становятся причиной послеоперационных осложнений.

Осложнения позднего послеоперационного периода после IntraLASIK и LASIK

В позднем послеоперационном периоде после IntraLASIK были выявлены следующие немногочисленные осложнения:

- *гиперкоррекция, недокоррекция.* К случаям гиперкоррекции мы относили пациентов с послеоперационной рефракцией более +1,0 дптр для молодых и более +0,5 дптр для пациентов пресбиопического возраста через 3 мес. после операции. К гипокоррекции мы отнесли все случаи остаточной миопии, выявленные в период от 3 до 12 мес. после операции. На 2-х глазах (1%) через 5 мес. после операции были выполнены повторные операции IntraLASIK по поводу недокоррекции рефракционного эффекта у пациента с миопией высокой степени. На 2-х глазах (1%) через 6 мес. после операции были выполнены повторные операции IntraLASIK по поводу гиперкоррекции рефракционного эффекта у пациента с изначально «крутой» роговицей (47,5/48 дптр). Все осложнения после IntraLASIK приведены в табл. 13.

В позднем послеоперационном периоде после LASIK наблюдались следующие осложнения:

- в 2-х случаях у пациентов имели место *врастание эпителия под лоскут роговицы*, в 1 случае врастание эпителия имело прогрессирующее течение (рис. 29), явилось причиной снижения зрения и появления иррегулярного астигматизма, что потребовало поднятия лоскута и механического удаления эпителиальных клеток как с внутренней поверхности лоскута, так и с поверхности ложа. При периферическом непрогрессирующем течении назначалась медикаментозная кортикостероидная терапия.

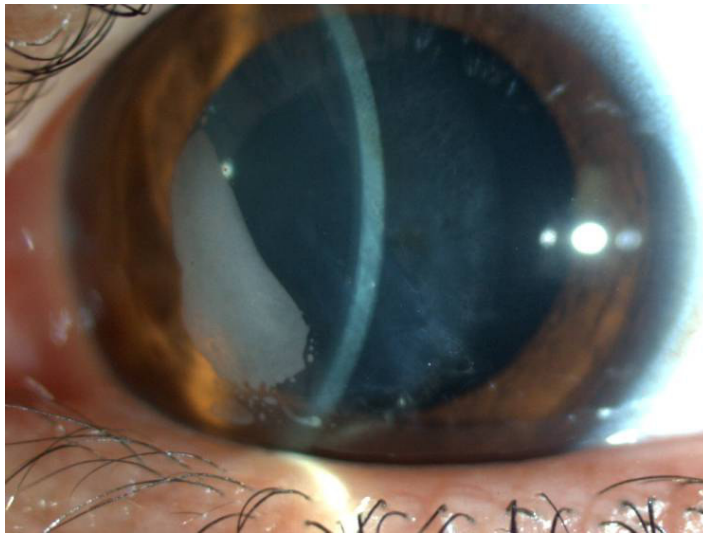


Рис. 29. Фото глаза через 3 года после LASIK (1,5 года назад после механической травмы – прогрессирующее парацентральное врастание эпителия под лоскут)

- *иррегулярный астигматизм* и явления, связанные с этим: низкая острота зрения, появление эффектов двоения и засвета были выявлены в 2-х случаях (1%). Через 6 мес. после операции было проведено повторное операционное вмешательство с персонализированной лазерной абляцией с целью устранения осложнения.

- *гиперкоррекция, недокоррекция.* К случаям гиперкоррекции при миопии мы относили пациентов с послеоперационной рефракцией более +1,0 дптр для молодых и более +0,5 дптр для пациентов пресбиопического возраста через 3 мес. после операции. К гипокоррекции мы отнесли все случаи остаточной миопии, выявленные в период от 3 мес. до 12 мес. после операции. На 4-х глазах (2%) через 6 мес. после операции были выполнены повторные операции LASIK по поводу недокоррекции рефракционного эффекта, в основном, у пациентов с миопией высокой степени. На 2-х глазах (1%) через 6 мес. после операции были выполнены повторные операции LASIK по поводу гиперкоррекции рефракционного эффекта.

Все осложнения после LASIK приведены в табл.13.

*Осложнения раннего и позднего послеоперационного периодов
LASIK (n = 198) и IntraLASIK (n= 202)*

Вид осложнения	LASIK	IntraLASIK
Врастание эпителия и эпителиальные включения под лоскутом	2 (1%)	0
Инфекционный ламеллярный кератит	1 (0,5%)	0
Неинфекционный диффузный ламеллярный кератит	1 (0,5%)	0
Гипо- и гиперэффект	6 (3%)	4 (2%)
Смещение роговичного лоскута	2 (1,0%)	0
Складки лоскута	2 (1%)	0
«Синдром сухого глаза»	1 (0,5%)	0
Конъюнктивиты различного генеза	3 (1,5%)	5 (2,5%)
Итого	18 (9%)	9 (4,5%)

4.3. Сравнительный анализ визуальных и рефракционных результатов IntraLASIK и LASIK

Эффективность любого метода КРЛО оценивается по конечному послеоперационному рефракционному результату, а точнее, по его совпадению с расчетными данными.

В этой связи необходимо подчеркнуть, что, учитывая величину остроты зрения с коррекцией до операции, составлявшей в 395 глазах (98,8% случаев) 0,5-1,0, нашей основной задачей как после IntraLASIK, так и после LASIK, было достижение после операции или аналогичной, или более высокой остроты зрения без коррекции, либо запланированной слабомыопической, т.е. расчетной коррекции, принимая во внимание степень корригируемой миопии, возраст, социальные потребности и рефракцию парного глаза оперируемых пациентов.

Рефракционные результаты IntraLASIK

Эффективность медицинской технологии IntraLASIK на установке «МикроСкан»- «ЦФП» с использованием фемтосекундного лазера «IntraLase FS» оценивали по функциональным показателям, характеризующим скорректированную и нескорректированную остроту зрения после операции, по предсказуемости результата, стабильности эффекта, по безопасности операции. Анализ операции IntraLASIK на установке был проведен на 202 глазах у пациентов с миопией. Пациенты до операции были разделены на 4 подгруппы в зависимости от степени миопии, во всех группах цилиндрический компонент не превышал 2,0 дптр.

Динамика нескорректированной остроты зрения (НКОЗ) до и после IntraLASIK представлена в табл. 14.

Таблица 14

Динамика нескорректированной остроты зрения (НКОЗ) в зависимости от степени миопии до и после IntraLASIK (n=178)

Степень миопии (дптр)	До операции	3 день	1 мес.	6 мес.	12 мес.
1 подгруппа	0,12 ±0,07	0,96±0,04	0,98±0,03	0,98±0,05	0,98±0,07
2 подгруппа	0,09±0,06	0,85±0,05	0,96±0,04	0,95±0,03	0,95±0,05
3 подгруппа	0,03±0,02	0,5±0,05	0,8±0,05	0,72±0,03	0,69±0,02
4 подгруппа	0,03±0,01	0,4±0,06	0,61±0,08	0,52±0,1	0,51±0,04

До операции средний сферический эквивалент рефракции (СЭ) составлял $-8,21 \pm 2,65$ дптр (от -0,5 до -14 дптр), на 3 день $+0,91 \pm 0,89$ дптр, через 6 месяцев $-0,32 \pm 0,52$ дптр. Результаты, приведенные в табл. 14 указывают на то, что к 12 мес. после операции во всех глазах, независимо от величины исходной миопии, была достигнута острота зрения 0,5-1,0 без коррекции или со слабомиопической расчетной коррекцией. В 97 % случаев при миопии слабой и средней степени и в 84,6% случаев при миопии высокой степени максимально скорректированная острота зрения после

операции была такой же или выше, чем до операции (табл. 15).

Таблица 15

Корригированная острота зрения (КОЗ) в зависимости от степени миопии до и после IntraLASIK (n=202)

Степень миопии (дптр)	КОЗ	КОЗ через 12 мес. после операции
1 подгруппа	1,0 $\pm$ 0,11	1,0 $\pm$ 0,1
2 подгруппа	1,0 $\pm$ 0,08	1,0 $\pm$ 0,11
3 подгруппа	0,86 $\pm$ 0,16	0,88 $\pm$ 0,12
4 подгруппа	0,66 $\pm$ 0,22	0,68 $\pm$ 0,18

К 1 году после IntraLASIK и за все время наблюдения снижения корригированной остроты зрения на 0,1 по таблице Головина-Сивцева в подгруппах не было. Увеличение корригированной остроты зрения на 0,1 было отмечено в третьей и четвертой подгруппах соответственно в 2 (2,8%), 3 (10,1%) случаях. Увеличение на 0,2 было отмечено только в четвертой подгруппе в 2 (6,4%) случаях. Изменения в корригированной остроте зрения по таблице Головина-Сивцева после операции представлены на диаграмме (рис. 30).

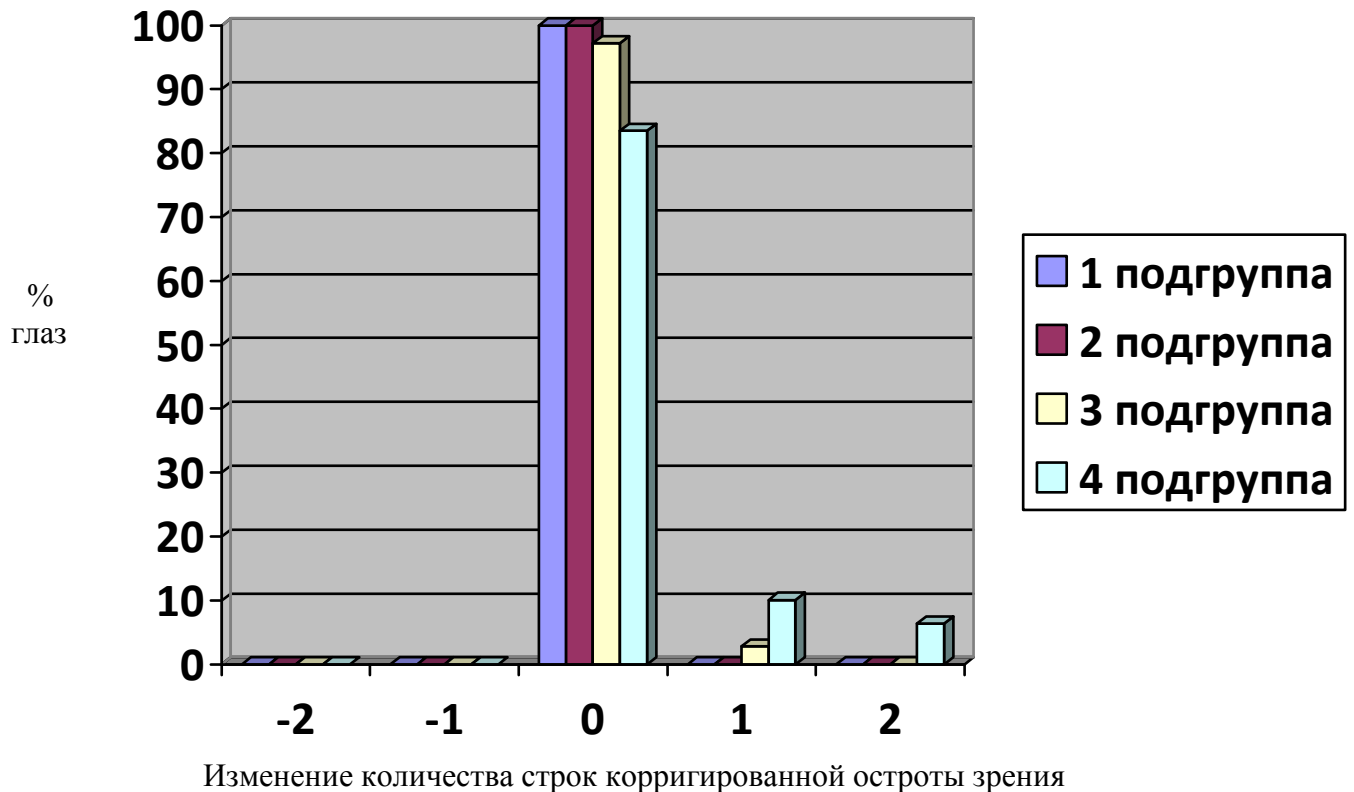


Рис. 30. Изменение остроты зрения с коррекцией после IntraLASIK

Предсказуемость СЭ в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 86,5% (в 1-й подгруппе – 100% (31 глаз), во 2-й подгруппе – 96% (65 глаз), в 3-й подгруппе – 90% (64 глаза), и в 4-й подгруппе – 60% (18 глаз) и в пределах ± 1 дптр – 93% случаев (в 1-й подгруппе – 100% (31 глаз), во 2-й подгруппе – 98% (66 глаз), в 3-й подгруппе – 94% (67 глаз), и в 4-й подгруппе – 79% (25 глаза). Отклонения более 1,0 дптр было отмечено в 4-й подгруппе в 3 случаях (9%), что не противоречило возможной планируемой величине остаточной миопии.

Индексы безопасности и эффективности равнялись 1,0 и 1,18 соответственно.

Данные статистической обработки рефракционных данных после операции представлены на рис. 31.

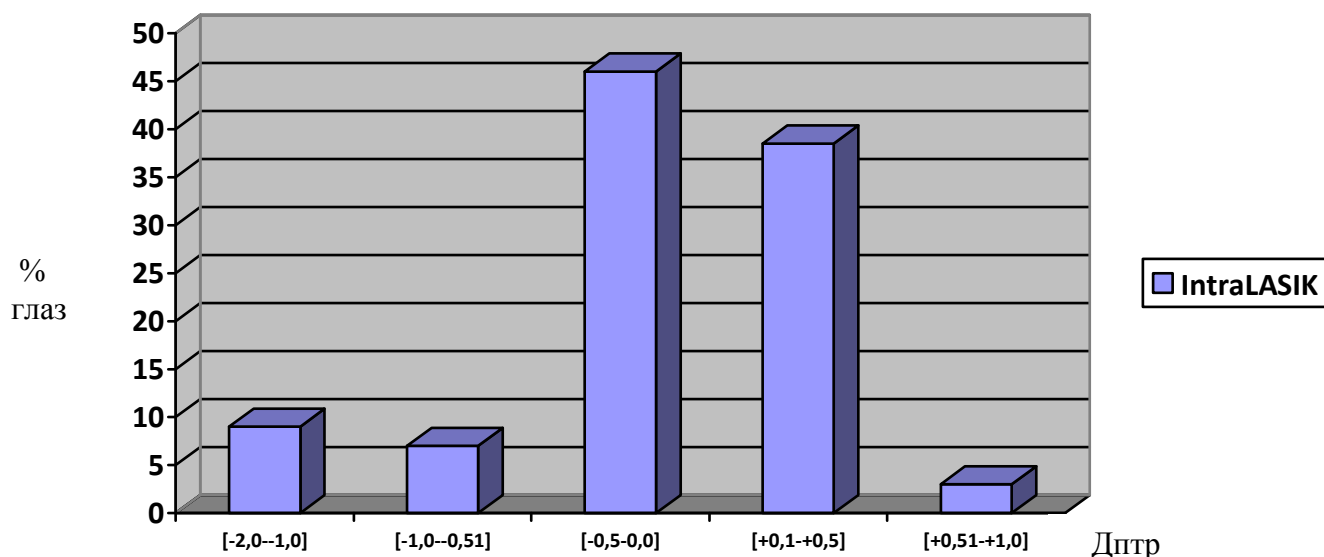


Рис. 31. Показатели предсказуемости в группе IntraLASIK через 1 год после операции

Сразу после операции, как правило, наблюдалась транзиторная гиперметропическая рефракция. Данные авторефрактометрии через 5 дней после операции в среднем $+0,61 \pm 0,03$ дптр, стабилизация показателей по данным рефрактометрии выявлена через месяц-полтора в 1 и 2 подгруппах и через 2-3 месяца в 3 и 4 подгруппах после операции, рефракционный регресс через год после коррекции, в среднем, составил $0,54 \pm 0,02$ дптр.

Динамика рефракции в зависимости от степени миопии до и в различные сроки после IntraLASIK представлена в таб. 16.

Таблица 16

Динамика рефракции в зависимости от степени миопии до и в различные сроки после IntraLASIK (n=178)

Степень миопии (дптр)	До операции	3 день	1 мес.	6 мес.	12 мес.
1 подгруппа					
sph	$-2,55 \pm 0,44$	$+0,45 \pm 0,12$	$+0,21 \pm 0,05$	$-0,1 \pm 0,04$	$-0,09 \pm 0,02$
cyl	$-0,75 \pm 0,35$	$+0,25 \pm 0,21$	$+0,20 \pm 0,15$	$-0,25 \pm 0,16$	$-0,18 \pm 0,17$

2 подгруппа					
sph	-4,95±0,81	+0,67±0,11	+0,36±0,06	-0,15±0,06	-0,11±0,05
cyl	-1,1±0,22	+0,59±0,22	+0,46±0,15	-0,5±0,13	-0,44±0,14
3 подгруппа					
sph	-8,87±1,09	+0,95±0,31	+0,66±0,05	-0,54 ±0,13	-0,95±0,06
cyl	-1,04±0,35	+0,54±0,18	+0,61±0,16	-0,59±0,19	-0,53±0,15
4 подгруппа					
sph	-12,10±1,2	+1,24±0,2	+1,1±0,22	-0,75±0,29	-1,51±0,57
cyl	-1,31±0,43	+1,1±0,21	+0,75±0,26	-0,56±0,19	-0,54±0,24

Примечание: различия до и послеоперационных показателей носят статистически достоверный характер ($P<0,05$, $P<0,01$)

Рефракционные результаты LASIK. Нами проанализированы результаты наблюдений за 198 глазами 101 пациента после LASIK, которые были разделены на 4 подгруппы по степени миопии, во всех группах цилиндрический компонент не превышал 2,0 дптр.

В 4 подгруппе, учитывая степень миопии, пациентам планировали остаточную миопию в пределах 1,0-1,5 дптр.

Острота зрения без коррекции – наиболее важный критерий оценки эффективности рефракционной операции. Эти показатели приведены в табл.17.

Как правило, проводят сравнительную оценку данного показателя с остротой зрения с коррекцией до операции.

Динамика некорригированной остроты зрения в разные сроки после LASIK (n=163)

Степень миопии, (дптр)	До операции	3 день	1 мес.	3 мес.	6 мес.	12 мес.
1 подгруппа	0,10$\pm$0,05	0,93 $\pm$ 0,08	0,96 $\pm$ 0,05	0,98 $\pm$ 0,04	0,98 $\pm$ 0,02	0,98$\pm$0,02
2 подгруппа	0,06$\pm$0,03	0,95 $\pm$ 0,04	0,98 $\pm$ 0,02	0,97 $\pm$ 0,02	0,99 $\pm$ 0,03	0,98$\pm$0,02
3 подгруппа	0,03$\pm$0,01	0,54 $\pm$ 0,09	0,68 $\pm$ 0,15	0,79 $\pm$ 0,14	0,72 $\pm$ 0,1	0,64$\pm$0,1
4 подгруппа	0,03$\pm$0,01	0,31 $\pm$ 0,04	0,44 $\pm$ 0,1	0,52 $\pm$ 0,12	0,46 $\pm$ 0,14	0,4$\pm$0,12

Примечание: различия до и послеоперационных показателей носят статистически достоверный характер ($P<0,05$, $P<0,01$)

Острота зрения с коррекцией. Одним из основных критериев безопасности любой рефракционной операции является показатель потери строк корригированной остроты зрения. Данные корригированной остроты зрения (КОЗ) до и после LASIK представлены в табл. 18.

Таблица 18

Корригированная острота зрения (КОЗ) в зависимости от степени миопии до и после LASIK (n=163)

Степень миопии (дптр)	КОЗ до операции	КОЗ через 12 мес. после операции
1 подгруппа	1,00 $\pm$ 0,11	1,08 $\pm$ 0,09
2 подгруппа	0,98 $\pm$ 0,08	0,99 $\pm$ 0,1
3 подгруппа	0,86 $\pm$ 0,16	0,86 $\pm$ 0,15
4 подгруппа	0,66 $\pm$ 0,22	0,65 $\pm$ 0,25

Снижения корригированной остроты зрения после LASIK более 1 строки по таблице Головина-Сивцева в подгруппах не было. Снижение на 0,1 было отмечено в четвертой подгруппе соответственно в 1 (3,3%) случае, что было связано с перенесенным в послеоперационном периоде

инфекционным кератитом. В первой, второй и третьей подгруппах все пациенты имели скорректированную остроту зрения более 0,5 к 1 году после операции. В 4-й подгруппе в 5 случаях острота зрения с коррекцией после операции была 0,4, что соответствовало уровню дооперационной скорректированной остроты зрения у данных пациентов и была связана с исходной высокой степенью миопии, осложненной ЦХРД.

Увеличение скорректированной остроты зрения на 0,1 было отмечено в третьей и четвертой подгруппах соответственно в 1 (1,2%) и 2 (6%) случаях. Увеличение на 0,2 было отмечено только в четвертой подгруппе в одном случае (3,3%).

Изменения в скорректированной остроте зрения по таблице Головина-Сивцева в сравнении с дооперационными данными по всем подгруппам представлены на диаграмме (рис.32).

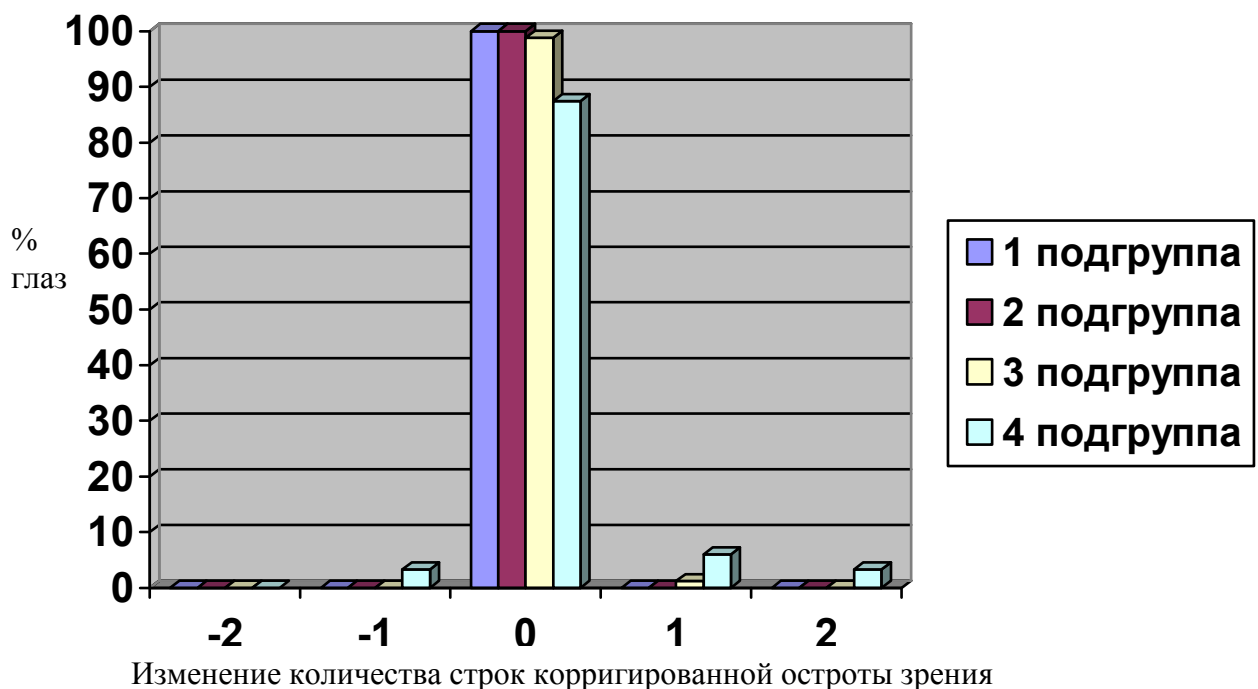


Рис. 32. Изменение скорректированной остроты зрения после LASIK

Приведенные результаты, касающиеся изменений некорригированной и корригированной остроты зрения, не уступают литературным данным и свидетельствуют о высокой эффективности и безопасности операции LASIK.

Динамика рефракции. Во всех четырех подгруппах были получены высокие рефракционные результаты.

К сроку 12 мес. после операции в 1-й и 2-й подгруппах рефракционные показатели были на уровне $-0,11 \pm 0,02$ дптр, в 3-й подгруппе $-1,09 \pm 0,25$ и только в 4-й подгруппе несколько превышала возможную планируемую остаточную миопию $-1,5$ дптр ($-2,62 \pm 0,41$ дптр), что в значительной степени объяснялось высокой исходной степенью миопии, однако величина остаточной миопии оказалась больше в связи с тем, что степень миопии сочеталась с исходной толщиной роговицы < 520 мкм и погрешностями при формировании роговичного лоскута механическим кератомом.

Стабилизация послеоперационной рефракции в большинстве случаев в 1-й и 2-й подгруппах завершалась к 1,0-1,5 месяцам и после 3-х месяцев оставалась практически стабильной. Иная картина имела место в 4-й подгруппе, где до 6 мес. отмечались незначительные изменения рефракции, а во втором полугодии наблюдений отмечался небольшой, но статистически достоверный, прирост рефракции (табл.19).

Таблица 19

Динамика рефракции до и в различные сроки после LASIK в зависимости от степени миопии (n=163)

Степень миопии (дптр)	До операции	3 день	1 мес.	6 мес.	12 мес.
1 подгруппа					
sph	$-2,05 \pm 0,44$	$+0,38 \pm 0,12$	$+0,11 \pm 0,05$	$-0,1 \pm 0,02$	$-0,09 \pm 0,02$
cyl	$-1,0 \pm 0,35$	$-0,56 \pm 0,21$	$+0,38 \pm 0,15$	$-0,35 \pm 0,16$	$-0,38 \pm 0,17$
2 подгруппа					
sph	$-4,91 \pm 0,71$	$+0,62 \pm 0,11$	$+0,26 \pm 0,06$	$-0,16 \pm 0,06$	$-0,11 \pm 0,05$
cyl	$-1,21 \pm 0,32$	$-1,59 \pm 0,22$	$+0,56 \pm 0,15$	$-0,5 \pm 0,17$	$-0,54 \pm 0,14$

3 подгруппа					
sph	-7,87 $\pm$ 0,69	+0,92 $\pm$ 0,31	+0,56 $\pm$ 0,05	-0,41 $\pm$ 0,23	-1,09 $\pm$ 0,25
cyl	-1,34 $\pm$ 0,35	-1,54 $\pm$ 0,18	+0,61 $\pm$ 0,16	-0,59 $\pm$ 0,19	-0,51 $\pm$ 0,21
4 подгруппа					
sph	-12,1 $\pm$ 1,2	+1,24 $\pm$ 0,2	+1,1 $\pm$ 0,26	-0,95 $\pm$ 0,34	-2,62 $\pm$ 0,41
cyl	-1,31 $\pm$ 0,43	-1,47 $\pm$ 0,21	+1,13 $\pm$ 0,29	-1,2 $\pm$ 0,35	-1,13 $\pm$ 0,34

Примечание: различия до и послеоперационных показателей носят статистически достоверный характер ($P < 0,05$, $P < 0,01$)

Предсказуемость результата. К 1 году после LASIK предсказуемость в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 83%: в 1-й подгруппе в 100% (32 глаза), во 2-й подгруппе – в 96,5 % (63 глаза), в 3-й подгруппе – в 80 % (57 глаз), и в 4-й подгруппе- в 55 % (16 глаз); в пределах $\pm 1,0$ дптр- 90%: в 1-й подгруппе в 100 % (32 глаза), во 2-й подгруппе – в 98 % (64 глаза), в 3-й подгруппе – в 90 % (65 глаз), и в 4-й подгруппе - в 73 % (22 глаза). Отклонения более 2,0 дптр от запланированной рефракции были отмечены только в 4-й подгруппе в 5 случаях (16 %). Предсказуемость результата во всех 4-х подгруппах представлена на диаграмме (рис.33).

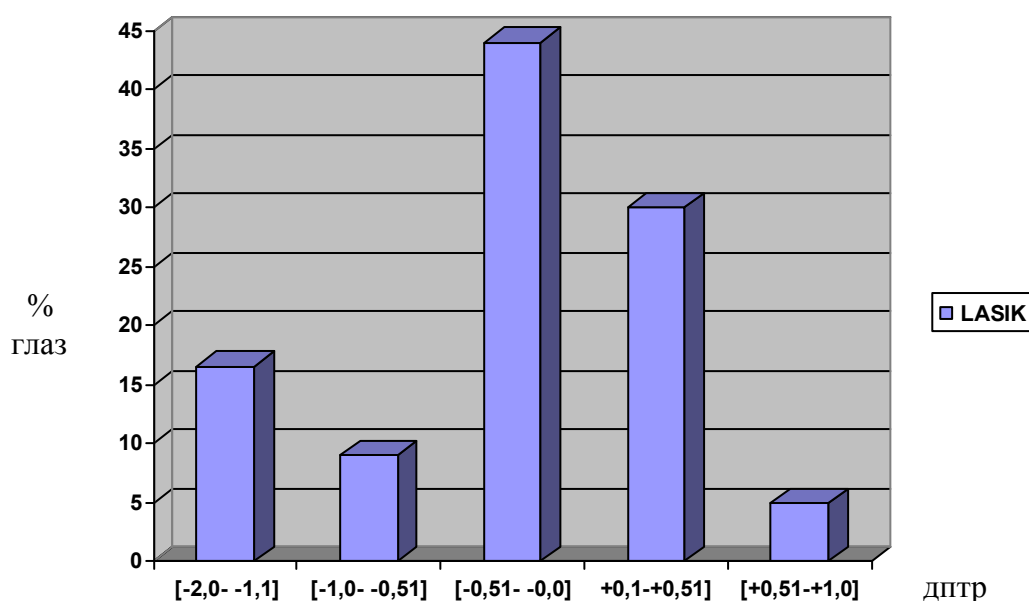


Рис. 33. Предсказуемость рефракционного результата в группе LASIK

Таким образом, предсказуемость результатов операции LASIK для коррекции миопии различной степени является также достаточно высокой и не противоречит данным литературных источников.

Глава 5

Сравнительная оценка качества зрения и биомеханических свойств роговицы в зависимости от способа формирования роговичного лоскута

До операции IntraLASIK ПЭК составляла 2480 ± 45 кл/мм² (от 2330 до 2620 кл/мм²), средний размер клеток $340 \pm 3,1$ мкм² (от 325 до 350 мкм²). Через 1 год после операции ПЭК составила 2425 ± 35 кл/мм², средний размер клеток почти не изменился, потеря клеток через 1 год составила 55 ± 20 кл/мм² (2%), что не превышает физиологическую норму.

Количественное определение белка и клеток во влаге передней камеры показало увеличение потока белка и клеток в первые 2 дня после операции до $5,51 \pm 1,27$ ф/мс и $5,24 \pm 1,75$ в 1 мм³ соответственно. Через 2 дня после IntraLASIK на фоне противовоспалительной медикаментозной терапии показатели вернулись к дооперационной норме миопического глаза, которая равна: поток белка $3,52 \pm 1,56$ ф/мс, клетки в передней камере $2,47 \pm 4,5$ в 1 мм³.

До операции LASIK ПЭК составляла 2480 ± 45 кл/мм² (от 2330 до 2620 кл/мм²), средний размер клеток $340 \pm 3,1$ мкм² (от 325 до 350 мкм²). Через 1 год после операции ПЭК составила 2430 ± 35 кл/мм², средний размер клеток почти не изменился, потеря клеток через 1 год составила 50 ± 20 кл/мм² (2%), что не превышает физиологическую норму.

Количественное определение белка и клеток во влаге передней камеры показало увеличение потока белка и клеток в первый день после операции до $4,85 \pm 1,2$ ф/мс и $4,22 \pm 1,5$ в 1 мм³ соответственно. Через 2 дня после LASIK на фоне противовоспалительной медикаментозной терапии показатели также вернулись к дооперационной норме миопического глаза.

5.1.1. Сравнительная характеристика параметров роговичного лоскута и стромального ложа в зависимости от способа формирования роговичного лоскута

Характеристика параметров роговичного лоскута и стромального ложа, сформированного фемтосекундным лазером

Нами было проведено исследование профиля роговичного лоскута по данным ОКТ (рис. 34) и объема сформированного ложа роговицы после IntraLASIK с использованием фемтосекундного лазера IntraLase 60 кГц на 56 глазах у 28 пациентов в возрасте от 20 до 50 лет.

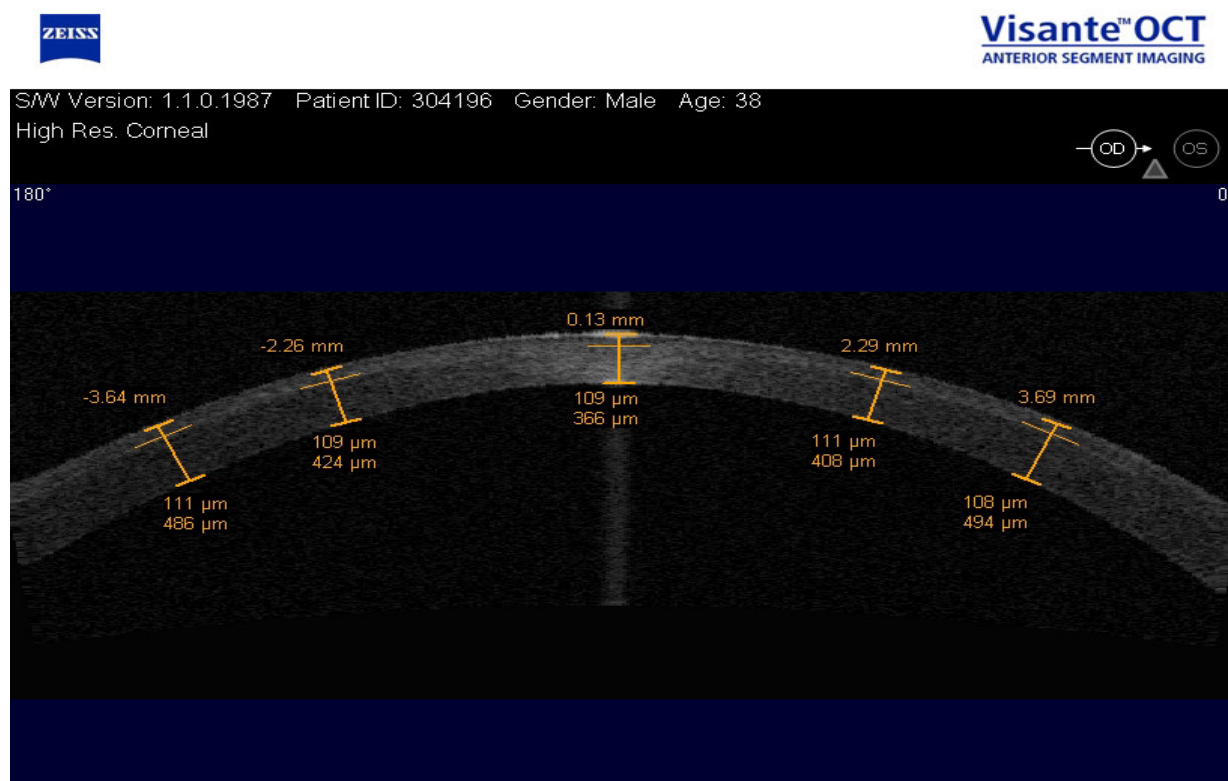


Рис. 34. ОСТ роговицы пациента на 3-й день после IntraLASIK (сканирование с высоким разрешением 10x3 мм), метками обозначена толщина роговичного лоскута и остаточного стромального ложа в точках измерения

Всем пациентам в ходе операции после формирования лоскута измеряли его вертикальный и горизонтальный размеры, ширину ножки, вычисляли площадь сформированного стромального ложа, доступного для абляции (рис.35).

Параметры оптической и общей зоны лазерного воздействия во всех группах зависели от исходной толщины роговицы и степени корригируемой миопии. Планировались параметры центральной оптической зоны 6,5 – 6,6 мм и общей зоны воздействия -8,5-8,6 мм.

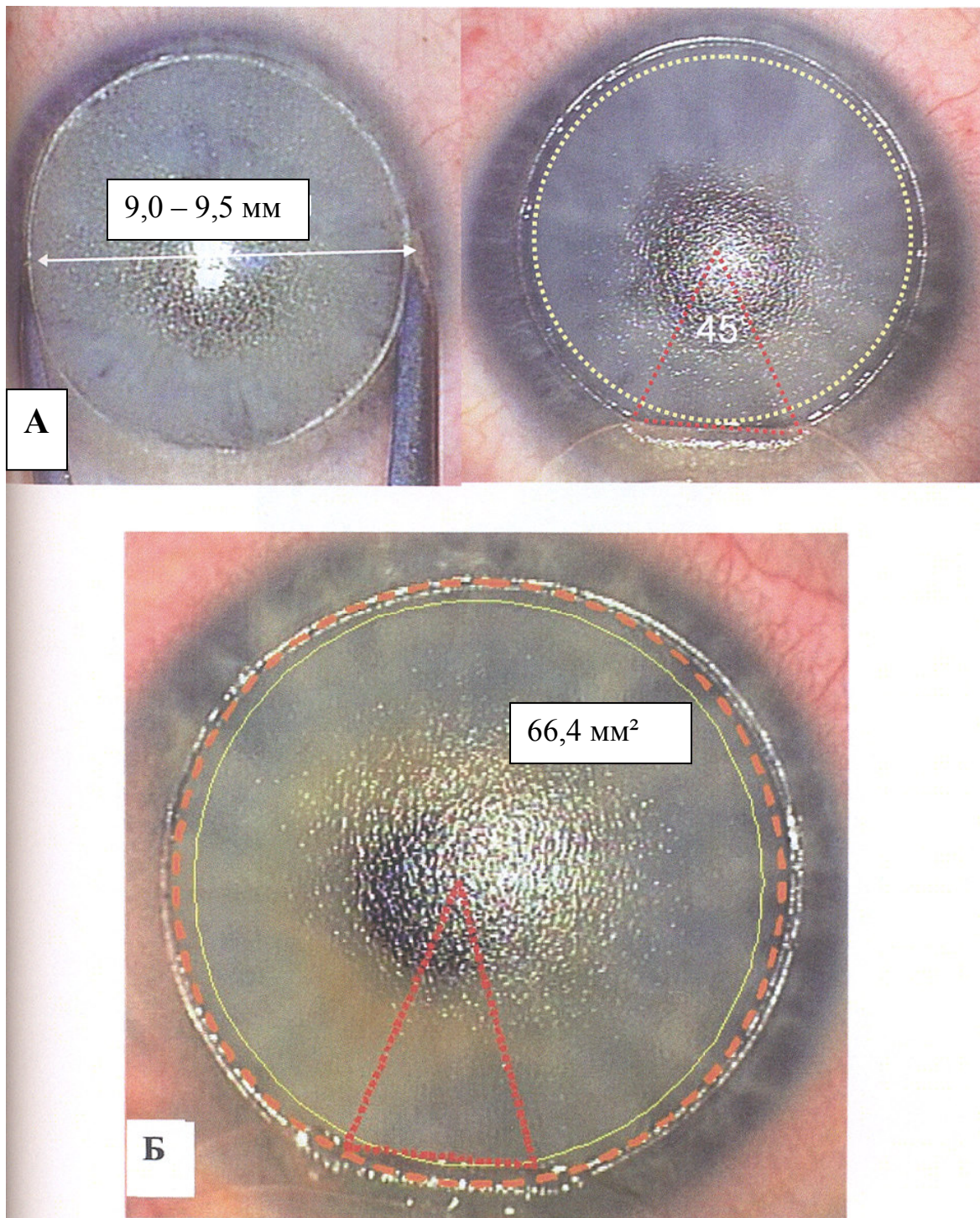


Рис. 35. IntraLASIK: А – измерение параметров лоскута и угла ножки лоскута в ходе операции, Б – сформированное ложе роговицы с намеченным (пунктир) и реальным (круг) диаметром роговичного лоскута и эффективной областью для абляции, ограниченной углом ножки лоскута (треугольник) с помощью фемтосекундного лазера 60 кГц

Для создания эффективной области стромального ложа помимо диаметра лоскута важна ширина его ножки и угол, формируемый двумя пересекающимися линиями с краев ножки к центру роговичного лоскута. ФСЛ позволяет контролировать этот процесс. Для контроля объема эффективного стромального ложа и качественного выполнения миопического профиля абляции, IntraLASIK выполнялся нами с контролем регулирования угла петли (ножки) с помощью программного обеспечения IntraLase. Получение большого эффективного объема стромального ложа независимо от исходных параметров роговицы было возможно за счет регулирования ширины ножки лоскута (не более 4,5-5,0 мм). При этом, чем меньше был угол петли, тем больше был объем стромального ложа. При работе механического кератома такое регулирование невозможно.

Измерения толщины роговицы проводили с помощью ОКТ (рис.35). Результаты по параметрам, профилю и толщине лоскута, созданного ФСЛ, представлены в табл.20. Параметры лоскута составили – диаметр в среднем $9,25 \pm 0,1$ (реальный $9,05 \pm 0,15$ мм), ширина ножки $2,8 \pm 0,2$ мм. Эффективная область стромального ложа составила $66,4 \pm 3,1$ мм² (рис.34). Большая область ложа дала возможность выполнить миопический профиль абляции с диаметром оптической зоны 6,5 – 6,6 мм и общей зоны 8,5-8,6 мм, что способствовало созданию плавной переходной зоны и тем самым повысило эффективность операции.

Толщина роговичного лоскута (Intralase 60 кГц) в различных точках измерения на 3-й день после IntraLASIK при планируемой толщине 110 мкм ($M \pm \sigma$, $n = 56$)

Точка расположения на роговице	Толщина лоскута (мкм)
Центр	$105,75 \pm 5,15$ (91-114)
1,5 мм к носу	$109,50 \pm 5,65$ (97-117)
1,5 мм к виску	$112,75 \pm 6,5$ (92-120)
3,5 мм к носу	$102,85 \pm 6,25$ (101-120)
3,5 мм к виску	$107,25 \pm 5,75$ (100-115)
1,5 мм кверху	$110,25 \pm 5,35$ (95-118)
1,5 мм книзу	$105,85 \pm 5,65$ (99-117)
3,5 мм кверху	$109,88 \pm 6,25$ (98-119)
3,5 мм книзу	$107,35 \pm 6,75$ (100-119)

Обследования на 3-й день после операции IntraLASIK показали, что толщина лоскута (табл.20), полученного с помощью фемтосекундного лазера отличается от запланированной в пределах ± 8 мкм (рис. 34), у пациентов с тонкой роговицей также отличается от запланированной не больше $\pm 7-8$ мкм (рис.36), среднее отклонение диаметра в пределах $- 0,15 \pm 0,07$ мм. Нами была отмечена четкость края роговичного лоскута, сформированного при помощи фемтосекундного лазера (рис.38), отсутствие смещений, более выраженная, по сравнению с LASIK, реакция по краю лоскута на следующий день после операции, более выраженное рубцевание по краю лоскута через 1, 3, 6 мес. после операции, что способствовало биомеханической стабильности роговицы и значительно уменьшает риск смещения крышки в послеоперационном периоде.

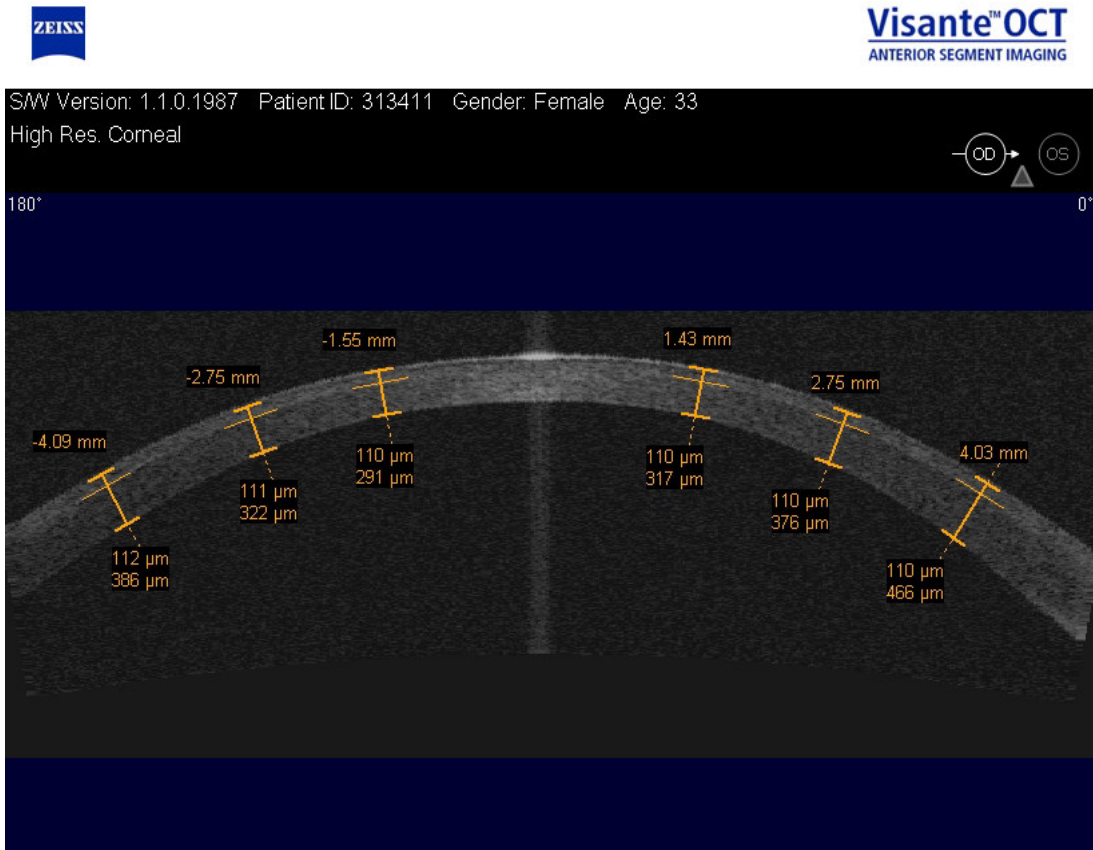
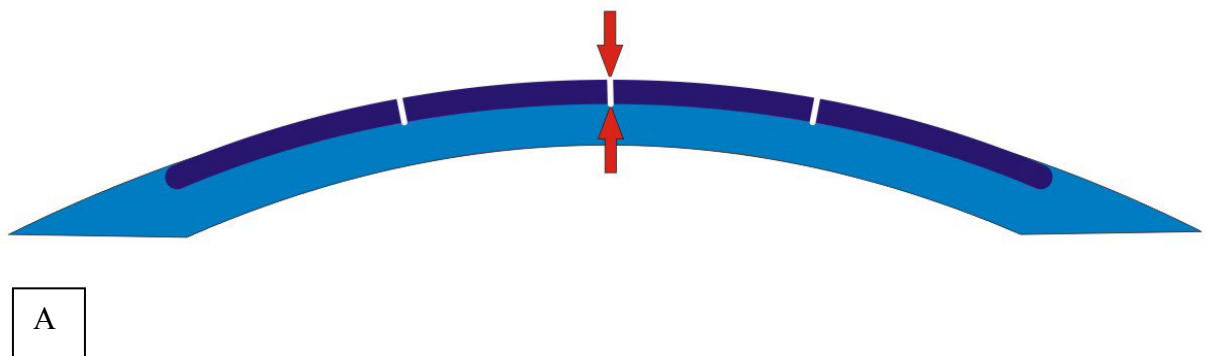


Рис. 36. Роговица пациента с тонкой роговицей на 3-й день после IntraLASIK (OCT, сканирование с высоким разрешением 10х3 мм), метками обозначена толщина роговичного лоскута и остаточного стромального ложа в точках измерения

Схематическое изображение различного по форме и конфигурации края лоскута, сформированного механическим кератомом и фемтосекундным лазером (LASIK и IntraLASIK) представлены на рис.37.



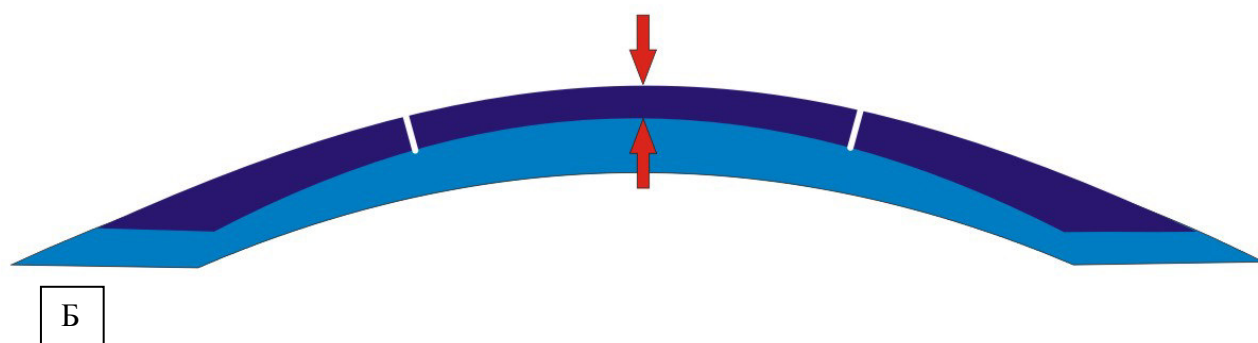
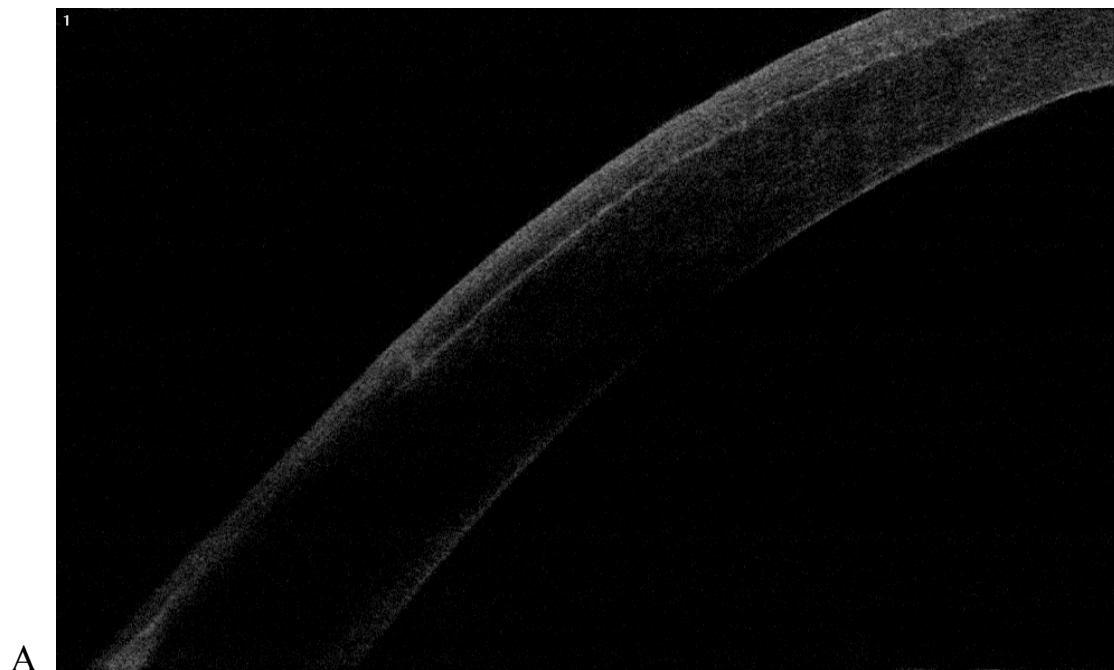


Рис. 37. Схематическое изображение формы и конфигурации края лоскута:
А- сформированного лазерным микрокератомом; Б - сформированного
механическим микрокератомом





Б

Рис.38. ОКТ формы и конфигурации края лоскута: А- сформированного лазерным микрокератомом; Б-сформированного механическим микрокератомом

По данным ОКТ видно, что после применения механического кератома угол бокового среза нечеткий и разрез более длинный по протяженности (рис.38), что является основой нестабильности края лоскута и может привести к врастанию эпителия под лоскут и повреждению большего, чем после IntraLASIK количества нервных волокон стромы, приводящее, в свою очередь, к более выраженному «синдрому сухого глаза».

Также для сравнительного анализа нами было проведено исследование профиля роговичного лоскута по данным ОКТ после LASIK с использованием автоматического микрокератома Moria M2 (Antony, France) с одноразовой головкой 90 мкм на 46 глазах у 23 пациентов в возрасте от 20 до 50 лет и стандартной головкой 110 мкм на 38 глазах у 20 пациентов в возрасте от 25 до 52 лет.

Всем пациентам в ходе операции после формирования лоскута также измеряли его вертикальный и горизонтальный размеры, ширину ножки, затем вычисляли площадь сформированного стромального ложа, доступного для абляции.

Параметры оптической зоны лазерного воздействия зависели от исходной толщины роговицы и степени корригируемой миопии, а общая зона воздействия – от диаметра сформированного роговичного лоскута. Планировались параметры центральной оптической зоны 6,5 – 6,6 мм и общей зоны воздействия - 8,5-8,6 мм.

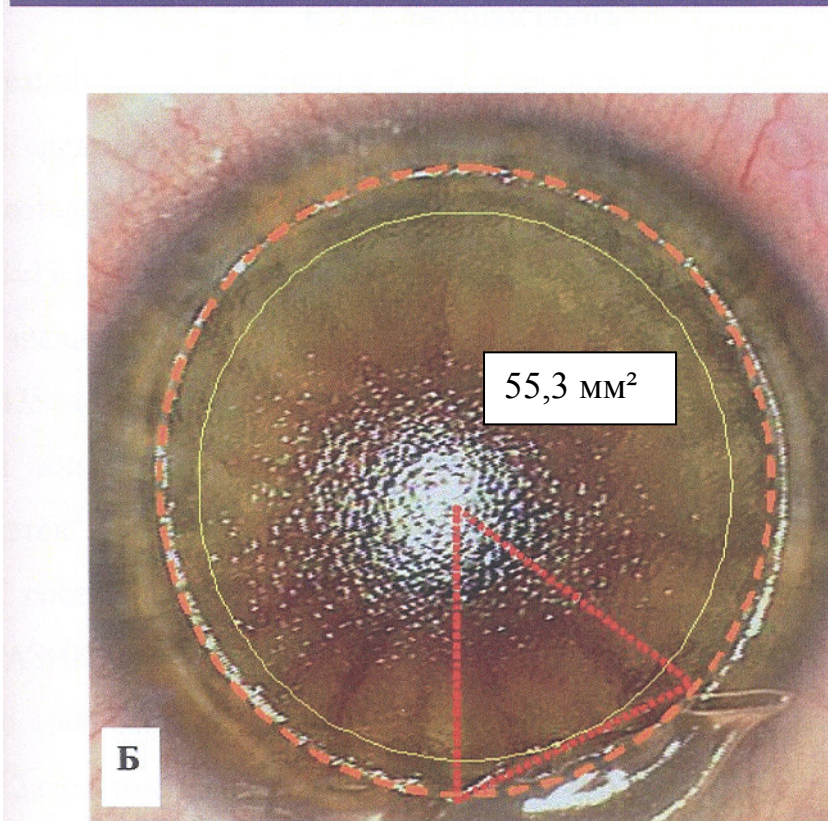
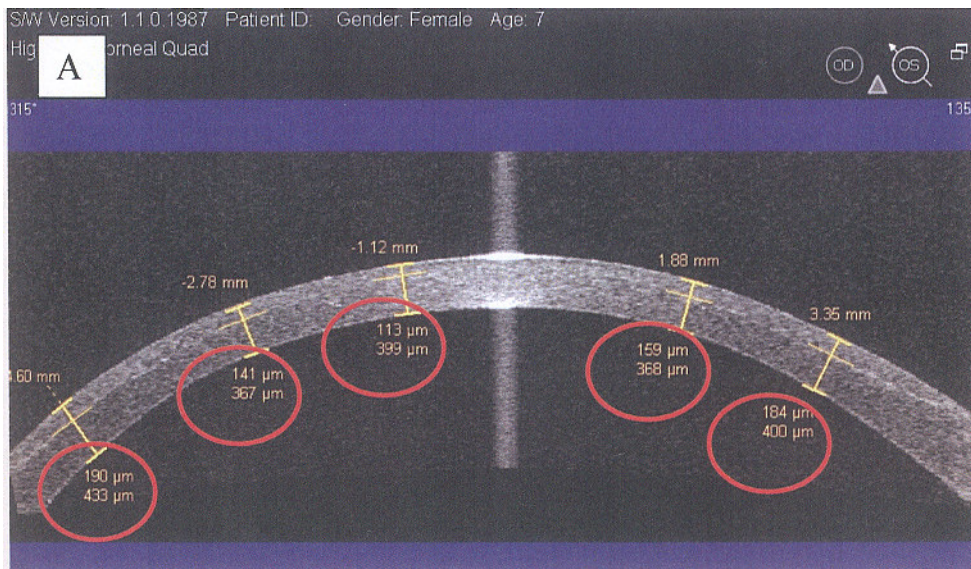


Рис. 39. LASIK: А – роговица пациента на 3-й день после операции (ОКТ, сканирование с высоким разрешением 10х3 мм), метками обозначена толщина роговичного лоскута и остаточной стромы в точках измерения; Б – сформированное ложе роговицы с полученным (пунктир) и реальным (круг) диаметром для эффективной зоны абляции, ограниченной углом ножки лоскута (треугольник)

Было выявлено, что на 3-й день после операции LASIK (рис.40) толщина поверхностного лоскута при расчётной 110 мкм в его центральной части составила $140,1 \pm 16,9$ мкм, в проекции начала выкраивания лоскута - $150,1 \pm 22,9$ мкм (3,0 мм к виску – для правого глаза, и 3,0 мм к носу - для левого глаза), а в проекции окончания выкраивания лоскута она составила $146,2 \pm 24,7$ мкм (3,0 мм к носу – для правого глаза, и 3,0 мм к виску – для левого глаза), толщина поверхностного лоскута при расчётной 90 мкм в его центральной части составила $116,2 \pm 18,5$ мкм, в проекции начала выкраивания лоскута - $136,1 \pm 22,1$ мкм (3,0 мм к виску – для правого глаза, и 3,0 мм к носу - для левого глаза), а в проекции окончания выкраивания лоскута она составила $126,2 \pm 24,7$ мкм (3,0 мм к носу – для правого глаза, и 3,0 мм к виску – для левого глаза). Через 1 мес. после операции LASIK толщина поверхностного лоскута в его центральной части составила $130,2 \pm 14,8$ мкм, в проекции начала выкраивания лоскута - $138,1 \pm 18,3$ мкм, а в проекции окончания выкраивания лоскута она составила $135,2 \pm 22,5$ мкм, толщина поверхностного лоскута при расчётной 90 мкм в его центральной части составила $109,8 \pm 16,8$ мкм, в проекции начала выкраивания лоскута - $128,1 \pm 20,6$ мкм, а в проекции окончания выкраивания лоскута она составила $120,6 \pm 20,4$ мкм. Толщина поверхностного лоскута роговицы, выкраиваемого с помощью механического микрокератома оказалась неравномерной не только в начале и конце среза, но и в центральной зоне, лоскут имел менискообразную конфигурацию (рис.28). Параметры размеров роговичного лоскута в среднем составили: диаметр – $8,8 \pm 0,15$ мм (реально используемый диаметр, ограниченный углом ножки лоскута $8,5 \pm 0,2$ мм), эффективная область стромального ложа $55,3 \pm 4,1$ мм² и ширина ножки $4,0 \pm 0,3$ мм. Результаты представлены в таблице 21 и на рис. 39. Поскольку планируемые параметры достигнуты не были, были уменьшены оптическая и общая зоны лазерного воздействия для достижения запланированного рефракционного результата.

Параметры роговичного лоскута после LASIK ($M \pm \sigma$, $n = 32$)

Параметр	Планируемый показатель	Полученный показатель
Диаметр лоскута	9,0-9,5 мм	8,8 $\pm$ 0,15 мм (реальный - 8,5 $\pm$ 0,2 мм)
Толщина в центре	110 мкм 90 мкм	140,1 $\pm$ 16,9 мкм (через 1 мес.-130,2 $\pm$ 14,8) 126,2 $\pm$ 45,5 мкм (через 1 мес.-109,8 $\pm$ 16,8)
Ширина ножки	3-5 мм	4,0 $\pm$ 0,3 мм
Эффективная площадь сформированного ложа	63,6 – 70,8 мм ²	55,3 $\pm$ 4,1 мм ²

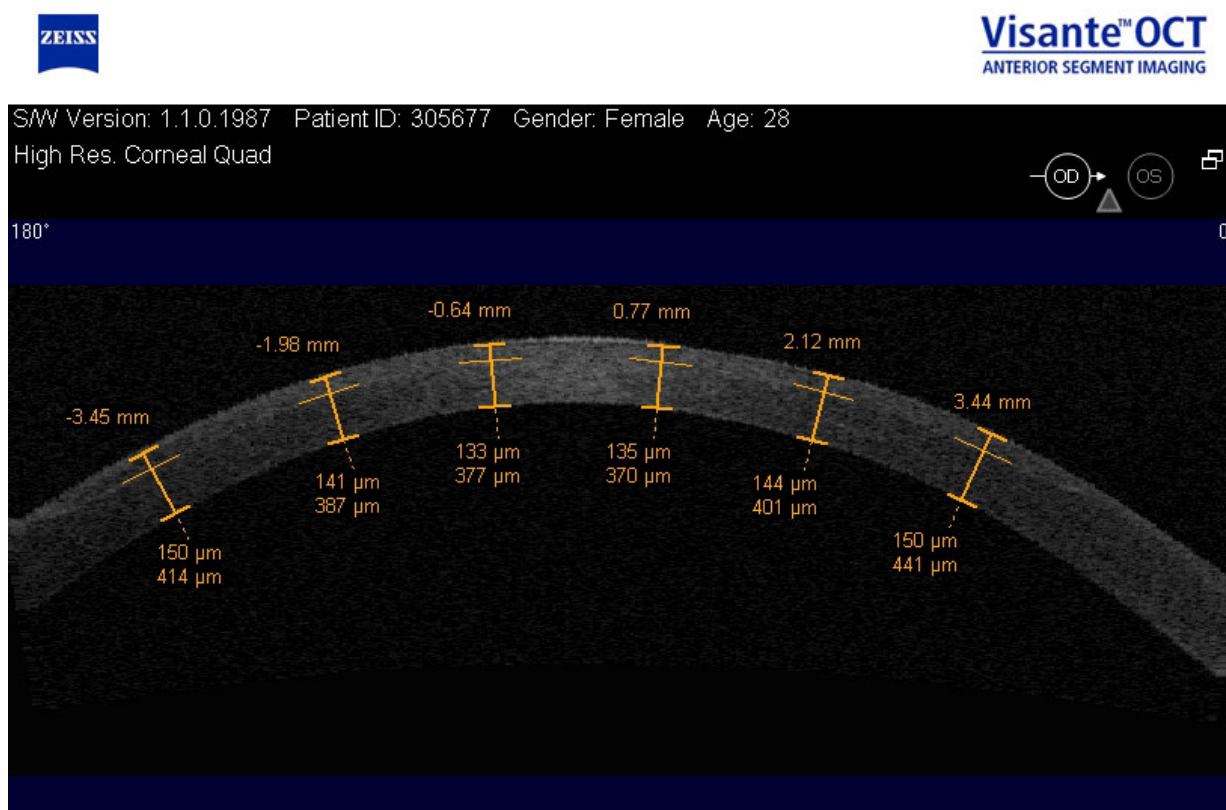


Рис. 40. Роговица пациента на 3-й день после LASIK (ОКТ, сканирование с высоким разрешением 10х3 мм), метками обозначена толщина роговичного лоскута и остаточной стромы в точках измерения

Неравномерность поверхностных лоскутов роговицы по толщине при их формировании при помощи механического кератома объясняется сочетанием нескольких факторов, которые условно можно разделить на технические (связанные с особенностями микрокератома), микрохирургические (мануальные навыки хирурга). Среди технических и микрохирургических можно выделить такие, как номер используемой головки (чем меньше номер используемой головки механического микрокератома, тем меньше не только средняя толщина выкраиваемого лоскута, но и меньше разница между минимальными и максимальными значениями его толщины), общее время наложения вакуумного кольца (с увеличением экспозиции глазное яблоко больше “засасывается” вакуумным кольцом), скорость выкраивания лоскута (режимы Speed 1 и Speed 2 микрокератома), давление вакуумного кольца на оперируемый глаз и др.

По данным ОКТ было выявлено, что на 3-й день после операции LASIK у пациентов с тонкой роговицей, толщина поверхностного лоскута при расчётной 90 мкм в его центральной части составила $126,2 \pm 45,5$ (от 80 до 186) мкм, в проекции начала выкраивания лоскута - $141,1 \pm 12,9$ мкм (3,0 мм к виску – для правого глаза, и 3,0 мм к носу - для левого глаза), а в проекции окончания выкраивания лоскута она составила $138,2 \pm 20,7$ мкм (3,0 мм к носу – для правого глаза, и 3,0 мм к виску – для левого глаза). Через 1 мес. после операции LASIK толщина поверхностного лоскута в его центральной части составила $112,1 \pm 25,2$ мкм, в проекции начала выкраивания лоскута - $122,3 \pm 12,1$ мкм, а в проекции окончания выкраивания лоскута она составила $118,6 \pm 21,2$ мкм. Толщина поверхностного лоскута роговицы, выкраиваемого с помощью механического микрокератома, у пациентов с тонкой роговицей также оказалась неравномерной не только в начале и конце среза, но и в центральной зоне, лоскут имел менискообразную конфигурацию. Параметры размеров роговичного лоскута в среднем составили: диаметр – $8,60 \pm 0,2$ мм, ширина ножки – 4,2 мм (рис.41).

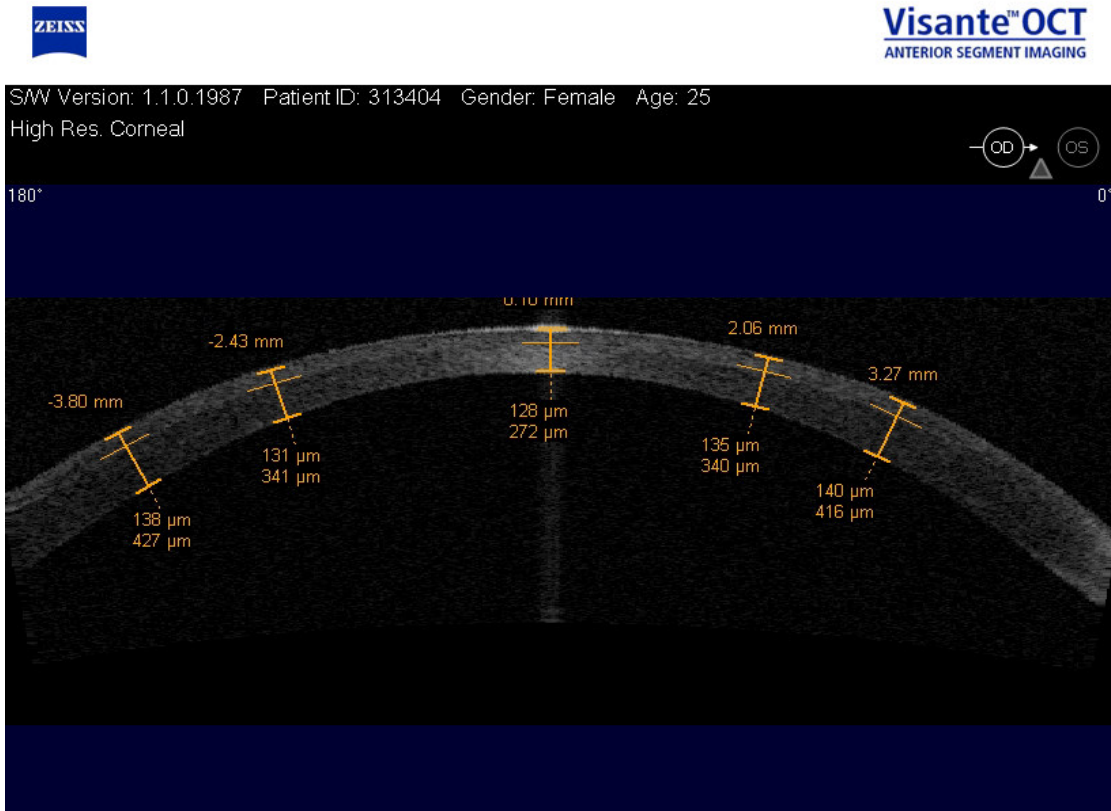


Рис. 41. OCT роговицы пациента с тонкой роговицей на 3-й день после LASIK (сканирование с высоким разрешением 10х3 мм). Метками обозначена толщина роговичного лоскута в точках измерения

Таким образом, результаты анализа особенностей формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера показали преимущество перед механическим микрокератомом в том, что с помощью ФСЛ создается запланировано точный, с отклонением 8-9 мкм по толщине, равномерный клапан и значительно большее по объему эффективное стромальное ложе, что является необходимым для выполнения оптимального алгоритма абляции у пациентов с миопией для получения высоких рефракционных результатов без потери качества зрения, особенно при миопии высокой степени и у пациентов с тонкой роговицей. Механический кератом дает значительные погрешности как по толщине, так и по диаметру формируемого роговичного лоскута, что ограничивает объем стромального ложа, необходимого для выполнения оптимального профиля миопической абляции без потери качества зрения. Кроме того, менискообразный профиль

лоскута со значительным разбросом по всей площади создает микронеровности, снижающие качество зрения.

5.1.2. Сравнительный анализ динамики аберраций высшего порядка

В результате исследования аберраций высших порядков у пациентов обеих групп были выявлены следующие особенности:

- при сравнении значений АВП в различных подгруппах до операции не выявлено зависимости от степени миопии;
- в раннем и позднем послеоперационном периоде после IntraLASIK и LASIK было определено увеличение аберраций высшего порядка (табл. 22, 23), в основном это касалось сферических аберраций и аберраций вида Сoma, причем при сравнении с показателями предоперационного периода большее увеличение наблюдалось в группе LASIK по сравнению с IntraLASIK (с достоверностью $P < 0,01$).
- в раннем послеоперационном периоде и через 12 мес. после операции IntraLASIK и LASIK, а также за весь срок наблюдения, при сравнении с показателями предоперационного периода самое значительное увеличение сферических аберраций было выявлено в подгруппе миопии высокой степени (таб. 22,23), причем большее увеличение наблюдалось в группе LASIK по сравнению с IntraLASIK, что связано, на наш взгляд с тем, что лоскут гомогенной толщины и оптимальная оптическая и общая зона лазерного воздействия индуцируют меньше аберраций.

Таблица 22

Аберрации высшего порядка до и через 12 мес. после IntraLASIK (n=85)

Вид аберрации	Миопия от -0,5 до -6,0 дптр		Миопия от -6,25 до -14,0 дптр	
	До операции	После операции	До операции	После операции
RMS HO (мкм)	0,305±0,184	0,468±0,237	0,285±0,101	0,692±0,340
RMS CA (мкм)	0,062±0,084	0,095±0,102	0,128±0,147	0,325±0,426
RMS coma (мкм)	0,106±0,135	0,198±0,182	0,096±0,089	0,348±0,258

Аберрации высшего порядка до и через 12 мес. после LASIK (n=92)

Вид аберрации	Миопия от -0,5 до -6,0 дптр		Миопия от -6,25 до -14,0 дптр	
	До операции	После операции	До операции	После операции
RMS HO (мкм)	0,305±0,184	0,512±0,276	0,285±0,101	0,945±0,360
RMS CA (мкм)	0,062±0,084	0,122±0,132	0,128±0,147	0,437±0,507
RMS coma (мкм)	0,106±0,135	0,243±0,196	0,096±0,089	0,485±0,501

5.1.3. Изменение пространственной контрастной чувствительности после IntraLASIK и LASIK

В группе пациентов после операции IntraLASIK наблюдали повышение ПКЧ на всех частотах в фотопических условиях. В мезопических условиях ПКЧ почти всегда соответствовала предоперационной. На фоне засвета в фото- и мезопических условиях пациенты после IntraLASIK также показали отсутствие изменения контрастной чувствительности на всех частотах (табл.23).

Таблица 23

Изменение пространственной контрастной чувствительности до и через 12 мес. после IntraLASIK (n=142, $p < 0,05$)

Условия	Фотопические (85 кандел/ м ²)				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	68,4±19,37	78,2±23,42	68,6±39,29	25,5±16,81	5,3±5,88
После IntraLASIK	78,8±23,18	90,18±41,24	81,0±27,2	27,9±23,01	6,8±5,97
Условия	Мезопические (3 кандел/ м ²)				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	65,7±36,32	69,4±45,58	35,9±33,23	4,2±5,75	2,8±1,89
После IntraLASIK	66,0±19,02	71,0±33,93	36,37±53,09	3,95±5,81	3,0±5,18

Условия	Фотопические с засветом				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	64,4 $\pm$ 17,37	71,3 $\pm$ 33,62	66,0 $\pm$ 49,52	24,1 $\pm$ 18,02	5,1 $\pm$ 5,08
После IntraLASIK	63,36 $\pm$ 22,54	70,27 $\pm$ 31,94	65,63 $\pm$ 38,75	25,09 $\pm$ 15,12	5,2 $\pm$ 7,87
Условия	Мезопические с засветом				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	53,1 $\pm$ 29,22	54,3 $\pm$ 40,87	20,1 $\pm$ 25,35	3,4 $\pm$ 7,43	0,6 $\pm$ 1,89
После IntraLASIK	54,5 $\pm$ 23,91	52,87 $\pm$ 25,65	21,37 $\pm$ 6,68	3,62 $\pm$ 6,84	0,65 $\pm$ 3,97

В группе пациентов после операции LASIK отмечалось небольшое повышение контрастной чувствительности на всех частотах в фотопических условиях. В мезопических условиях ПКЧ уменьшалась в сравнении с дооперационной. А в условиях ослепления контрастная чувствительность в фото - и мезопических условиях резко снижалась и оказывалась значительно ниже, чем до операции. Часть пациентов вовсе не различали мишеней в мезопических условиях на фоне засвета (табл.24).

Таблица 24

Изменение пространственной контрастной чувствительности до и через 12 мес. после LASIK (n=121 , p< 0,05)

Условия	Фотопические (85 кандел/ м²)				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	68,4 $\pm$ 19,37	78,2 $\pm$ 23,42	68,6 $\pm$ 39,29	25,5 $\pm$ 16,81	5,3 $\pm$ 5,88
После LASIK	72,5 $\pm$ 11,83	84,12 $\pm$ 40,03	76,75 $\pm$ 30,19	26,85 $\pm$ 11,05	6,17 $\pm$ 6,69
Условия	Мезопические (3 кандел/ м²)				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	65,7 $\pm$ 36,32	69,4 $\pm$ 45,58	35,9 $\pm$ 33,23	4,2 $\pm$ 5,75	2,6 $\pm$ 1,89
После LASIK	58,54 $\pm$ 15,62	61,0 $\pm$ 26,64	32,0 $\pm$ 21,41	3,14 $\pm$ 9,5	1,9 $\pm$ 5,14
Условия	Фотопические с засветом				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	64,4 $\pm$ 17,37	71,3 $\pm$ 33,62	66,0 $\pm$ 49,52	24,1 $\pm$ 18,02	5,1 $\pm$ 5,08
После LASIK	54,37 $\pm$ 25,9	58,62 $\pm$ 35,39	58,0 $\pm$ 34,58	16,75 $\pm$ 20,57	3,62 $\pm$ 6,61

Условия	Мезопические с засветом				
Цикл/град.	1,5	3	6	12	18
До операции	53,1 $\pm$ 29,22	54,3 $\pm$ 40,87	20,1 $\pm$ 25,35	3,4 $\pm$ 7,43	0,6 $\pm$ 1,89
После LASIK	36,6 $\pm$ 27,33	32,45 $\pm$ 34,57	12,45 $\pm$ 20,38	2,1 $\pm$ 5,04	0,18 $\pm$ 4,14

Таким образом, анализ изменений пространственной контрастной чувствительности в послеоперационном периоде выявил достоверное ($p<0,05$) повышение показателей ПКЧ на всех частотах в *фотопических* условиях в обеих группах пациентов.

В *мезопических* условиях после IntraLASIK ПКЧ почти всегда соответствовала предоперационной, а после LASIK - ПКЧ уменьшалась в сравнении с дооперационной.

На фоне *засвета* в *фото-* и *мезопических* условиях пациенты после IntraLASIK также показали отсутствие изменения контрастной чувствительности на всех частотах по сравнению с дооперационными показателями. После LASIK в условиях ослепления контрастная чувствительность в фото – и, особенно, мезопических условиях резко снижалась и оказывалась значительно ниже, чем до операции. Через год после операции и во время всего периода наблюдения сохранялось снижение ПКЧ в мезопических условиях после LASIK.

5.2. Изменения биомеханических свойств роговицы после операции

Формирование роговичного лоскута и фотоабляция неизбежно изменяют биомеханические свойства роговицы. Роговичная биомеханика – один из главных аспектов, ограничивающий возможности кераторефракционной хирургии в создании идеальной рефракционной поверхности. В основе любой эксимерлазерной операции – испарение части стромы роговицы, в результате чего достигается изменение её кривизны.

Однако изменения, происходящие в роговице, не ограничиваются только зоной абляции. Будучи структурой, обладающей биомеханическими свойствами, роговица реагирует на изменения в своём строении и в центральной зоне, и на периферии.

В первую очередь, в данной работе нас интересовали данные КГ и ФРР, их изменения после операции в зависимости от степени корригируемой миопии и исходной толщины роговицы.

Пациенты в обеих группах были разделены на 3 подгруппы, различающиеся по толщине роговицы (500-520 мкм, 521 – 580 мкм, > 580 мкм).

Изменения биомеханических свойств роговицы после IntraLASIK

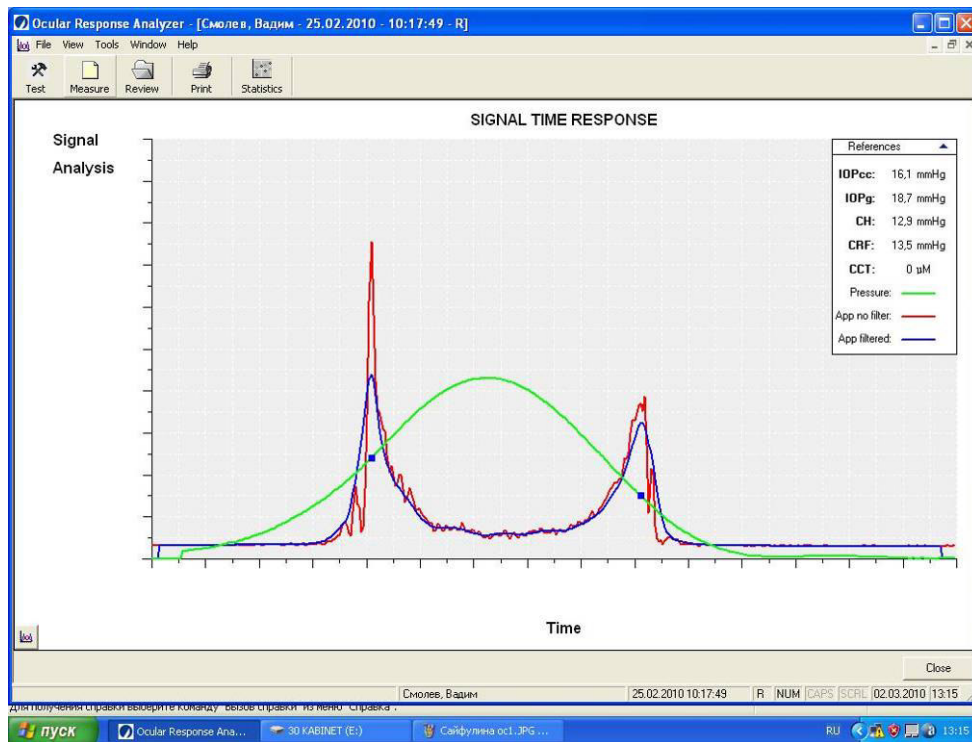
Нами была поставлена задача провести анализ изменений биомеханических (вязко-эластичных) свойств роговицы с помощью анализатора биомеханических свойств роговицы (ORA) у пациентов после миопического IntraLASIK и LASIK через 3 дня, 6 мес., 1 год после операции.

Через 3 дня после IntraLASIK было отмечено снижение корнеального гистерезиса в среднем на $3,0 \pm 1,1$ мм рт.ст. (с $9,8 \pm 1,18$ мм рт.ст. до $6,8 \pm 1,1$ мм рт.ст.) и фактора резистентности роговицы в среднем на $3,1 \pm 1,18$ мм рт.ст. (с $10,3 \pm 1,2$ мм рт.ст. до $7,2 \pm 1,1$ мм рт.ст.).

Через 6 и 12 мес. после коррекции миопии показатели КГ и ФРР почти не изменились, оставшись на прежнем уровне в течение всего периода наблюдения. КГ по сравнению с дооперационными данными в среднем уменьшился на $2,9 \pm 0,21$ мм рт.ст., снизившись с $9,8$ мм рт.ст. до $6,85$ мм рт.ст., ФРР уменьшился на $3,2 \pm 0,22$ мм рт.ст.

Снижение значений корнеального гистерезиса (КГ) и фактора резистентности роговицы (ФРР) после IntraLASIK в зависимости от степени корригируемой миопии (12 мес. после операции)

Степень миопии (дптр)	Степень снижения КГ(%)	Степень снижения ФРР (%)
Слабая	14,1%	15,5%
Средняя	25,4%	24,2%
Высокая	28,3%	33,2%



А

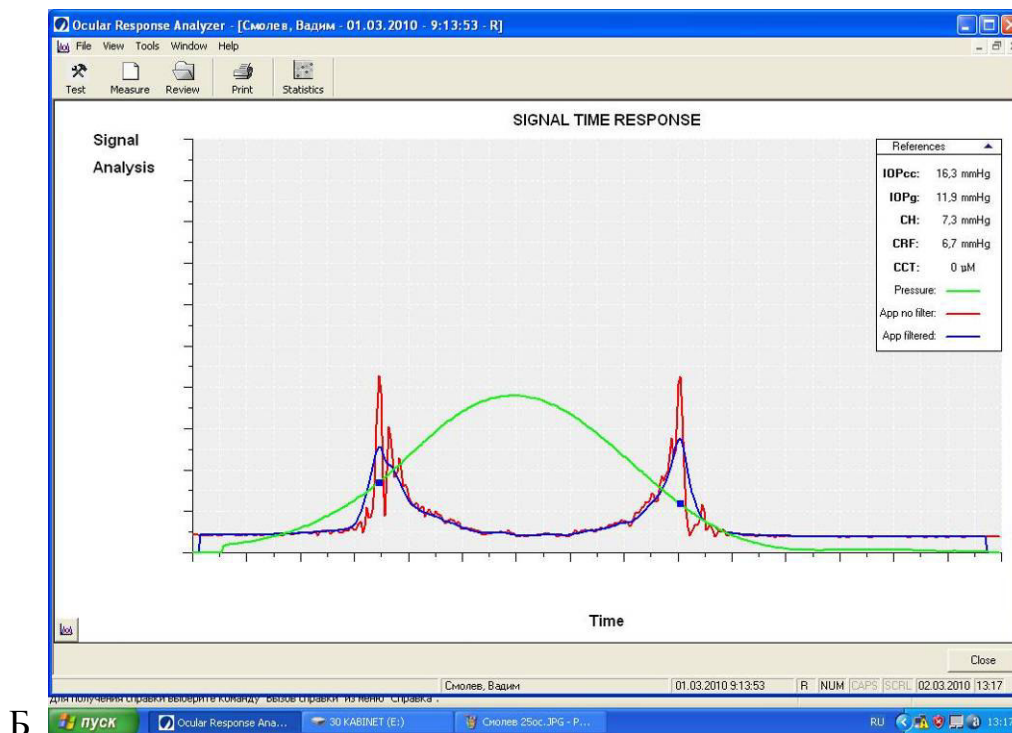


Рис. 42. Показатели биомеханических свойств роговицы и ВГД (ORA) в графическом и цифровом изображении у пациента А., 30 лет, до (А) и на 3-й день (Б) после IntraLASIK (КГ до IntraLASIK- 12,9 мм рт.ст., после-7,3 мм рт.ст.)

Через 3 дня после LASIK КГ в среднем уменьшился на $3,2 \pm 0,25$ мм рт.ст., снизившись с 9,8 мм рт.ст. до 6,5 мм рт.ст., ФРР уменьшился на $3,8 \pm 0,35$ мм рт.ст., через 6 и 12 мес. после КРЛО показатели КГ и ФРР остались на прежнем уровне, статистически значимой разницы не определялось в течение всего периода наблюдения.

Таблица 26

Снижение значений корнеального гистерезиса (КГ) и фактора резистентности роговицы (ФРР) через 12 мес. после LASIK в зависимости от степени миопии

Степень миопии (дптр)	Степень снижения КГ(%)	Степень снижения ФРР (%)
Слабая	20,2%	24,3%
Средняя	31,1%	30,2%
Высокая	34,3%	42,2%

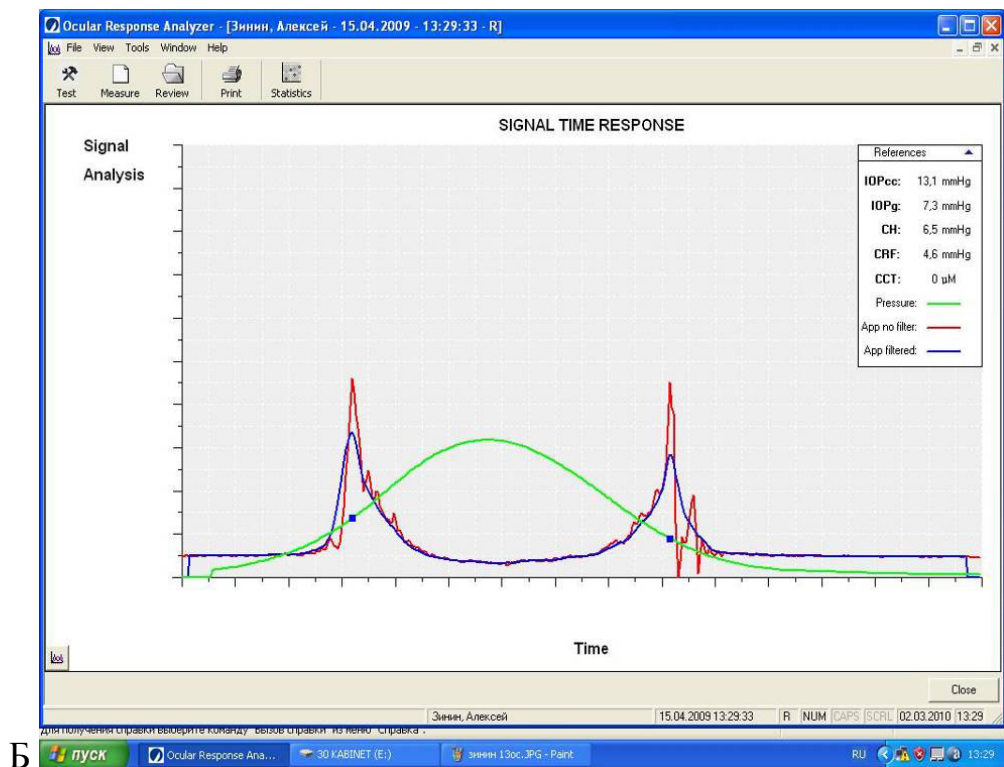
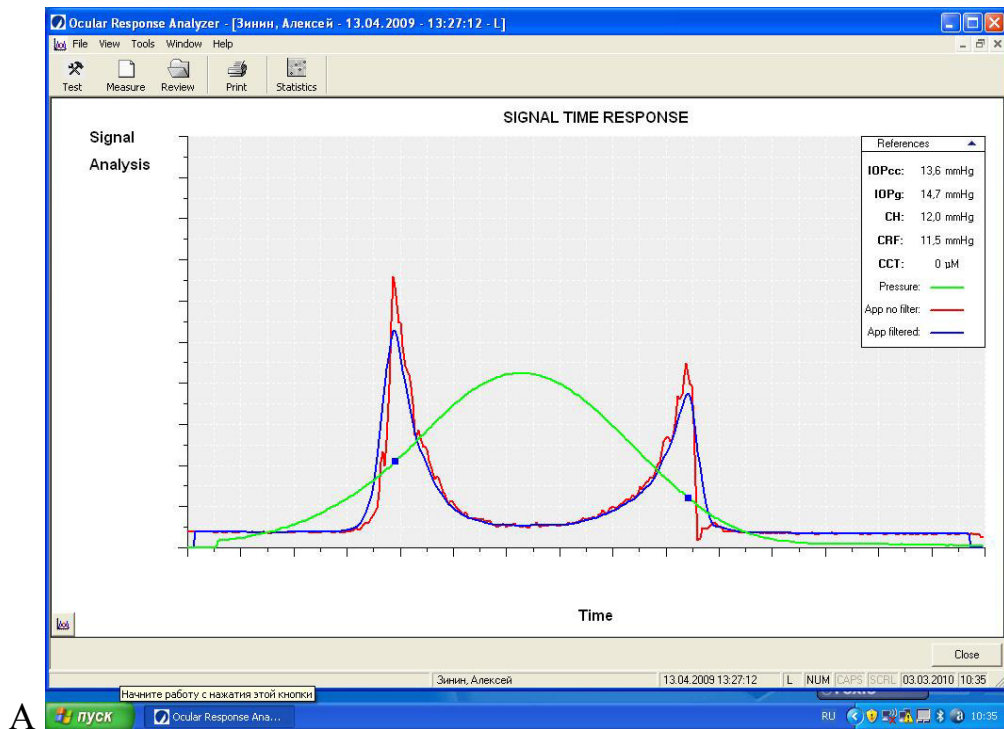


Рис. 43. Показатели биомеханических свойств роговицы и ВГД (ORA) в графическом и цифровом изображении у пациента Б., 35 лет, до (А) и на 3-й день (Б) после LASIK(КГ до LASIK- 12,0 мм рт.ст., после-6,5 мм рт.ст.)

Сравнительные данные изменения КГ и ФРР после операции в зависимости от степени корригируемой миопии и исходной толщины роговицы представлены на рис. 44-47.

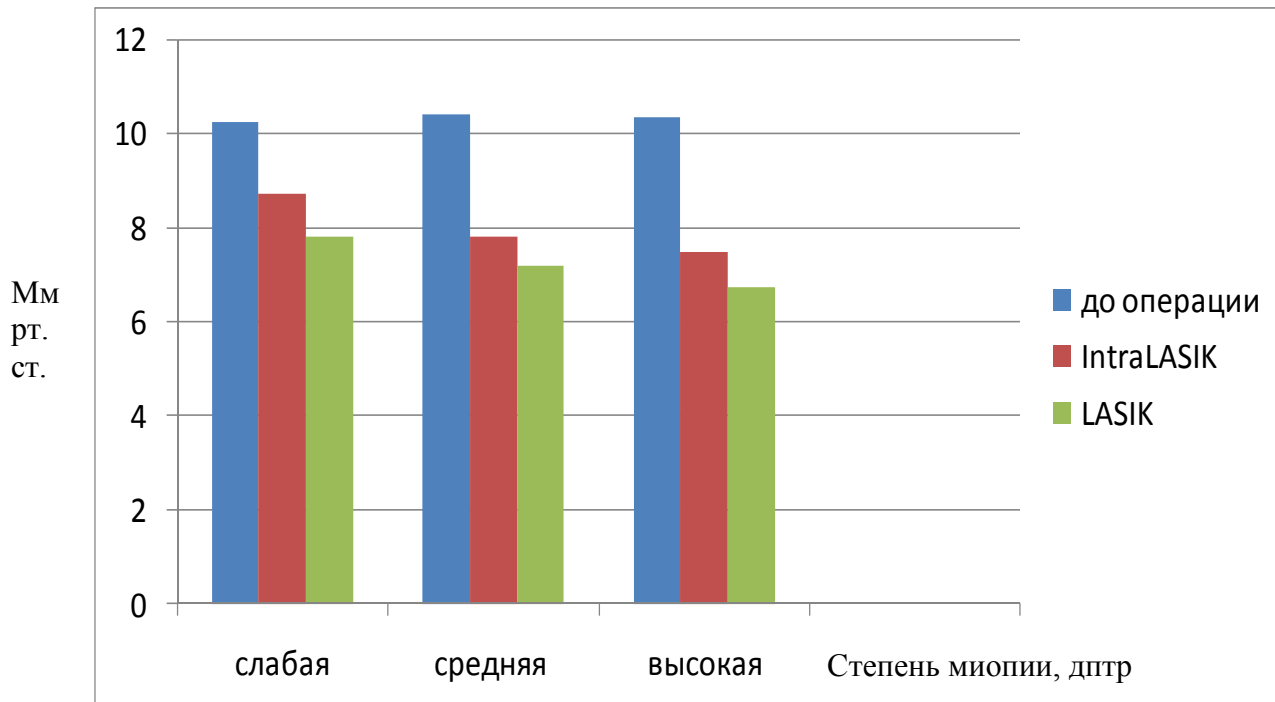


Рис. 44. Изменение КГ после операции в зависимости от степени корригируемой миопии

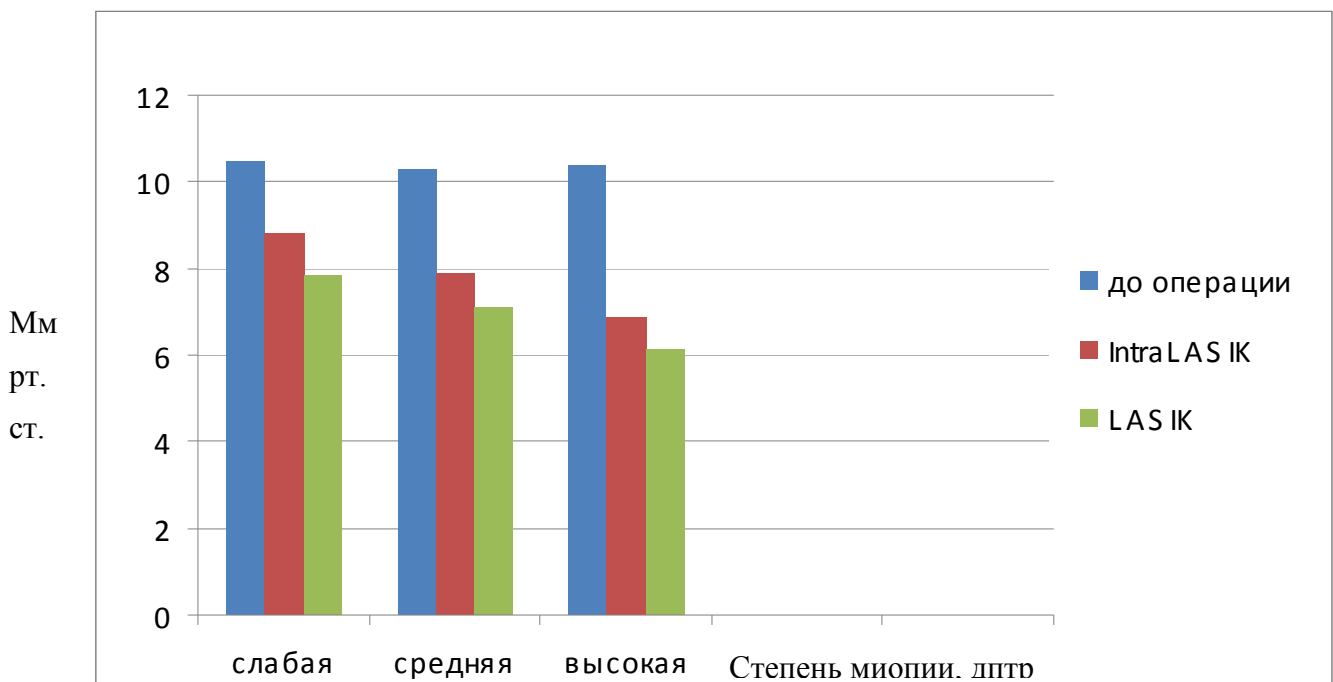


Рис. 45. Изменения ФРР после операции в зависимости от степени корригируемой миопии

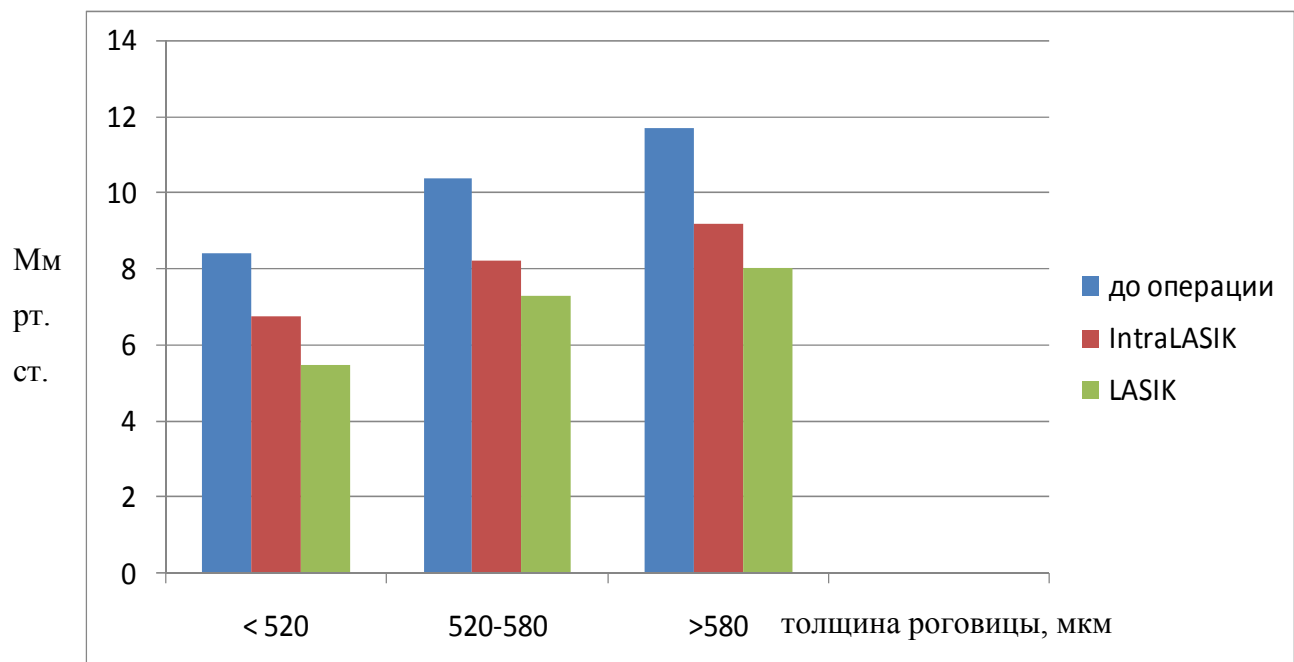


Рис. 46. Изменения КТ после операции в зависимости от толщины роговицы

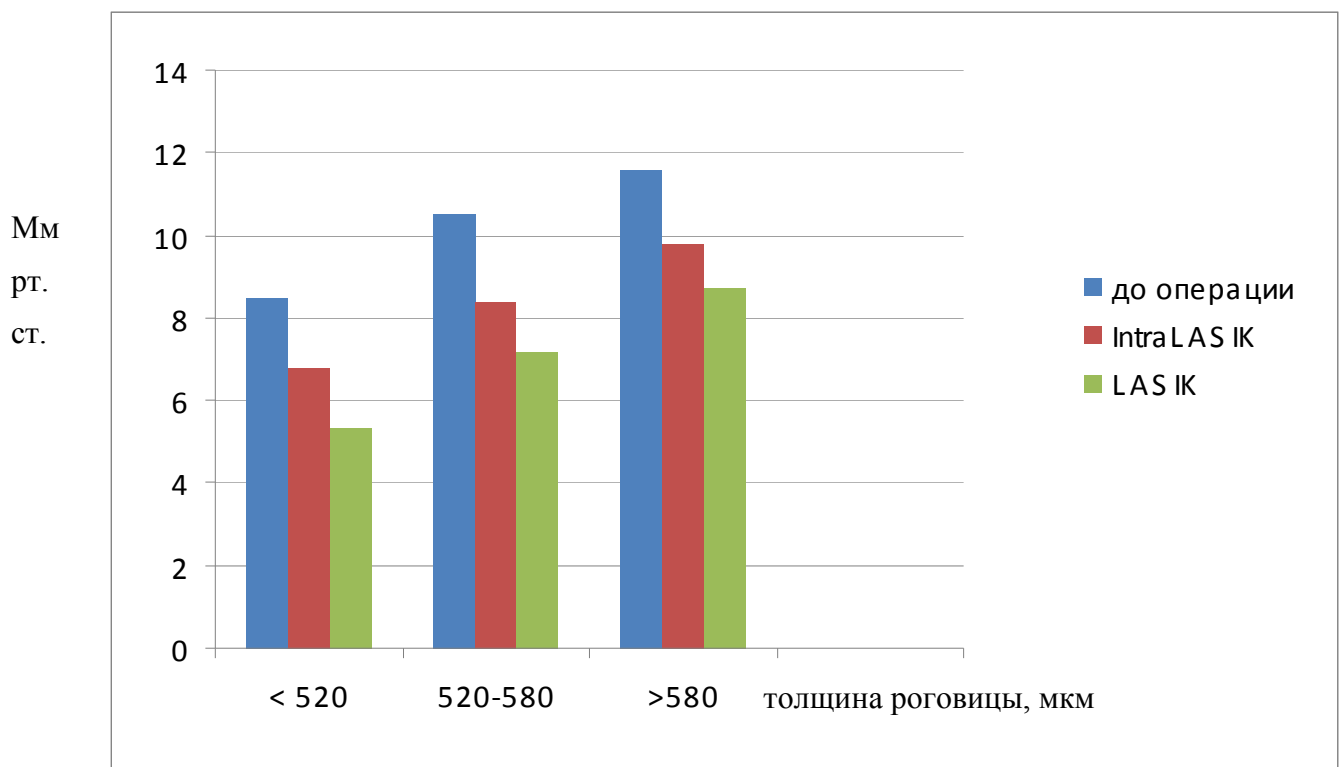


Рис. 47. Изменения ФРР после операции в зависимости от толщины роговицы

Таким образом, анализ особенностей изменения биомеханических свойств роговицы у пациентов после LASIK и IntraLASIK показал, что степень изменения биомеханических свойств роговицы зависит от объёма лазерного воздействия (чем больше объём лазерной абляции в зависимости от степени корригируемой миопии, тем больше степень снижения КГ и ФРР в обеих группах) и от исходной толщины роговицы (чем меньше исходная толщина роговицы при одинаковой степени корригируемой миопии, тем больше степень снижения КГ и ФРР в обеих группах).

Снижение значений КГ и ФРР можно считать универсальной реакцией роговицы после операций IntraLASIK и LASIK, причём в результате коррекции миопии различной степени методом IntraLASIK снижение показателей, характеризующих биомеханические свойства роговицы, происходит в меньшей степени, чем после LASIK.

Заключение

До настоящего времени поиск эффективных методов коррекции миопии остается одной из актуальных задач современной офтальмологии. Новый этап в решении данной проблемы открыли работы по применению эксимерлазерного излучения с длиной волны 193 nm в хирургии роговицы (Федоров С.Н., 1989; Семенов А.Д., 1990; Keates R. et al., 1981; Trokel S. et al., 1983; Puliafito C. et al., 1985). Оно обладало рядом преимуществ за счет микронной точности воздействия и отсутствия термического эффекта на близлежащие ткани (Shrinivasan R., 1982; Garrison B., 1984; Dyer P., 1985).

Диапазон клинического применения эксимерных лазеров в основном обусловлен видом применяемых рефракционных вмешательств. Так, например, общепринятыми предельными уровнями миопии, которые могут быть исправлены методом LASIK на всех типах эксимерлазерных установок, по-прежнему, считается величина до 10-12 дптр.

Анализ литературных данных продемонстрировал широкое применение во всем мире для коррекции миопии технологии LASIK, имеющей достаточно легкий и короткий реабилитационный период, что является привлекательным для рефракционных хирургов. Однако, данный метод при всей кажущейся легкости в техническом исполнении, используя механический кератом, в большей мере, чем IntraLASIK ослабляет биомеханические свойства роговицы, неся большой риск возможных осложнений. На сегодняшний день при наличии в арсенале рефракционного хирурга разнообразных моделей усовершенствованных кератомов характер данных осложнений может быть связан, прежде всего, не с интраоперационными осложнениями, а с отсутствием прочного рубцевания по краю роговичного лоскута (смещение на фоне травмы, эпителиальные врастания) и с его неравномерностью по толщине (индуцирование послеоперационного астигматизма, истончение роговицы, послеоперационные потери качества зрения). В течение последнего десятилетия происходит активное внедрение в рефракционную хирургию в

качестве микрокератомов фемтосекундных лазеров, которые в настоящее время уже составляют серьезную конкуренцию механическим микрокератомам в развитых странах Запада. Появление новой технологии формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера, способного фокусироваться в толще роговицы на заданной глубине, создавать гладкий срез и однородный по толщине лоскут, является очередным шагом к усовершенствованию лазерного кератомилёза.

С учетом вышеизложенного была определена **цель** настоящего исследования – усовершенствование и обоснование преимуществ технологии IntraLASIK в коррекции миопии различной степени.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Усовершенствовать технологию лазерного *in situ* кератомилёза с использованием фемтосекундного лазера (IntraLASIK) и провести в клинике коррекцию миопии различной степени с использованием данной технологии.
2. Проанализировать особенности формирования роговичного лоскута механическим микрокератомом и при помощи фемтосекундного лазера с использованием метода оптической когерентной томографии.
3. Провести сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопии по стандартной технологии лазерного *in situ* кератомилёза с использованием механического микрокератома и технологии IntraLASIK.
4. Проанализировать особенности изменения биомеханических свойств роговицы, пространственной контрастной чувствительности и данных абберрометрии при выполнении лазерного *in situ* кератомилёза с использованием механического микрокератома и фемтосекундного лазера.
5. Изучить структуру интра- и послеоперационных осложнений технологии лазерного *in situ* кератомилёза с формированием роговичного лоскута при помощи механического микрокератома и при помощи фемтосекундного лазера и определить уточненные показания к операции IntraLASIK.

В ходе исследования использовались две лазерные офтальмологические установки: эксимерлазерная установка «Микроскан ЦФП» с частотой следования импульсов 100 Гц, фемтосекундный лазер «IntraLase FS» с частотой следования импульсов 60 кГц.

Материал исследования базируется на результатах клинических исследований, включающих анализ результатов оперативного лечения 204 пациентов (400 глаз) с различными степенями миопии и различными исходными параметрами роговицы. Из них на 198 глазах была выполнена операция LASIK, на 202 – IntraLASIK. Возраст пациентов варьировал от 18 до 55 лет, составив в среднем 33 года (от 18 до 55 лет). Все пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от вида выполненного вмешательства. Первая основная группа – пациенты, перенесшие операцию IntraLASIK, вторая контрольная – пациенты после LASIK. Основную группу составили 103 человека (202 глаза), из них 60 женщин и 43 мужчины в возрасте от 20 до 55 лет (средний возраст - 32 года). Контрольную группу составил 101 человек (198 глаз), из них 55 женщин и 46 мужчин в возрасте от 18 до 55 лет (средний возраст – 35 лет).

Все пациенты в группах IntraLASIK и LASIK были разделены на 4 подгруппы по степени миопии, во всех подгруппах цилиндрический компонент не превышал 2,0 дптр:

1 подгруппа (32 глаза) – пациенты с миопией слабой степени
(от -0,5 до -3,0 дптр);

2 подгруппа (65 глаз) – пациенты с миопией средней степени
(от -3,25 до -6,0 дптр);

3 подгруппа (73 глаза) – пациенты с миопией высокой степени
(от - 6,25 до -10,0 дптр);

4 подгруппа (29 глаз) – пациенты с миопией высокой степени
(от -10,25 до -14,0 дптр)

В 4 подгруппе, учитывая степень миопии, пациентам планировали остаточную миопию в пределах 1,0-1,5 дптр.

По данным дооперационного обследования во всех обследованных глазах отмечалась миопическая рефракция различной степени. Так, сферозэквивалент, варьируя от -0,5 дптр до -14,0 дптр, в среднем составлял $-8,21 \pm 2,65$ дптр, цилиндрический компонент рефракции колебался от -0,75 до -2,0 дптр и, в среднем, составлял $-1,07 \pm 0,65$ дптр.

Острота зрения без коррекции варьировала от 0,05 до 0,1, острота зрения с максимальной очковой коррекцией колебалась от 0,4 до 1,0.

Среднее значение толщины роговицы в центре до операции в исследуемых группах составило $546,3 \pm 16,1$ мкм.

До операции в группе со слабой и средней степенью миопии средние значения RMS АВП составили $0,305 \pm 0,184$ мкм, RMS СА - $0,062 \pm 0,084$ мкм, RMS coma – $0,118 \pm 0,078$ мкм, в подгруппе пациентов с высокой степенью миопии – $0,285 \pm 0,115$ мкм, $0,128 \pm 0,136$ мкм и $0,085 \pm 0,92$ мкм соответственно.

Среднее значение КГ в исследуемых группах до операции составило $9,8 \pm 1,18$ мм рт.ст., среднее значение ФРР до операции соответствовало $10,3 \pm 1,2$ мм рт.ст.

Внутриглазное давление, в среднем, равнялось $19,2 \pm 1,67$ мм рт.ст.

Длина глаза, в среднем, составляла $27,05 \pm 0,45$ мм.

При конфокальной микроскопии у всех пациентов в обеих группах до операции получены изображения интактной роговицы без признаков клеточной активации.

При исследовании показателей количественной и качественной оценки слезопродукции в обеих группах были получены следующие данные: тест Ширмера в среднем - $20,5 \pm 1,5$ мм за 5 мин., ВРСП в среднем – $19,1 \pm 0,7$ сек.

Операция проводилась под местной анестезией после 3-х кратного закапывания 0,4% р-ра инокаина с интервалом 3-5 минут. Формирование роговичного лоскута проводилось при помощи механического микрокератома (LASIK) или фемтосекундного лазера (IntraLASIK). Абляция на эксимерном лазере выполнялась с использованием пакета прикладных программ в зависимости от диаметра сформированного лоскута. Толщина лоскута планировалась 110-130 мкм, однако при высокой миопии и тонкой роговице использовали более тонкий лоскут толщиной 90-100 мкм. Оптическая и переходная зоны абляции выбирались с учетом максимального использования эффективного стромального ложа для создания плавной переходной зоны и максимально возможной оптической зоны.

В ходе операции и в послеоперационном периоде были выявлены следующие осложнения. Во время операции LASIK были получены осложнения (3,5 %), связанные непосредственно с формированием лоскута и его репозицией: в 1 случае (0,5%) произошел неполный срез из-за потери вакуума во время формирования роговичного лоскута, в 1 случае (0,5%) - полный срез роговичного лоскута у пациента с плоской (39,5/ 40,0 дптр) роговицей, в 2 случаях (1%) из-за частичной потери вакуума был сформирован неравномерный тонкий роговичный лоскут, в 1 (0,5%) - при формировании лоскута имели место эпителиальные дефекты. В раннем послеоперационном периоде после LASIK были получены в 3 (1,5%) случаях смещение роговичного лоскута, в 2 (1%) - складки лоскута, у 1-го пациента (0,5%) на 2-е сутки после операции после переохлаждения был выявлен инфекционный стромальный кератит с формированием инфильтрата роговицы в парацентральной зоне на правом глазу, в 1 случае (0,5%) на 2-е сутки после операции был выявлен неспецифический диффузный ламеллярный кератит (ДЛК), в 1 (0,5%) - на 3 сутки проявился пневмококковый конъюнктивит, в 2 случаях (1%) на 2-3-и сутки был выявлен адено-вирусный конъюнктивит. В позднем послеоперационном периоде в 2 случаях у пациентов имело место врастание эпителия под лоскут роговицы,

иррегулярный астигматизм был выявлен в 2 случаях (1%), гиперкоррекция - на 4 глазах (2%), гипокоррекция - на 2 глазах (1%).

В ходе операции IntraLASIK были получены следующие немногочисленные осложнения: в 1 случае были получены пузырьки газа в передней камере (0,5%), в 2 случаях была потеря вакуума во время процесса аппланации (1%), в 1 случае была потеря вакуума во время формирования роговичного лоскута (0,5%). В раннем послеоперационном периоде в 2 случаях (1%) на 2-е сутки проявился пневмококковый конъюнктивит, в 4 (2%) - на 3-4-е сутки был выявлен адено-вирусный конъюнктивит. В позднем послеоперационном периоде определена гиперкоррекция на 2 глазах (1%), недокоррекция - на 2 глазах (1%).

Таким образом, фемтосекундный лазер значительно снизил риск получения осложнений как во время операции, так и в раннем послеоперационном периоде, что, в основном, связано с предсказуемостью и безопасностью формирования роговичного лоскута лазерным микрокератомом.

В клиническом течении раннего и позднего послеоперационного периода в обеих группах существенной разницы не выявлено. С первых дней после операции всем пациентам назначалось лечение, включавшее антибиотики, нестероидные противовоспалительные препараты, кератопротекторы.

В результате проведения операции в обеих группах острота зрения без коррекции после операции лишь незначительно уступала остроте зрения с коррекцией до операции, преимущественно у пациентов с высокой степенью миопии.

Доля глаз со снижением скорректированной остроты зрения после LASIK во всех подгруппах была незначительной, в основном, это касалось пациентов с миопией высокой степени.

Снижения корригированной остроты зрения к 1 году после LASIK более 1 строки по таблице Головина-Сивцева в подгруппах не было. Снижение на 0,1 было отмечено в четвертой подгруппе соответственно в 1 (3,3%) случае. В первой, второй и третьей подгруппах все пациенты имели корригированную остроту зрения более 0,5 к 1 году после операции. В 4-й подгруппе в 5 случаях острота зрения с коррекцией после операции была 0,4, что соответствовало уровню дооперационной корригированной остроты зрения у данных пациентов и была связана с исходной высокой степенью миопии, осложненной ЦХРД.

Увеличение корригированной остроты зрения на 0,1 было отмечено в третьей и четвертой подгруппах соответственно в 1 (1,2%) и 2 (6%) случаях. Увеличение на 0,2 было отмечено только в четвертой подгруппе в одном случае (3,3%).

К 1 году после IntraLASIK снижение корригированной остроты зрения более 1 строки по таблице Головина-Сивцева подгруппах не было. Увеличение корригированной остроты зрения на 0,1 было отмечено в третьей и четвертой подгруппах соответственно в 2 (2,8%), 3 (10,1%) случаях. Увеличение на 0,2 было отмечено только в четвертой подгруппе в 2 (6,4%) случаях.

К сроку 12 мес. после IntraLASIK в 1 и 2 подгруппах рефракционные показатели были на уровне $-0,1 \pm 0,04$ дптр, в 3 подгруппе - $-0,95 \pm 0,06$, в 4 подгруппе не превышала возможную планируемую остаточную миопию – 1,5 дптр ($-1,51 \pm 0,27$ дптр).

К сроку 12 мес. после LASIK в 1 и 2 подгруппах рефракционные показатели были на уровне $-0,11 \pm 0,02$ дптр, в 3 подгруппе - $-1,09 \pm 0,25$ и только в 4 подгруппе несколько превышала возможную планируемую остаточную миопию – 1,5 дптр ($-2,62 \pm 0,41$ дптр), что в значительной степени объяснялось высокой исходной степенью миопии, однако величина остаточной миопии оказалась больше в связи с тем, что степень миопии

сочеталась с исходной толщиной роговицы < 520 мкм и погрешностями при формировании роговичного лоскута механическим кератомом.

Рефракция стабилизировалась к сроку 1-1,5 мес. при миопии слабой и средней степени и в дальнейшем существенно не изменялась, к 2-3 мес. – при миопии высокой степени. До 6 мес. отмечались незначительные изменения рефракции, а во втором полугодии наблюдений был небольшой, но статистически достоверный, прирост рефракции.

Данные авторефрактометрии через 5 дней после IntraLASIK в среднем $+0,61 \pm 0,03$ дптр, стабилизация показателей по данным рефрактометрии выявлена через месяц-полтора в 1 и 2 подгруппах и через 2-3 месяца в 3 и 4 подгруппах после операции, рефракционный регресс через год после коррекции составил в среднем $0,54 \pm 0,02$ дптр.

Предсказуемость во всех группах была достаточно высокой. После LASIK - к 1 году после операции предсказуемость в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 83%, в пределах $\pm 1,0$ дптр - 90%. Отклонения более 2,0 дптр от запланированной рефракции были отмечены только в 4 подгруппе в 5 случаях (16 %). После IntraLASIK предсказуемость СЭ в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 86,5% и в пределах ± 1 дптр – 93 % случаев. Отклонения более 2,0 дптр было отмечено в 4 подгруппе в 3 случаях (9%). На протяжении 1 года наблюдения имело место некоторое снижение эффекта операции в 3 и 4 подгруппе через 6 мес. после IntraLASIK и LASIK.

При сравнении данных LASIK и IntraLASIK полученные рефракционные результаты при миопии слабой и средней степени оказались одинаково высокими и статистически не отличались, особенно через 1 год после операции, при миопии высокой степени выявлено преимущество IntraLASIK, особенно у пациентов с «тонкой» роговицей.

В раннем и позднем послеоперационном периоде после IntraLASIK и LASIK было определено увеличение аберраций высшего порядка, в основном, это касалось сферических аберраций и аберраций вида Сoma,

причем при сравнении с показателями предоперационного периода большее увеличение наблюдалось в группе LASIK (RMS HOA- $0,512 \pm 0,276$ мкм, RMS CA - $0,122 \pm 0,132$ мкм, RMS coma - $0,243 \pm 0,196$ мкм)) по сравнению с IntraLASIK (с достоверностью $P < 0,01$), а самое значительное увеличение сферических аберраций было выявлено в подгруппе миопии высокой степени после LASIK (RMS HOA – $0,945 \pm 0,360$ мкм, RMS CA - $0,437 \pm 0,507$ мкм, RMS coma - $0,485 \pm 0,501$ мкм).

Анализ структуры роговичного лоскута, получаемого при помощи механического микрокератома выявил следующие закономерности: отклонение полученных данных от прогнозируемых по диаметру, толщине в центре и неравномерности по протяженности среза в группе LASIK и соответствие прогноза результатам по тем же параметрам в группе IntraLASIK. Анализ профиля лоскута после применения кератома Moria M2 (при заданной толщине 90 и 110 мкм и диаметре 9,0-9,5 мм) показал среднее отклонение по толщине 23 мкм и 19-20 мкм соответственно, диаметр полученного роговичного лоскута, в среднем, $8,8 \pm 0,15$ мм (реальный - $8,5 \pm 0,2$ мм), эффективная площадь сформированного ложа составила $55,3$ мм² (планируемая – $63,6$ - $70,8$ мм²).

При использовании фемтосекундного лазера были получены следующие данные. Параметры лоскута составили – диаметр в среднем $9,25 \pm 0,1$ (реальный $9,05 \pm 0,15$ мм), ширина ножки $2,8 \pm 0,2$ мм, эффективная область стромального ложа составила $66,4 \pm 3,1$ мм², толщина крышки, полученной с помощью фемтосекундного лазера отличалась от запланированной в пределах ± 8 мкм.

Параметры размеров роговичного лоскута после LASIK в среднем составили: диаметр – $8,8 \pm 0,15$ мм (реально используемый диаметр, ограниченный углом ножки лоскута $8,5 \pm 0,2$ мм), эффективная область стромального ложа $55,3 \pm 4,1$ мм² и ширина ножки $4,0 \pm 0,3$ мм.

В группе пациентов после операции LASIK отмечалось небольшое повышение контрастной чувствительности на всех частотах в фотопических условиях. В мезопических условиях ПКЧ уменьшалась в сравнении с дооперационной. А в условиях ослепления контрастная чувствительность в фото- и мезопических условиях резко снижалась и оказывалась значительно ниже, чем до операции. Часть пациентов вовсе не различали мишеней в мезопических условиях на фоне засвета.

В группе пациентов после операции IntraLASIK наблюдалось повышение ПКЧ на всех частотах в фотопических условиях. В мезопических условиях ПКЧ почти всегда соответствовала предоперационной. На фоне засвета в фото- и мезопических условиях пациенты после IntraLASIK также показали отсутствие изменения контрастной чувствительности на всех частотах.

Динамическое исследование показателей количественной и качественной оценки слезопродукции после IntraLASIK и LASIK выявило следующие закономерности - в первый час после операции отмечалось выраженное рефлекторное слезотечение, качество формируемой слезной пленки (ВРСП) резко падало за счет резкого выброса жидкой (рефлекторной) слезы ($23,1 \pm 1,4$ мм и $9,2 \pm 1,1$ сек. после IntraLASIK, $26,7 \pm 1,1$ мм и $7,8 \pm 0,6$ сек. соответственно после LASIK), ранний послеоперационный период (до 3-х суток) сопровождался увеличением рефлекторной слезопродукции (тест Ширмера-1- $22,7 \pm 1,7$ мм после IntraLASIK и $22,4 \pm 1,2$ мм после LASIK), показатели ВРСП оставались сниженными ($9,0 \pm 0,8$ сек после IntraLASIK, $8,1 \pm 0,6$ сек после LASIK), начиная с 7-х суток увеличение рефлекторной слезопродукции сменялось снижением выработки слезы ($16,9 \pm 0,9$ мм после IntraLASIK и $16,2 \pm 0,5$ мм после LASIK), которое продолжалось в течение 2-3 мес. после IntraLASIK и 7-8 мес. после LASIK, показатели качества формируемой слезной пленки (ВРСП) оставались сниженными ($11,7 \pm 0,9$ сек и $12,3 \pm 1,5$ сек соответственно), к 3-му мес. после IntraLASIK и к 8-му мес. после LASIK происходила нормализация количественных (ТШ-1- $20,1 \pm 0,9$

мм и $19,8 \pm 0,9$ мм соответственно) и к 6-му мес. после IntraLASIK и к 8-12 мес. после LASIK - качественных показателей слезопродукции (ВРСР- $18,8 \pm 1,2$ сек после IntraLASIK и $18,9 \pm 0,8$ сек после LASIK), что связано с более быстрым восстановлением полноценной реиннервации центральной оптической зоны после IntraLASIK.

При исследовании группы пациентов, перенесших LASIK, в раннем послеоперационном периоде отмечалось нарушение цитоархитектоники переднего эпителия роговицы с минимальным количеством или с отсутствием поверхностных эпителиоцитов. Толщина эпителиального слоя, по данным пахиметрии, в центре оптической зоны через 3 дня после коррекции увеличилась с $52 \pm 0,08$ мкм до $64,3 \pm 0,05$ мкм. Через 1 и 6 мес. после операции толщина эпителия составляла $60,9 \pm 0,09$ мкм и $62,1 \pm 0,11$ мкм соответственно. Через год после операции толщина эпителиального слоя вновь увеличилась и составила $68,9 \pm 0,07$ мкм. В толще лоскута наблюдался отёк экстрацеллюлярного матрикса, отмечалась миграция клеток воспаления и большое количество “активных клеток” и в строме лоскута и в передней ретроабляционной зоне. В большинстве случаев (97 %) конфокальная микроскопия выявила наличие складок в толще роговичного лоскута различной степени выраженности. Многообразные частицы разного размера и с различной отражающей способностью наблюдались в интерфейсах всех глаз. Границы интерфейса исчезли через 1 год. При этом полностью исчезли участки бесклеточной структуры. Волокна суббазального нервного сплетения были выявлены в единичных случаях на 3-й день после операции, через 1 мес. - полностью отсутствовали, через 6 мес. новообразованные суббазальные нервные волокна определялись у 40 % пациентов, а через 1 год после операции – присутствовали у 90% пациентов после LASIK, однако нервные волокна были тонкими, с аномальным ветвлением и в меньшем количестве, чем до операции. Исследования количества и качества клеток роговичного эндотелия не выявили

достоверных изменений данных параметров ни в раннем, ни в отдалённом послеоперационном периодах.

При исследовании группы пациентов, перенесших IntraLASIK, в раннем послеоперационном периоде также отмечалось нарушение цитоархитектоники эпителия роговицы. Толщина эпителиального пласта по данным пахиметрии, в центре оптической зоны через 3 дня после коррекции увеличилась с $61,3 \pm 0,1$ мкм до $66,3 \pm 0,09$ мкм.

Через 1 мес. после операции толщина эпителия составляла $63,1 \pm 0,1$ мкм соответственно. В толще лоскута и в зоне абляции наблюдался более выраженный отёк экстрацеллюлярного матрикса с нарушением его прозрачности, чем при формировании роговичного лоскута механическим микрокератомом. Отмечалась миграция клеток воспаления и большее количество “активных клеток” и в строме лоскута и в передней ретроабляционной зоне, чем после LASIK. Снижение их активности совпадает по времени с началом восстановления суббазального нервного сплетения (через 6 мес. после LASIK и через 4 мес. после IntraLASIK). Конфокальная микроскопия выявила наличие единичных складок в толще роговичного лоскута, их выраженность была меньше, чем в группе пациентов после LASIK. Многообразные частицы разного размера и с различной отражающей способностью (продукты клеточного распада, эритроциты) наблюдались сразу после операции в интерфейсах всех глаз. Границы интерфейса не определялись через 6 мес.

Волокна суббазального нервного сплетения на 3-й день после операции выявлялись в единичных случаях, через 4 мес. суббазальные нервные волокна определялись у 50 % пациентов, а через 8 мес. после операции – присутствовали у 95% пациентов после IntraLASIK.

Проведенные исследования изменений биомеханических свойств роговицы при помощи ORA после LASIK показали, что через 3 дня после операции КГ, в среднем, уменьшился на $3,2 \pm 0,25$ мм рт.ст., снизившись с 9,8

мм рт.ст. до 6,5 мм рт.ст., ФРР уменьшился на $3,8 \pm 0,35$ мм рт.ст., через 6 и 12 мес. после операции показатели КГ и ФРР остались на прежнем уровне.

Через 3 дня после IntraLASIK было отмечено снижение корнеального гистерезиса в среднем на $3,0 \pm 1,1$ мм рт.ст. (с $9,8 \pm 1,18$ мм рт.ст. до $6,8 \pm 1,1$ мм рт.ст.) и фактора резистентности роговицы в среднем на $3,1 \pm 1,18$ мм рт.ст. (с $10,3 \pm 1,2$ мм рт.ст. до $7,2 \pm 1,1$ мм рт.ст.).

Через 6 и 12 мес. после коррекции миопии показатели КГ и ФРР почти не изменились, оставшись на прежнем уровне. КГ в среднем уменьшился на $2,9 \pm 0,21$ мм рт.ст., снизившись с 9,8 мм рт.ст. до 6,85 мм рт.ст., ФРР уменьшился на $3,2 \pm 0,22$ мм рт.ст.

На основании полученных результатов клинических исследований нами были предложены уточненные показания, касающиеся выбора метода и технологии в зависимости от индивидуальных особенностей глаза пациента и с учетом возможностей фемтосекундного лазера:

- операция LASIK и IntraLASIK показана при миопии до 12 - 14 дптр;
- операция IntraLASIK предпочтительна при сочетании миопии (особенно высокой степени) с тонкой роговицей;
- операция IntraLASIK предпочтительна у пациентов, профессия которых связана с нахождением длительное время в условиях пониженного освещения, повышенной травматичности, спортсменов.

Фоторефракционная хирургия по технологии IntraLASIK, выполняемая с помощью излучения сканирующего эксимерного и фемтосекундного лазера, имеет микронную точность, позволяет корригировать недоступные ранее степени миопии, получать полное соответствие зоны фотоабляции заданной зоне рефракционного перепрофилирования, контролировать положение и параметры формируемого роговичного клапана, выполнять вмешательство с незначительным количеством осложнений и сократить число повторных вмешательств до минимума.

Выводы

1. Усовершенствованная технология лазерного *in situ* кератомилеза, проводимая на эксимерлазерной установке «Микроскан – ЦФП» с использованием фемтосекундного лазера «IntraLase FS» позволяет проводить коррекцию миопии различной степени с высокими клиническими – функциональными результатами и является операцией выбора при миопии высокой степени и «тонкой» роговице.

2. Сравнительный анализ клинического течения IntraLASIK и LASIK показал, что в клинике раннего послеоперационного периода существенной разницы не определялось, однако по данным конфокальной микроскопии после LASIK отмечался более выраженный отек и складчатость роговичного лоскута в первый месяц после операции, к 2-3 мес. после операции LASIK роговица была прозрачной; после IntraLASIK биомикроскопически определялся более выраженный рубец по краю лоскута к 3-6 мес. после операции, к 8-12 мес. существенной разницы при биомикроскопии не определялось. По данным конфокальной микроскопии через 6 мес. после LASIK и через 4-5 мес. после IntraLASIK начиналось восстановление суббазального нервного сплетения, через 8 мес. после операции – суббазальные нервные волокна присутствовали у 95% пациентов после IntraLASIK, через 12 месяцев – у 90% пациентов после LASIK, что клинически проявлялось в уменьшении жалоб на «сухой глаз» раньше после IntraLASIK, чем после LASIK.

3. В структуре осложнений лазерного *in situ* кератомилеза по стандартной технологии преобладают осложнения, связанные с формированием роговичного лоскута во время операции и их последствиями в раннем и позднем послеоперационном периодах, при формировании роговичного лоскута фемтосекундным лазером осложнения практически не встречаются.

4. На основании анализа результатов 400 операций доказана высокая эффективность технологий LASIK и IntraLASIK для получения высоких рефракционных результатов у пациентов с миопией различной степени.

Предсказуемость СЭ к 1 году после LASIK в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 83%, после IntraLASIK - 86,5% и в пределах $\pm 1,0$ дптр после LASIK - 90%, после IntraLASIK – 93% случаев.

При сравнении данных LASIK и IntraLASIK полученные рефракционные результаты при миопии слабой и средней степени оказались одинаково высокими и статистически не отличались, особенно через 1 год после операции, при миопии высокой степени выявлено преимущество IntraLASIK, особенно у пациентов с «тонкой» роговицей.

5. Анализ особенностей формирования роговичного лоскута механическим кератомом и фемтосекундным лазером по данным ОКТ показал, что фемтосекундный лазер IntraLase FS формирует роговичный лоскут со средним отклонением от запланированного 8-9 мкм по толщине и 0,1 мм по диаметру, т.е. имеет равномерную толщину на всём протяжении и чётко соответствует прогнозируемому диаметру независимо от исходной толщины роговицы. Роговичный лоскут, выкраиваемый механическим кератомом «LSK Evolution M2» со стандартной головкой 110 мкм, имеет среднее отклонение по толщине 23 мкм, с одноразовой головкой 90 мкм – 19-20 мкм, максимально утолщен в начале среза, истончается к окончанию и максимально тонок в его центре.

При формировании роговичного лоскута с помощью фемтосекундного лазера создаётся значительно большее по объёму эффективное стромальное ложе, что позволяет выполнить оптимальную по объёму и параметрам программу эксимерной абляции: прогнозируемость глубины абляции и увеличение её диаметра даёт возможность оперировать высокие степени миопии без потери качества зрения.

6. Исследование динамики аберраций в послеоперационном периоде у пациентов обеих групп выявило увеличение аберраций высшего порядка, в основном, сферических аберраций и аберраций вида Сoma, причем при сравнении с показателями предоперационного периода большее увеличение наблюдалось в группе LASIK по сравнению с IntraLASIK (с достоверностью $P < 0,01$), а самое значительное увеличение сферических аберраций было выявлено в подгруппе миопии высокой степени после LASIK.

7. Анализ изменений пространственной контрастной чувствительности в послеоперационном периоде выявил достоверное ($p < 0,05$) повышение показателей ПКЧ на всех частотах в *фотопических* условиях в обеих группах пациентов. В *мезопических* условиях после IntraLASIK ПКЧ почти всегда соответствовала предоперационной, а после LASIK - ПКЧ уменьшалась в сравнении с дооперационной. На фоне *засвета* в *фото-* и *мезопических* условиях пациенты после IntraLASIK также показали отсутствие изменения контрастной чувствительности на всех частотах по сравнению с дооперационными показателями. После LASIK в условиях ослепления контрастная чувствительность в фото – и, особенно, мезопических условиях резко снижалась и оказывалась значительно ниже, чем до операции.

8. Анализ особенностей изменения биомеханических свойств роговицы у пациентов после LASIK и IntraLASIK показал, что степень изменения биомеханических свойств роговицы зависит от объёма лазерного воздействия (чем больше объём лазерной абляции в зависимости от степени корригируемой миопии, тем больше степень снижения КГ и ФРР в обеих группах) и от исходной толщины роговицы (чем меньше исходная толщина роговицы при одинаковой степени корригируемой миопии, тем больше степень снижения КГ и ФРР в обеих группах).

Снижение значений КГ и ФРР можно считать универсальной реакцией роговицы после операций IntraLASIK и LASIK, причём IntraLASIK приводит к меньшей степени снижения биомеханических свойств, чем LASIK (в группе IntraLASIK - 24,3 %, в группе LASIK в среднем - 34,6 %).

Практические рекомендации

При выборе метода интрастромального лазерного воздействия на роговицу (LASIK, IntraLASIK) необходимо учитывать исходные параметры роговицы и индивидуальные особенности организма в целом:

- операции LASIK и IntraLASIK показаны при миопии до 12-14 дптр;
- операция IntraLASIK предпочтительна при сочетании миопии (особенно высокой степени) с тонкой роговицей;
- операция IntraLASIK предпочтительна у пациентов, профессия которых связана с нахождением длительное время в условиях пониженного освещения, повышенной травматичностью, спортсменов.

При формировании роговичного лоскута предпочтение отдается тонкому (90-110мкм) лоскуту. Для предупреждения эктазии остаточная толщина роговицы после лазерной абляции должна составлять не менее 300 мкм.

При выборе диаметра оптической и общей зоны лазерного воздействия рекомендуется максимально использовать сформировавшееся эффективное стромальное ложе для создания плавной переходной зоны и максимально возможной оптической зоны с целью получения высокого рефракционного результата с высокими показателями качества зрения.

Список литературы

1. Аветисов Э.С. Близорукость. – М.; Медицина, 1986.- С.16-25.
2. Аветисов Э.С. Влияние зрительной деятельности на формирование рефракции глаз / Аветисов Э.С., Смолянинов И.Л. // Материалы II Всероссийского съезда офтальмологов.- М.,- 1968.- С.374-380.
3. Аветисов С.Э. Основные направления в оказании помощи при рефракционных нарушениях и слабовидении / Аветисов С.Э., Розенблюм Ю.З. // Российск. межрегиональн. симпозиум «Ликвидация устранимой слепоты: всемирная инициатива ВОЗ»: Материалы.- Уфа,2003.- С. 48-52.
4. Аветисов С.Э. Современные подходы к коррекции рефракционных нарушений // Вестн. Офтальмологии.- 2006.- №1.- С.3-8.
5. Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р. Кераторефракционная хирургия.- М., Медицина, 1993.- 120с.
6. Аветисов С.Э. Современные возможности прижизненной оценки биомеханических свойств роговицы / Аветисов С.Э., Бубнова И.А. // Современные методы диагностики и лечения заболеваний роговицы: Матер. научно-практ. конф.- М.,- 2007.- С.236-239.
7. Аветисов С.Э. Современные подходы к оценке анатомо-функционального состояния роговицы / Аветисов С.Э., Бородина Н.В., Кобзова М.В., Мусаева Г.М. // Вестник офтальмологии -2010.- № 4.-С. 59-63.
8. Аветисов С.Э. Критерии оценки результатов кераторефракционных операций / Аветисов С.Э., Першин К.Б. // Офтальмохирургия и терапия.- 2002.- Т.1.- С.12-16.
9. Аветисов С.Э. Кератоконус: принципы диагностики, лазерного и хирургического лечения / Аветисов С.Э., Каспарова Е.А., Каспаров А.А. // Фёдоровские чтения – 2004: Сб. тез. докл. науч.- практ конф. « Новые технологии в лечении заболеваний роговицы».- М.,- 2004.- С.21-35.

10. Аветисов С.Э. Конфокальная микроскопия роговицы / Аветисов С.Э., Егорова Г.Б., Фёдоров А.А., Бобровских Н.В. // Вестник офтальмологии. – 2008.- № 3.- С.3-10.
11. Агафонова В.В. Коррекция аметропий интраокулярными факичными линзами: Автореф. дис.... д-ра мед. наук.- М., 2006.- 47с.
12. Аграновский А.А. Прогнозирование эффекта радиальной кератотомии при близорукости высокой степени, показания к операции и отдаленные результаты // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук.- М.,1989.- 21С.
13. Азнабаев Б.М. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия. Принцип работы и морфологические критерии диагностики состояния роговицы после ЛАСИК / Азнабаев Б.М., Алимбекова З.Ф., Габассов А.Р. и др. // Рефракционная хирургия и офтальмология.- 2006. Т.6.- №2.- С. 10-14.
14. Азнабаев Б.М. Лазерная сканирующая конфокальная микроскопия. Принцип работы и морфологические критерии диагностики состояния роговицы после ЛАСИК / Азнабаев Б.М., Алимбекова З.Ф., Габбасов А.Р. и др. // Рефракционная хирургия и офтальмология.- 2006.- №2.- С.10- 14.
15. Алио Х.Л. и др. Качество роговичного лоскута после ЛАСИК. Исследования с помощью конфокального микроскопа / Алио Х.Л., Хавалой Х., Негри Э.П. и др. // Офтальмология.-2004.- №3.-С.12-18.
16. Балашевич Л.И. Новое и старое в дискуссии о передней радиальной кератотомии как массовой рефракционной операции / Балашевич Л.И., Никулин С.А., Балашова Т.В. и др. // Избранные вопросы клинической офтальмологии: Сб. науч. тр.- Спб., 1997.- С. 179-184.
17. Балашевич Л.И. Рефракционная хирургия.- СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2002.- 285с.
18. Балашевич Л.И. Аберрометрические исследования при эметропии и миопии / Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Никулин С.А. и др. // Лазерная

рефракционная и интраокулярная хирургия: Сб. матер.- СПб., - 2002.- С.17-18.

19. Балашевич Л.И. «Клапанная помпа» - механизм развития синдрома диффузного ламеллярного кератита / Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Никулин С.А. и др. // Лазерная рефракционная и интраокулярная хирургия: Сб. матер.- СПб., - 2002.- С.18-19.
20. Балашевич Л.И. Результаты применения эксимерных лазеров с различными формирующими системами для коррекции миопии / Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Никулин С.А. и др. // Офтальмохирургия. – 2004.-№ 4.- С. 4-8.
21. Балашевич Л.И. Отдаленные результаты передней радиальной кератотомии / Балашевич Л.И., Никулин С.А., Нгакуту М.С. // Офтальмохирургия.- 2005.-№ 4.- С. 9-12.
22. Балашевич Л.И. Оптическая когерентная томография роговицы в планировании и оценке результатов операции ЛАЗИК / Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Ефимов О.А., Никулин С.А. // Офтальмохирургия. – 2009.-№ 1.- С. 4-8.
23. Бауэр С.М. Об изменении показателей ВГД после рефракционной хирургии / Бауэр С.М., Зимин Б.А. // Современные методы диагностики и лечения заболеваний роговицы: Матер. научно- практ. конф.- М.,- 2007.- С.264-265.
24. Бодрова С.Г. Морфофункциональные изменения роговицы после длительного ношения мягких контактных линз и их влияние на результаты кераторефракционных операций: Дис.... канд. мед. наук.- Саранск, 2009.- 147 с.
25. Борн М. Основы оптики / Борн м., Вольф Э. // Наука.- М.- 1070.- 230с.
Василевский Ю.Н. Состояние гидродинамики глаз у пациентов с миопией различной степени до и после эксимерлазерной коррекции зрения // Рефракц. хирургия и офтальмология.- 2007.-Т.7,№1.- С.17-19.

26. Валеева Р.Г. Особенности клинического течения травм глаз у лиц, перенесших кератотомию / Валеева Р.Г., Гришина В.С. // Вестн. офтальмол.- 1996.- № 3.- С.9-11.
27. Воротникова Е.К. Результаты лазерной субэпителиальной кератэктомии (ЛАСЕК) // Рефракционная хирургия и офтальмология.- 2006.- Т.6.-№2.- С.6-9.
28. Воротникова Е.К. Методы устранения недокоррекции, регрессии рефракционного эффекта и субэпителиального флёра роговицы после эксимерлазерной кератэктомии при миопии: Автореф. дис.... канд. мед. наук.- М., 1999.- 26с.
29. Дога А.В. Сравнение гладкости абляционной поверхности, формируемой различными сканирующими эксимерными лазерами / Дога А.В., Сугробов В.А., Семёнова Н.А., Вартапетов С.К. // Офтальмохирургия.- 2004.- №1.- С.13-16.
30. Дога А.В. Коррекция астигматизма методом LASIK / Дога А.В., Кишкин Ю.И. // Российский симпозиум по рефракционной хирургии, 2-й: Тез. докл.- М.,-2000.- С.26-27.
31. Дога А.В. Эксимерлазерная рефракционная микрохирургия роговицы на базе установки «Микроскан»: Дис.... д-ра мед. наук.- М., 2004.- 271с.
32. Дога А.В. Сканирующий лазер МикроСкан-2000 / Дога А.В., Кишкин Ю.И., Семенов А.Д., Качалина Г.Ф // Новые лазерные технологии в офтальмологии: Сб. науч.ст.- Калуга, 2002. - С 36-37.
33. Дога А.В. Основные особенности эксимерлазерной системы "Микроскан-2000" и результаты его клинического применения / Дога А.В., Семенов А.Д., Качалина Г.Ф. и др. // Лазерная рефракционная и интраокулярная хирургия: Материалы всерос. науч.-практ. конф.- СПб., 2002. – С. 26-27.
34. Дога А.В. Сравнительный анализ гистоморфологии роговиц in vivo после формирования поверхностного клапана с помощью механического микрокератома и фемтосекундного лазера / Дога А.В., Кишкин Ю.И., Майчук Н.В. и др. // Современные технологии катарактальной и

рефракционной хирургии -2009: Сб. науч. статей ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза».-М., -2009.-С.255-260.

35. Джафарли Т.Б. Особенности, лечение и профилактика синдрома «сухого глаза» после ЛАЗИК / Джафарли Т.Б., Егоров Е.А. // Российский симпозиум по рефракционной и пластической хирургии, IV-й: Тез. докл.- М.,- 2002.- С.50-64.
36. Ивашина А.И. Методика выбора оптимальных параметров передней кератотомии с применением ЭВМ: Метод. рекомендации / Ивашина А.И., Гудечков В.Б., Бессарабов А.Н. // МНТК «Микрохирургия глаза».- М., 1986.- 19 С.
37. Ивашина А.И. Отдаленные функциональные результаты ПРДК при миопии слабой и средней степени / Ивашина А.И., Антонова Е.Г., Мушкова И.А. и др. // Хирургические методы лечения дальнозоркости и близорукости: Сб. науч. тр.- М., 1988.- С. 67-72.
38. Ивашина А.И. Хирургическая коррекция близорукости методом передней радиальной кератотомии // Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук.- М., 1989.- 47 С.
39. Егоров В.В. Структура качества зрения и причины ее снижения после эксимер-лазерных рефракционных операций / Егоров В.В., Дутчин И.В., Смолякова Г.П. и др. // Междун. науч.-практ. конф., VI. Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сб. науч. статей.- М., 2005.- С. 360-364.
40. Егоров В.В. Клинико- патогенетическая эффективность иммуномодуляции у пациентов с риском регенераторных нарушений после коррекции миопии методами ФРК и ЛАСИК / Егоров В.В., Дутчин И.В. // Рефракц. хирургия и офтальмология.- 2007.- Т.7, №3.- С.18-24.
41. Егоров Е.А. Значение исследования биомеханических свойств роговой оболочки в оценке офтальмотонуса / Егоров Е.А., Васина М.В. // Клиническая офтальмология.- 2008.- № 1.- С. 1-3.

42. Еричев В.П. Анализатор биомеханических свойств глаза в оценке вязко – эластических свойств роговицы в здоровых глазах / Еричев В.П., Ерёмина М.В., Якубова Л.В. и др. // Глаукома.-2007.-№ 1.- С. 11- 15.
43. Золотарев А.В. Профилактика помутнений роговицы после эксимерной ФРК / Золотарев А.В.Спиридонов Е.К., Ключев З.П. // Клиническая офтальмология.- 2002.- Т.3.- №4.- С.147-150.
44. Качалина Г.Ф. Хирургическая технология трансэпителиальной фоторефрактивной кератэктомии при миопии на эксимерлазерной установке «Профиль-500»: дисс. ...канд. мед. наук.- М., 2000.- 165 с.
45. Качалина Г.Ф. Аберрационный баланс после фоторефрактивных операций / Качалина Г.Ф., Дога А.В. // Современные технологии в диагностике и лечении офтальмопатологии: тез. докл.- М., 2006.- С. 9-11.
46. Киваев А.А. Современные проблемы коррекции зрения при миопии / Киваев А.А., Шапиро Е.И. // Вестн. оптометрии.- 2002.- №4.- С. 43-48.
47. Кишкин Ю.И. Оптимизированная эксимерлазерная коррекция аметропий на установке «Микроскан – ЦФП» (Россия) / Кишкин Ю.И., Качалина Г.Ф., Майчук Н.В. // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии -2009: Сб.науч. статей ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза».-М., -2009.-С.280-283.
48. Колотов М.Г. К вопросу об ответе роговицы при коррекции миопии методом ЛАЗИК // Офтальмохирургия. – 2009.-№ 3.- С.9-11.
49. Корниловский И.М. Эксимерлазерная микрохирургия при патологии роговицы: Автореф. дис...д-ра мед. наук.- М., 1995.- С.43-46.
50. Корниловский И.М. Эксимерные лазеры в хирургии роговицы (научный обзор) // МРЖ. 1987.- разд.8.- № 11.-С.29-31.
51. Корниловский И.М. Особенности взаимодействия высокоэнергетического лазерного излучения с роговой оболочкой // Разработка и применение лазеров в медицине: Материалы науч.-техн. конф.- Ростов- Великий.- М., 1991.- С.87-90.

52. Корниловский И.М. Медико-биологические аспекты рефракционного кератомоделирования лазерным излучением // Офтальмол. журн.- 1991.- №4.- С. 208-210.
53. Корниловский И.М. Эффект наводящей флюоресценции при кератоабляции УФ излучением эксимерных лазеров // Разработка и применение лазеров в медицине: Материалы науч.-техн. конф.- Ростов-Великий.- М., 1991.- С.53.
54. Корниловский И.М. Изменения температуры роговицы при ФРК и локальной гипотермии / Корниловский И.М., Дорри А.М., Павленко В.В. // Мировой опыт и перспективы эксимерлазерной хирургии: Материалы международн. конф. 4-й: «Клинические результаты применения Корниловский И.М., 1991 эксимерного лазера ЕС-5000 (NIDEK)».- М., 1999.- С.8.
55. Корнюшина Т.А. Аберрации оптической системы глаза и их клиническое значение / Корнюшина Т.А., Роземблюм Ю.З. // Вестн. оптометрии.- 2002.- №3.- С.13-20.
56. Коршунова Н.К. 30- летний опыт радиальной кератотомии / Коршунова Н.К., Мушкова И.А., Михальченко Н.Н. и др. // VII съезд офтальмол. России: Тез. докл. Ч.1.- М., 2000.- С.256.
57. Костенев С.В. Исследование изменений формы и толщины роговицы после laser in situ keratomileusis (LASIK) / Костенев С.В., Литасова Ю.А., Черных В.В. // Офтальмохирургия.- 2010.- №2.- С. 4-7.
58. Куликова И.Л. Кераторефракционная лазерная хирургия в реабилитации детей и подростков с гиперметропической рефракцией: Дис.... д-ра мед. наук.- М., 2009.- 339 с.
59. Куренков В.В. Клинические проявления и возможные причины дистрофических изменений лоскута роговицы при проведении лазерного специализированного кератомилёза / Куренков В.В., Шелудченко В.М., Куренкова Н.В. // Вестн. офтальмологии.- 2002.- №1.- С.13-14.

60. Куренков В.В. Эксимерлазерная хирургия роговицы // Руководство для врачей.- Издательство РАМН., М.,- 1998.- 400с.
61. Либман Е.С. Состояние и динамика слепоты и инвалидности вследствие патологии органа зрения в России / Либман Е.С., Шахова Е.В. // Съезд офтальмологов России, 7-й: Тез. докл.- М.,- 2007.-Ч 2.- С.209-214.
62. Майчук Д.Ю. Принцип работы и клиническое применение конфокального микроскопа Confoscan 3 при дифференциальной диагностике заболеваний роговицы // Рефракц. хирургия и офтальмология.- 2004.- №4.- №1.- С.35-38.
63. Медведев И.Б. Система хирургической коррекции аметропий на основе ламеллярной рефракционной кератопластики // Автореф. дисс ...д-ра мед.наук.- М., 1996.- 40 с.
64. Медведев И.Б. Автоматизированная ламеллярная кератопластика при миопии: клапанная технология / Медведев И.Б., Карамян И.А., Семенов С.В. и др. // Актуальные проблемы офтальмологии: Сб.науч. тр.- Уфа, 1996.- С.36-40.
65. Нероев В.В. Современные возможности прогнозирования послеоперационных осложнений и точного измерения ВГД у пациентов, оперированных методом ЛАСИК / Нероев В.В., Ханджян А.Т., Зайцева О.В. и др. // Рефракц. хирургия и офтальмология.- 2006.- Т.7.- №1.-С.5-9.
66. Нероев В.В. Применение конфокального микроскопа Confoscan 4 для оценки структурных изменений в роговице после эксимерлазерных кераторефракционных вмешательств / Нероев В.В., Ханджян А.Т., Манукян И.В. // Материалы V Евро-азиатской конференции по офтальмохирургии: Сб. науч. ст.- Екатеринбург, 2009.- С.90-92.
67. Никулин С.А. Микроперфорации как фактор оценки профессиональных навыков офтальмохирурга и их влияние на отдаленные результаты кератотомии / Никулин С.А., Фатов А.В. // Избранные вопросы клинической офтальмологии.- СПб., 1997.- С.190-195.

68. Павленко В.В. Оптимизация технологии трансэпителиальной фоторефрактивной кератэктомии при различных способах абляции / Автореф. дис. канд. мед. наук.- М., 2000.- 25 с.
69. Паштаев Н.П. Изменение биомеханических свойств роговицы после различных хирургических вмешательств / Паштаев Н.П. с соавт. // Новые технологии в офтальмологии: Всерос. Научно- практ. конф., посвящ. 20-летию ЧФ ФГУ МНТК им.акад. С.Н.Федорова: сб.науч. ст.- Чебоксары: Чувашия, 2007.- С. 278-282.
70. Першин К.Б. Комплексное исследование функционального состояния зрительного анализатора после проведения ЛАСИК / Першин К.Б., Пашинова Н.Ф. // Офтальмохирургия и терапия.- 2001.- №1.-Т.1.- С.17.21.
71. Першин К.Б. Осложнения ЛАЗИК: анализ 12500 операций / Першин К.Б., Пашинова Н.Ф. // Клиническая офтальмология.- №1.- С.96-100.
72. Полунин Г.С. Новая клиническая классификация синдрома сухого глаза / Полунин Г.С., Куренков В.В., Сафонова Т.Н. и др. // Рефракц. хирургия и офтальмология.- 2003.-Т.3.- №3.-С.53-56.
73. Пурескин Н.П. Изменение кривизны роговицы путем ее передних и задних неперфорирующих надрезов / Пурескин Н.П., Богуславская Э.С. // Вестн. офтальмол.- 1967.- №6.- С.16-22.
74. Раткаи-Трауб И., Ференц И., Кисс К. и др. Фемтосекундный ЛАЗИК: предварительные клинические результаты // 7-й съезд офтальмологов России: Тез. докл.- М., 2000.-С.282.
75. Руднева М.А. Использование результатов оптической когерентной томографии переднего сегмента глаза в рефракционной хирургии // Новое в офтальмологии.- 2006.-№2.-С.46.48.
76. Румянцева О.А. Изучение патогенеза гиперплазии эпителия и регресса рефракции после фоторефракционной хирургии / Румянцева О.А., Ухина Т.В. // Клиническая офтальмол.-2000.-Т.1, №4.- С.101-104.

77. Семёнов А.Д. Действие излучения эксимерного лазера на роговицу глаза / Семёнов А.Д., Харизов А.А., Бейлин Е.Н. и др. // Офтальмохирургия.- 1990.- №1.- С. 18-23.
78. Семёнов А.Д. Лазеры в оптико - реконструктивной микрохирургии глаза: Автореф. дис....д-ра мед. наук.- Москва, 1994.- 46с.
79. Семенов А.Д. Опыт применения ЛАЗИК при коррекции миопии и миопического астигматизма / Семенов А.Д., Кишкин Ю.И., Качалина Г.Ф. и др. // Комплексное применение лазеров в офтальмологии, новые технологии: Материалы науч.-практ. конф.- Калуга.- 1999.- С.33.
80. Семенов А.Д. Опыт проведения 2000 операций ЛАЗИК в МНТК «Микрохирургия глаза» / Семенов А.Д., Кишкин Ю.И., Качалина Г.Ф. и др. // Российский симпозиум по рефракционной хирургии, 1-й: Материалы.- М., 1999.- С. 42-43.
81. Семенов А.Д. Показания и противопоказания к проведению ФРК / Семенов А.Д., Корниловский И.М., Дога А.В., Пахомова А.Л. // Межвузовская научн. конф. ММСИ: Материалы.- М.,- 1996.- С.56.
82. Семчишен В. Особенности аберраций высших порядков при аметропии и эметропии / Семчишен В., Мрохен М. // Рефракц.хирургия и офтальмология.- 2003.- Т.3, №3.-С.10-12.
83. Семчишен В. Оптические аберрации человеческого глаза и их коррекция / Семчишен В., Мрохен М., Сайлер Т. // Рефракц.хирургия и офтальмология.- 2003.- Т.3, №1.-С.5-13.
84. Семчишен В. Влияние оптических аберраций, вызванных децентрацией зоны абляции при лазерной коррекции зрения, на остроту зрения / Семчишен В., Мрохен М., Гуревич И., Сайлер Т. // Вестн.офтальмологии.- 2001.-№6.- С.16-19.
85. Сорокин А.С. Сравнительная оценка лазерной коррекции аномалий рефракции глаза // Физиология и патология механизмов адаптации органа зрения: Тез.док.науч.конф.- Владивосток.-1983.- Т.4.- С 109-111.

86. Тарутта Е.П. Двухлетний опыт ФРК с помощью эксимерного лазера MEL- 60 / Тарутта Е.П., Смирнова Т.С., Ходжабекян Н.В. // Съезд офтальмологов России, 7-й.- М., 2000.- С-298-299.
87. Тарутта Е.П. Результаты фоторефракционной кератэктомии и некоторые спорные вопросы кераторефракционной хирургии // Рефракционная хирургия и офтальмология.- М., 2002.- Т.2.- №1.- С.4-11.
88. Федоров А.А. Особенности регенераторных процессов в роговице после фоторефракционной кератэктомии / Федоров А.А., Куренков В.В., Каспаров А.А., Полунин Г.С. // Съезд офтальмол. России, 7-й: Тез. докл.- М., 2000.-Ч.2.- С.49.
89. Федоров С.Н. Операции кератомилеза и кератофакии: предварительное сообщение // Вестн. Офтальмологии. -1971.- №2.- С. 19-24.
90. Федоров С.Н. Применение метода передней кератотомии с целью хирургической коррекции миопии / Федоров С.Н., Дурнев В.В. // Актуальные вопросы современной офтальмохирургии.- М., 1977.- С.47-49.
91. Федоров С.Н. Хирургическая коррекция астигматизма методом передней дозированной кератотомии / Федоров С.Н., Ивашина А.И., Гудечков В.Б. и др. // М., 1988.- 37 С.
92. Федоров С.Н. Методика расчета эффективности передней кератотомии для хирургической коррекции близорукости / Федоров С.Н., Дурнев В.В., Ивашина А.И. и др. // Хирургия аномалий рефракции глаза: Сб. науч. тр.- М.: МНТК «Микрохирургия глаза» , 1981.- С.13-18.
93. Федоров С.Н. Хирургическая коррекция анизометропии методом передней дозированной кератотомии / Федоров С.Н., Ивашина А.И., Антонова Е.Г. и др. // М., 1988.-60 С.
94. Федоров С.Н. Автоматизированная ламеллярная кератопластика как метод коррекции высокой близорукости / Федоров С.Н., Медведев И.Б., Карамян А.А. // Офтальмохирургия.- 1996.- №1.- С. 3-8.

95. Федоров С.Н. Эксимерная офтальмохирургическая установка на длине волны 193 нм и первые клинические результаты ее применения в рефракционной хирургии / Федоров С.Н., Семенов А.Д., Харизов А.А. и др. // Лазеры и медицина: Тез. докл. междунар. конф.- М., 1989.- Ч.2.- С. 104-105.
96. Харизов А.А. Эксимерный лазер в коррекции близорукости: клинические наблюдения / Харизов А.А., Семенов А.Д., Кишкина В.Я. и др. // Новые достижения лазерной и медицины: Материалы международн. конф.- М., 1993.- С.351-353.
97. Харизов А.А. Эксимерная кератэктомия при миопии высокой степени / Харизов А.А., Магарамов Д.А., Кишкина В.Я. и др. // Съезд офтальмологов России, 6-й: Тез. докл.- М., 1994.- С.285.
98. Харизов А.А. Особенности проведения фоторефрактивной кератэктомии при миопии высокой степени / Харизов А.А., Дога А.В., Семенова Н.А. // Международная конф. офтальмологов, посв. 90-летию со дня основания РГМИ: Тез. докл.- М., 1996.- С. 58-60.
99. Шелудченко В.М. Рабочая классификация ДЛК- подобных состояний в ламеллярной лазерной рефракционной хирургии и принципы ее создания // «Федоровские чтения-2002». Научно-практ. конф. по вопросам коррекции аномалий рефракции: материалы.- М.,- 2002.- С.377-380.
100. Шелудченко В.М. К вопросу о единой классификации состояний, объединенных понятием « диффузный ламеллярный кератит» (ДЛК, DLK) / Шелудченко В.М., Колотов М.Т., Городицка Д. и др. // Вестн. офтальмол. – 2003.- № 3.- С. 23-27.
101. Шпак А.А. Офтальмоэргономические характеристики пациентов с близорукостью после фоторефрактивной кератэктомии / Шпак А.А., Дога А.В., Пахомова А.Л. // Офтальмология на рубеже веков; Юбилейная науч. конф., посвященная 80-летию проф. В.В.Волкова: Сб. науч. статей. СПб., 2001.- С.18-119.

102. Щипун С.К. Результаты эксимер – лазерной коррекции миопии высокой степени по методике LASIK на глазах с тонкой роговицей / Щипун С.К., Мусса А.М. // Офтальмологический журнал – 2003.- №4.- С.25-28.
103. Эскина Э.Н. Оценка и прогнозирование результатов фоторефракционной кератэктомии: Автореф. дис. ...д-ра мед. наук.- М., 2002.- 45 с.
104. Южаков А.М. Основные направления в ликвидации устранимой слепоты в Российской Федерации // Матер. Российск. межрегиональн. симпозиум «ликвидация устранимой слепоты: всемирная инициатива ВОЗ»: Материалы.- Уфа.-2003.-С. 27-31.
105. Яблоков М.Г. Аберрометрия и персонализированный М-ЛАСИК при миопии и гиперметропии / Яблоков М.Г., Мачехин В.А., Колотов М.Г. и др. // Рефракц.хирургия и офтальмология.- 2005.- Т.5, №1.-С.34-37.
106. Alio J. Laser epithelial removal before PRK (letter) / Alio J., Ismael M.M., Artola A. et al. // J.Refract.Surg.- 1993.-Vol. 9.- P.395.
107. Alio J.L.Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia of less than -6,0 diopters / Alio J.L., Mulfuoglu O., Ortis D et al. // Am. J. Ophthalmol.-2008.- Vol. 145, №1.- P. 29-36.
108. Alio J.L.Ten-year follow-up of photorefractive keratectomy for myopia more than -6,0 diopters / Alio J.L., Mulfuoglu O., Ortis D et al. // Am. J. Ophthalmol.-2008.- Vol. 145, №1.- P. 37-45.
109. Alio J.L.Ten-year follow-up of laser in situ keratomileusis for myopia of up to -10.0 diopters / Alio J.L., Mulfuoglu O., Ortis D et al. // Am. J. Ophthalmol.-2008.- Vol. 145, №1.- P. 46-54.
110. Alio J.L.Ten-year follow-up of laser in situ keratomileusis for high myopia / Alio J.L., Mulfuoglu O., Ortis D et al. // Am. J. Ophthalmol.-2008.- Vol. 145, №1.- P. 55-64.
111. Alio J.L. Very high-frequency digital ultrasound measurement of the LASIK flap Pendular Microkeratomes / Alio J.L., Pinero D.P. // J.Refract.Surg.- 2008.-Vol. 24.- P.12-23.

112. Amoils S.P. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis for less than – 4.0 to – 7.0 diopters of myopia. / Amoils S.P., Deist M.B., Gous P. // J. Cataract. Refract. Surg.-2000.-Vol. 26.- P. 967-977.
113. Arenas E. Laser in situ keratomileusis for astigmatism and myopia after thickness profile using the IntraLase femtosecond laser and M2 and Carriazo-penetration keratoplasty // J.Refract.Surg. - 1997.-Vol. 13.- P.27-32.
114. Aron-Roza D.S. Keratorefractive surgery with the excimer laser (letter) // Am. J. Ophthalmol.- 1985.-Vol.100.-P. 741-742.
115. Aron-Roza D.S. Excimer laser surgery of the cornea: qualitative and quantative density / Aron-Roza D.S., Boulnoy J., Care F. et al // J. Cataract. Refract. Surg.-1986.-Vol. 12.- P. 27-33.
116. Barraquer J.I. Special methods in corneal surgery // The Cornea: 1st World Congr.- Washington, 1965.- P.593.
117. Barraquer J.I. Queratomileusis para la correction de la myopia // Arch. Soc. Amer. Oftalmol. Optom.- 1964.- Vol. 5.- P.27-48.
118. Bashour M. Risk factors for epithelial erosions in laser in situ keratomileusis // J. Cataract. Refract. Surg.-2002.-Vol. 28, № 10.- P. 1780- 1788.
119. Binder P. Excimer laser photoablation-clinical results and treatment of complication in 1992 // Arch Ophthalmol.- 1992.- Vol. 110.- P. 1221-1222.
120. Binder P. Corneal anatomy and wound healing // In Trans. New Orleans Acad.- 2000.- P.165-170.
121. Binder P. Flap dimensions created with the IntraLase FS laser // J. Cataract. Refract. Surg.-2004.-Vol. 30.- P. 26-32.
122. Binder P. LASIK complications- best treatment and preventive methods available // EuroTimes. - 2008.- Vol.13.- Issue5.- P.44.
123. Brown A.D. Laser in situ keratomileusis (LASIK): A contemporary overview / Brown A.D., Rapuano C.J., Culbertson W.W. et al. // Eye News.- 1997.- Vol. 4, № 4.- P. 7-14.
124. Buratto L. Excimer laser intrastromal keratomileusis / Buratto L., Ferrari M., Rama P. // Amer. J. Ophthalmol.- 1992.- Vol.113.- P. 291-295.

125. Buratto L. Photorefractive keratectomy for myopia from 6.00 D to 10.00 D / Buratto L., Ferrari M. // Refract. Corneal Surg.-1993.-Vol. 9.- P. 34-36.
126. Buratto L. Ectasia corneal / Buratto L., Brint S. // In: LASIK. Tecniche chirurgiche e complicanze. Fabiano Editore.- 2000.-P.213- 214.
127. Buratto L. Complications of LASIK, In: LASIK: Surgical techniques and complications / Buratto L., Brint S. // Ed. L. Buratto, S. Brint.- Thorofare, NJ, Slack Corp., 2000.- P. 177-263.
128. Burkhard von J. Corneal architecture of femtosecond laser and microkeratome flaps imaged by anterior segment optical coherence tomography / Burkhard von J., Thomas K. // J. Cataract Refract Surg.-2009.- Vol. 35.-P. 35-41.
129. Camellin M. LASEK may offer the advantages of both LASIK and PRK // Ocular Surgery News.- 1999.- №3.- P.1.
130. Camellin M. Laser Epithelial Keratomileusis with Mytomycin C: indications and limits // J. Refract. Surg.-2004.-Vol. 20 (Suppl.),№5.- P. 693-698.
131. Caster A.I. Absence of keratectasia after LASIK in eyes with preoperative central corneal thickness of 450 to 500 microns / Caster A.I., Friess D.W., Potvin R.J. // J.Refract.Surg.- 2007.-Vol. 23, №8.- P.782-788.
132. Caubet T. Causes of subepithelial corneal haze over 18 months after photorefractive keratectomy for myopia // J. Refract. Corneal Surg.-1993.- Vol. 9.- P. 65-70.
133. Chan J.W.W. Contrast sensitivity after laser keratomileusis; one-year follow-up / Chan J.W.W., Edwards M.N. // J.Refract.Surg.- 2002.-Vol. 28.- P.1774-1779.
134. Chang J.S.M. Complication of Sub-Bowmans keratomileusis with a femtosecond laser in 3009 eyes // J.Refract.Surg.- 2008.-Vol. 24.- P.97-101.
135. Chen A.C.K. Late traumatic flap dislocations after LASIK / Chen A.C.K., Rao S.K. // J.Refract.Surg.-2006.-Vol. 22.- P.500-504.
136. Cheng J.M. Traumatic late flap dehiscence and Enterobacter keratitis following LASIK // J.Refract.Surg.-2006.-Vol. 22.- P.402-404.

137. Ditzel K. Photorefractive keratectomy to treat low, medium and high myopia: a multicenter study / Ditzel K., Anschutz T., Schroeder E. // J. Cataract Refract.Surg.- 1994.-Vol. 20.- P.234.
138. Duffey R.J. Thin flap laser in situ keratomileusis: flap dimensions with the Moria LSK- One manual microkeratome using the 100- m head // J.Refract.Surg.- 2005.-Vol. 31.- P.1159-1162.
139. Dupps W.J.Jr. Effect of acute biomechanical changes on corneal curvature after photokeratectomy / Dupps W.J.Jr., Roberts C. // J.Refract.Surg.- 2001.- Vol. 18.- P.589-592.
140. Durrie D. Nreatment of overcorrection after myopic photorefractive keratectomy / Durrie D., Leshner M., Hunkeler J. // J.Refract.Corneal Surg.- 1994.-Vol. 10.- P. 295.
141. Durrie D.S. Femtosecond laser versus mechanical keratome flap in wavefront-guided in laser in situ keratomileusis: prospective contralateral eye study / Durrie D.S., Kezirian G.M. // J.Refract.Surg.-2005.-Vol. 31.- P.120-126.
142. Erie J.C. Effect of myopic laser in situ keratomileusis on epithelial and stromal thickness: a confocal microscopy study / Erie J.C., Patel S.V., McLaren J.W., et al. // Ophthalmology.- 2002.-Vol. 109.- P.1447-1452.
143. Esquenazi S. Two – year follow – up of LASIK for hyperopia / Esquenazi S., Mendoza A. // J.Refract.Surg.-1999.-Vol.15.- P.648-652.
144. Farach M.E. Early regmatogenous retinal detachment following laser in situ keratomileusis for high myopia / Farach M.E., Hoffing-Lama A.L., Mascimento E. // J.Refract.Surg.- 2000.-Vol.26, №6.- P.739-743.
145. Flanagan G.W. Precision of flap measurements for laser in situ keratomileusis in 4428 eyes / Flanagan G.W., Binder P.S. // J.Refract.Surg.- 2003.-Vol.19.- P.113-123.
146. Fyodorov S.N. Long term results of anterior radial keratotomy / Fyodorov S.N., Agranovsky A.A. // J. Ocular Therapy Surg.- 1982.- Vol. 1.- P.217-223.

147. Gartry D. Excimer laser PRK: 18 month follow- up / Gartry D., Kerr Muir M., Marshall J. et al. // Ophthalmology.- 1992.- Vol. 99 – P.1209-1219.
148. Gartry D. Retreatment for significant regression following excimer laser photorefractive keratectomy (PRK) – a prospective, randomized, double-masked trial // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.- 1995.- Vol 36 (suppl).- P. 190.
149. Gatinel D. Corneal hysteresis, resistance factor, topography, and pachymetry after corneal lamellar flap / Gatinel D., Chaabouni S. // J.Refract.Surg.- 2007.- Vol.23.- P.76-84.
150. Gokmen F. In vivo confocal microscopy through- focusing to measure corneal flap thickness after laser in situ keratomileusis / Gokmen F., Jester J.V., Petroll W.M., et al. // J.Cataract Refract.Surg.- 2002.-Vol.28.- P. 962-970.
151. Golzer M.P. Femtosecond laser- assisted corneal flap cuts: morphology, accuracy, and histopathology / Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. - 2006- Vol.47.- P.2828-2831.
152. Hardten D. Correction of high myopia with the VISX 2015 excimer laser / Hardten D., Sher N., Lindstrom R. // In: Salz J., McDonnell P., McDonald M. eds. Corneal Laser Surgery. Mosby-Year Book, Inc.- St.Louis.- 1995.- P. 77-80.
153. Heidemann D.C. Endophthalmitis after radial keratotomy enhancement / Heidemann D.C., Dunn S.P., Haiman M // J.Cataract Refract.Surg.- 1997.- Vol.23., №6.- P. 951-953.
154. Hersh P.S. Spherical aberrations after laser in situ keratomileusis and theoretical model of etiology / Hersh P.S., Fry K., Blaker J.W. // J.Cataract Refract.Surg.- 2003.-Vol.29.- P.2096-2104.
155. Holladay J.T. Topographic changes in corneal asphericity and effective optical zone after laser in situ keratomileusis / Holladay J.T., Janes J.A. / J. Cataract Refract.Surg.- 2002.-Vol.28.- P.942-947.
156. Holladay J.T. Functional vision and corneal changes after laser in situ keratomileusis determined by contrast sensitivity, glare testing, and corneal

topography / Holladay J.T., Dudeja D.R., Chang J. // J. Cataract Refract. Surg.- 1999.-Vol.25.- P.663-669.

157. Huang D. Surgically induced astigmatism after laser in situ keratomileusis for spherical myopia // J. Refract. Surg.- 2000.-Vol.16.- P.515-518.
158. Hu M. Comparision of the corneal response to laser in situ keratomileusis with flap creation using the FS15 and FS30 femtosecond laser / Hu M., McCulley J.P., Dwight Cavanagh H., et al. // J. Cataract Refract. Surg. - 2007.-Vol.33.- P.673-681.
159. Iskander N.G. Late traumatic flap dislocation after laser in situ keratomileusis / Iskander N.G., Peters N.T. // J. Cataract Refract. Surg. - 2001.-Vol.27.- P.1111-1114.
160. Jabbur N.S. Outcome of second surgery in LASIK cases aborted due to flap complications / Jabbur N.S., Myrovitz E., Wexler J.L. et.al., // J. Cataract Refract. Surg.-2004.-Vol.30.- P.993-999.
161. Jacobs J.M. Incidence of intraoperative flap complications in laser in situ keratomileusis / Jacobs J.M., Taravella M.J. // J. Cataract Refract. Surg.- 2002.-Vol.28, № 1.- P.23-28.
162. Javaloy E.J. Confocal microscopy of disposable and nondisposable heads for the Moria M2 microceratome / Javaloy E.J., Vidal M.T., Ruis-Moreno J.M., Alio J.L. // J. Refract. Surg. - 2006.-Vol.22.- P.28-33.
163. Javaloy E.J. Quality assessment model of 3 different microkeratomes through confocal microscopy / Javaloy E.J., Vidal M.T., Quinto A. et al. // J. Cataract Refract. Surg. - 2004.-Vol.30.- P.1300-1309.
164. Javaloy E.J. Confocal microscopy comparison of IntraLase femtosecond Laser and Moria M2 microkeratome in LASIK / Javaloy E.J., Vidal M.T., Abdeirahman A.M. et al. // Journal of Refractive Surgery.- 2007.- Vol. 23.- P. 178-186.
165. Johnson J.D. Diffuse lamellar keratitis: incidence, associations, outcomes, and a new classification system / Johnson J.D., Harissi-Dagher M., Pineda R et al. // J. Cataract Refract. Surg. - 2001.-Vol.27, № 10.- P. 1560-1566.

166. Kaiserman J. Incidence, possible risk factors, and potencial effects of an opaque bubble layer created by a femtosecond laser / Kaiserman J., Maresky H.S., Bahar I., Rootman D.S. // J. Cataract Refract. Surg. - 2008.-Vol.34, №3.- P.417-423.
167. Kaufman S.C. Interfase inflammation after laser in situ keratomileusis; sands of the Sahara syndrome / Kaufman S.C., Maitchouk D.Y., // J. Cataract Refract. Surg. - 1998.-Vol.24.- P.1589-1593.
168. Kezirian G.M. Comparison of the IntraLase femtosecond laser and mechanical keratomes for laser in situ keratomileusis / Kezirian G.M., Stonecipher K.G. // J.Cataract Refract. Surg.-2004.-Vol.30.-P.804-811.
169. Kim J. PRK in 202 myopic eyes: one year results / Kim J., Hahn T., Lee Y. et al. // Refract.Corneal Surg. - 1993.-Vol.9.- P.11-15.
170. Kim M. Evalution of multifactorial factors influencing regression after photorefractive keratectomy / Kim M., Park C., Sah W. et al. // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.- 1995.- Vol. 36 (suppl).- P. 11-15.
171. Kim J. Five years results of photorefractive keratectomy for myopia / Kim J., Kim M.S., Hahn T.W. et al. // J. Cataract Refract. Surg. - 1997.-Vol.23, №5.- P. 731-735.
172. Kim J.Y. A femtosecond laser creates a stronger than a mechanic microkeratome / Kim J.Y., Kim M.J., Kim T.I., et al. // Invest.Ophthalmol. Vis.Sci.- 2002.- Vol.47.-P.599-604.
173. Knorz M. LASIK for moderate and high myopia and myopia astigmatism / Knorz M., Wiesinger B., Liermann A., Seiberth V. et al. // Ophthalmology.- 1998.- Vol.105.- P. 932-940.
174. Koenig H.L.E. Results of LASIK in the correction of low myopia -1.25 to - 6.00 D // J. Refract. Surg. – 1997.-Vol.13, №6.- P. 528-534.
175. Koenig H.L.E. Results of LASIK in the correction of low myopia // XVth Congr,ESCRS: Abstracts.- Prague, 1997.- P. 113.

176. Landau D. Traumatic flap dislocation one to six years after LASIK in nine yeys with a favorable outcome / Landau D., Lavy J., Solomon A. et al. // J. Refract. Surg. - 2008.-Vol.22.- P.884-889.
177. L'Esperance F. Excimer laser instrumentation and technique for human corneal surgery / L'Esperance F., Warner J., Telfair W.B. et. al. // Arch. Ophthalmol.- 1989.- Vol.107.- P. 131-141.
178. Lipshitz I. Comparison of PRK on one eye and LASIK on other eye of the same patient / Lipshitz I., Fisher L., Dotan G.et al. // J. Refract. Surg. - 1999.- Vol.15 (suppl).- P.225-226.
179. Lipshitz T. Late bilateral keratectasia after LASIK in a low myopic patient / Lipshitz T., Lery J., Klemperer I., Levinger S. // J. Refract. Surg. - 2005.- Vol.21, №5.- P.494-496.
180. Lee A. Optic neuropathy associated with laser in situ keratomileusis / Lee A., Kohnen T., Ebner R. et al. // J.Cataract Refract.Surg.- 2000.-Vol. 26, №11.- P.1581-1584.
181. Lynn M.J. Factors affecting outcome and predictability of radial keratotomy in the PERK study / Lynn M.J., Waring G.O.III, Sperduto R.D. and the PERK Study GrouP. // Arch. Ophthalmol.- 1987.- Vol.105.- P. 42-51.
182. Machat J. PRK for myopia: preliminary result in 147 eyes / Machat J., Taufor F. et al. // Refract.Corneal Surg.- 1993.-Vol. 35.- P.707.
183. Marshall J. An ultrastructural study of corneal incisions induced by excimer laser at 193 nm / Marshall J., Trokel S., Rothery S. et al. // Ophthalmology.- 1985.- Vol.92.- №4.- P. 749-758.
184. Marshall J. Photoablative reprofiling of the cornea using an excimer laser at 193 nm / Marshall J., Trokel S., Rothery S. et al. // Ophthalmology.- 1986.- №1.- P. 21-48.
185. McDonald M. Excimer laser ablation in an human eye / McDonald M., Kaufman H.E., Frantz J.M. et al. // Arch. Ophthalmol.- 1989.- Vol.107.- P.641-642.

186. McDonald M. Central PRK for myopia: the blind eye study / McDonald M., Frantz J., Klyce S. et al. // Arch. Ophthalmol.- 1990.- Vol. 108.- P. 799-808.
187. McDonald M. Central PRK for myopia: partially sighted and normally sighted eyes // Ophthalmology.-1991.- Vol.98.- P. 1327-1337.
188. McDonald M. Laser in situ keratomileusis for myopia up to -11 diopters with up to -5 diopters of astigmatism with the summit autonomous LADARVision excimer laser system / McDonald M., Carr J., Frantz J. et al. // Ophthalmology.-2001.- Vol.108.- №2.- P. 309-316.
189. McDonald M. Refractive surgery with the excimer laser / McDonald M., Beuerman R., Aldred G. et al. // Am. J. Ophthalmol.- 1987.- Vol. 3 – P.469-476.
190. McGrath D. Impressive results with new femtosecond laser // EuroTimes.- 2007.- Vol.12.- Issue 12.- P.11.
191. Montes-Miko R. Contrast sensitivity after LASIK flap creation with a femtosecond laser and mechanical microkeratome / Montes-Miko R., Rodrigues- Galietero A., Alio J.L. // J. Refract. Surg.-2007.-Vol.23.- P.188-192.
192. Muallem M.S. Corneal flap thickness in laser in situ keratomileusis using the Moria M2 microkeratome / Muallem M.S., Yoo S.Y., Romano A.C., et al. // J. Refract. Surg. - 2004.-Vol.30.- P.1902-1908.
193. Mulhern M.G. Myopic and hyperopic laser in situ keratomileusis retreatment; indication, techniques, limitation and results / Mulhern M.G., Gordon P.L., O'Keefe M. // J.Cataract Refract. Surg.-2001.-Vol.27.-P.1278- 1287.
194. Munnerlin C.R. Photorefractive keratectomy: a technique for laser refractive surgery / Munnerlin C.R., Koons S.J., Marshal J. // J.Cataract Refract. Surg.- 1988.-Vol.14.-P.46-52.
195. Mutyala S. Contrast sensitivity evaluation after laser in situ keratomileusis / Mutyala S., McDonald G.D. // Ophthalmology.- 2000.-Vol.107.- P.1864-1867.
196. Naeser K. Standards for reporting results of refractive surgery // J. Refract. Surg. - 2001.-Vol.17.- P.470-473.

197. Netto M.V. Femtosecond laser and microkeratome corneal flaps: comparison of stromal wound healing and inflammation / Netto M.V., Mohan R.R., Medeiros F.W., et al. // J. Refract. Surg. - 2007.-Vol.23.- P.667-676.
198. Nordan L.T. Femtosecond laser flap creation for laser in situ keratomileusis: six-month follow-up of initial U.S. clinical series // J. Refract. Surg.- 2003.- Vol.19.- P.8-14.
199. Pallikaris I.G. Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis / Pallikaris I.G., Kymionis GD, Astirakakis NI. // J.Cataract Refract. Surg.- 2001.-Vol.27.-P.1796-1802.
200. Pallikaris I.G. Laser in situ keratomileusis / Pallikaris I.G., Papatzanaki M., Stathi E. et al. // Laser Surg. Med.-1990.-Vol.10.- P.463-468.
201. Pallikaris I.G. Excimer laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy for correction of high myopia / Pallikaris I.G., Siganos D.S. // J. Refract. Surg.- 1994.-Vol.26, №4.- P. 497-509.
202. Pallikaris I.G. LASIK complications and management / Pallikaris I.G., Siganos D. // In: Cornea, 2d Ed. Thorofare, NJ, Slack Corp.- 1999.- P.227-243.
203. Pallikaris I.G. Epi-LASIK: Comparative histological evaluation of mechanical and alcohol-assisted epithelial separation / Pallikaris I.G., Naoumide I.I., Kalyvianaki M.I. et al. // J.Cataract Refract. Surg.-2003.-Vol.29.- P.1496-1501.
204. Pallikaris I.G. Epi-LASIK: Preliminary clinical results of an alternative surface ablation procedure / Pallikaris I.G., Kalyvianaki M.I., Katsanevaki V.J., Ginis H.S. // J.Cataract Refract. Surg.-2005.-Vol.31, №5.- P.879-885.
205. Partal A.E. Diameters of topographic optical zone and programmed ablation zone for laser in situ keratomileusis for myopia / Partal A.E., Manche E.E. // J. Refract. Surg.-2003.-Vol.19.- P.528-533.
206. Perez-Gomes I. Confocal microscopic evaluation of particles at the corneal flap interface after myopic laser in situ keratomileusis / Perez- Gomes I., Efron N. // J.Cataract Refract. Surg.-2003.-Vol.29.-P.1373-1377.

207. Pesudovs K. Wavefront aberration outcomes of LASIK for high myopia and high hyperopia. // J. Refract. Surg. - 2005.-Vol.21.-P.S508-S512.
208. Pietila J. Corneal flap measurements in laser in situ keratomileusis using the Moria M2 automated microkeratome / Pietila J., Makinen P., Suominen S. et al. // J. Refract. Surg. - 2005.-Vol.21.- P.337-385.
209. Pinero D. Pendular microkeratome: clinical results. Presented at: European Society of Cataract and Refractive Surgeon (ESCRS) meeting. September 9-13, 2006; London, United Kindom.
210. Phillis C. The truth about LASIK. FDA panel discuss patients postoperative quality of lafe // Ophthalmol. Times.- 2008.- Vol.33, № 10.- P.1-12
211. Qazi M.A. Topographic and biomechanical differences between hyperopic and myopic laser in situ keratomileusis / Qazi M.A., Roberts C.J., Mahmoud A.M., Pepose J.S. // J. Refract. Surg. - 2005.-Vol.31.- P.48-59.
212. Ratkay- Traub I. First clinical results with the femtosecond neodymium-glass laser in refractive surgery / Ratkay- Traub I., Ferincz I.E., Juhasz T. et al. // J. Refract. Surg. - 2003.-Vol.19, №2.- P.94-103.
213. Roberts C. Biomechanics of cornea and wavefrontguided laser refractive surgery // J. Refract. Surg. - 2002.-Vol.18.- P.589-592.
214. Roberts C. The cornea is not piece of plastic // J. Refract. Surg. - 2000.- Vol.16.- P.407-413.
215. Sato T. A new surgical approach to myopia / Sato T., Akiyama K., Shibata // Amer. J. Ophthalmol.- 1953.-Vol. 36.- P. 823-829.
216. Schuyler D. Femtosecond laser produced good results as technology continues to evolve // EuroTimes.- 2007.-Vol.12.-Issue 10.- P. 16.
217. Seiler T. Complication after myopic PRK, primarily with the summit excimer laser / Seiler T., Shmidt-Petersen H., Wollensak. // In: Salz J., McDonnell P., McDonald M eds. Corneal Laser Surgery.- St. Louis; Mosby-Year Book, Inc.- 1995.- P. 131-142.
218. Seiler T. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis / Seiler T., Koufala K., Richter G. // J. Refract. Surg. - 1998.-Vol.14.- P.312-317.

219. Shah S. Comparison of 18% ethanol and mechanical debridement for epithelial removal before PRK / Shah S., Doyle S., Chatterjee A. et al. // J. Refract. Surg. - 1998.-Vol.14.- P.212-214.
220. Sher N. 193 nm excimer PRK in high myopia / Sher N., Hardten D., Fundingsland B. et al. // Ophthalmology.- 1994.- Vol. 101.- P. 1575-1582.
221. Sher N. Role of topical corticosteroids and nonsteroidal anti-inflammatory drugs in the etiology of stromal infiltrates after excimer PRK (Letter) // J. Refract. Corneal Surg. - 1994.-Vol.10.- P.588.
222. Smith R.J. Diffuse lamellar keratitis: a new syndrome in lamellar refractive surgery / Smith R.J., Maloney R.K. // Ophthalmology.- 1998.- Vol. 105.- P. 1721-1726.
223. Steinert R. Diffuse interface keratitis after laser in situ keratomileusis (LASIK): A nonspecific syndrome / Steinert R., McColgin A., White A. et al. // Am. J. Ophthalmol.- 2000.- Vol. 129.- P. 380-381.
224. Stalting R.D. Complications of laser in situ keratomileusis for the correction of myopia / Stalting R.D., Carr J.D., Thompson K.P. et al. // Ophthalmology.- 1999.-Vol. 106.- P.13-20.
225. Sugar A. Laser in situ keratomileusis for myopia and astigmatism: safety and efficacy: report of American Academy of Ophthalmology / Sugar A., Rapuano C.J., Culbertson W.W. et al. // Ophthalmology.- 2002.- Vol. 109. №1.- P. 175-187.
226. Trockel S. Excimer laser surgery of the cornea / Trockel S., Shrinivasan R., Braren B. // Amer. J. Ophthalmol.- 1983.- Vol. 96.-P. 710-715.
227. Tervo T. Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis (letter) // J.Cataract Refract. Surg. -2001.-Vol.27.-P.490-491.
228. Twa M.D. Response of the posterior surface to laser in situ keratomileusis for myopia / Twa M.D., Roberts C., Mahmoud A.M., et al. // J.Cataract Refract. Surg. -2005.-Vol.31.-P.61-71.
229. Vinger P.F. Ruptured globes following radial and hexagonal keratotomies surgery // Curr. Medical Literature Ophthalmology.- 1996.- Vol 6, №3.- P. 83.

230. Waring G. Standardized data collection and reporting for refractive surgery // J. Refract. Surg. -1992.-Vol.8 (suppl).-P.1-42.
231. Wang Z. Comparision of laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy to correct myopia -1.25 to -6.0 D / Wang Z., Chen J., Yang B, // J. Refract. Surg. -1997.-Vol.13, № 6.-P. 528-534.
232. Wilson S. Changes in corneal topography after excimer laser PRK for myopia / Wilson S., Klyce S., McDonald M et al. // Ophthalmology.- 1991.- Vol.90.- P.1338-1347.
233. Wright J. Epithelial ingrowth in a corneal graft treated by laser in situ keratomileusis: light and electron microscopy / Wright J., Neubaur C.C., Stevens G. // J.Cataract Refract. Surg. -2001.-Vol.26, №1.-P.49-55.
234. Zaldivar R. Laser in situ keratomileusis for low myopia and astigmatism with scanning spot excimer laser / Zaldivar R., Davidorf J.M., Schultz M. et al. // J. Refract. Surg. -1997.-Vol.13, № 7.-P. 614- 619.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ФИЛИАЛ ФГУ «МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»
ИМ. АКАДЕМИКА С.Н. ФЕДОРОВА РОСМЕДТЕХНОЛОГИИ»

На правах рукописи

Патеева
Татьяна Зиновьевна

ФЕМТОЛАЗЕРНАЯ КОРРЕКЦИЯ МИОПИИ

14.01.07.- глазные болезни

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Заслуженный врач РФ
Доктор медицинских наук, профессор
Паштаев Николай Петрович

Москва – 2011

[51, 77, 95, 96 и др.]. За последние годы офтальмологами разных стран накоплен большой клинический опыт использования эксимерлазерных систем, особенно в коррекции миопии [17, 44, 60, 78, 86, 124, 143, 173, 188]. Однако, по-прежнему, многие разделы эксимерлазерной хирургии требуют дальнейшего изучения. Недостаточно изучена проблема изменения биомеханических свойств роговицы после LASIK с использованием фемтосекундного лазера (IntraLASIK), требуется дальнейшее изучение структурных изменений роговицы после этой операции.

Целью настоящего исследования явилась разработка и обоснование технологии IntraLASIK при миопии различной степени.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Разработать технологию лазерного *in situ* кератомилеза с использованием фемтосекундного лазера (IntraLASIK) и провести в клинике коррекцию миопии различной степени с использованием данной технологии.
2. Проанализировать особенности формирования роговичного лоскута механическим микрокератомом и при помощи фемтосекундного лазера с использованием метода оптической когерентной томографии.
3. Провести сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопии по стандартной технологии лазерного *in situ* кератомилеза с формированием роговичного лоскута при помощи механического микрокератома и технологии IntraLASIK с формированием роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера.
4. Проанализировать особенности изменения биомеханических свойств роговицы, пространственной контрастной чувствительности и данных aberromетрии в послеоперационном периоде при выполнении лазерного *in situ* кератомилеза с использованием механического микрокератома и фемтосекундного лазера.
5. Изучить структуру интра- и послеоперационных осложнений технологии лазерного *in situ* кератомилеза с формированием

роговичного лоскута при помощи механического микрокератома и при помощи фемтосекундного лазера и определить показания и противопоказания к операции IntraLASIK.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Лазерный in situ кератомилез с формированием роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера «IntraLase FS» является более совершенной технологией коррекции миопии.
2. За счет формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера достигается большая безопасность, предсказуемость рефракционного эффекта, повышение качества зрения и прогнозируемость интра- и послеоперационных осложнений.
3. Лазерный in situ кератомилез с формированием роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера является более эффективной технологией для коррекции миопии у пациентов с тонкой роговицей.

Научная новизна

Впервые показано, что IntraLASIK, выполненный на современных лазерных установках «IntraLase FS» и «МикроСкан - ЦФП», обеспечивает высокие и стабильные клинические результаты при коррекции миопии различной степени.

Доказаны и изучены особенности формирования роговичного лоскута механическим микрокератомом и фемтосекундным лазером у пациентов с миопией. Фемтосекундный лазер дает возможность получения равномерного по толщине и, при необходимости, тонкого роговичного лоскута.

Выводы

1. Разработанная технология лазерного in situ кератомилеза, проводимая на эксимерлазерной установке «Микроскан – ЦФП» с использованием фемтосекундного лазера «IntraLase FS» позволяет проводить коррекцию миопии различной степени с высокими клиническо – функциональными результатами.

2. Анализ особенностей формирования роговичного лоскута механическим кератомом и фемтосекундным лазером по данным ОКТ показал, что фемтосекундный лазер IntraLase FS формирует роговичный лоскут со средним отклонением от запланированного 8-9 мкм по толщине и 0,1 мм по диаметру, т.е. имеет равномерную толщину на всём протяжении и чётко соответствует прогнозируемому диаметру независимо от исходной толщины роговицы. Роговичный лоскут, выкраиваемый механическим кератомом «LSK Evolution M2» со стандартной головкой 110 мкм, имеет среднее отклонение по толщине 23 мкм, с одноразовой головкой 90 мкм – 19-20 мкм, максимально утолщен в начале среза, истончается к окончанию и максимально тонок в его центре.

При формировании роговичного лоскута с помощью фемтосекундного лазера создаётся значительно большее по объёму эффективное стромальное ложе, что позволяет выполнить оптимальную по объёму и параметрам программу эксимерной абляции: прогнозируемость глубины абляции и увеличение её диаметра даёт возможность оперировать высокие степени миопии без потери качества зрения.

3. По результатам проведения 400 операции доказана высокая эффективность технологий LASIK и IntraLASIK для получения высоких рефракционных результатов у пациентов с миопией различной степени.

При проведении LASIK достигнуты следующие результаты: предсказуемость СЭ к 1 году после операции была в пределах $\pm 0,5$ дптр в 79,2% и в пределах $\pm 1,0$ дптр – 88,7% .

При проведении IntraLASIK достигнуты следующие результаты: предсказуемость СЭ в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 84.5% и в пределах ± 1 дптр – 94 % случаев.

По рефракционным результатам при миопии слабой и средней степени не выявлено явных преимуществ IntraLASIK по сравнению с LASIK, к сроку 6-12 мес. после операции статистически значимая разница не определялась, выявлено преимущество IntraLASIK по сравнению с LASIK при миопии высокой степени и тонкой роговице. К сроку 12 мес. после операции регресс после IntraLASIK в среднем – 0,91 дптр, после LASIK – 1,4 дптр.

4. Анализ особенностей изменения биомеханических свойств роговицы у пациентов после LASIK и IntraLASIK показал, что степень изменения биомеханических свойств роговицы зависит от объёма лазерного воздействия (чем больше объём лазерной абляции в зависимости от степени корригируемой миопии, тем больше степень снижения КГ и ФРР в обеих группах) и от исходной толщины роговицы (чем меньше исходная толщина роговицы при одинаковой степени корригируемой миопии, тем больше степень снижения КГ и ФРР в обеих группах).

Снижение значений КГ и ФРР можно считать универсальной реакцией роговицы после операций IntraLASIK и LASIK, причём IntraLASIK приводит к меньшей степени снижения биомеханических свойств, чем LASIK (в группе IntraLASIK - 24,3 %, в группе LASIK в среднем - 34,6 %).

Результаты измерения КГ имеют важное значение для прогнозирования возможных осложнений операций IntraLASIK и LASIK во время дооперационного обследования и контроля в послеоперационном периоде за результатами операции. Пациенты с низким значением КГ и ФРР

имеют более высокий риск развития послеоперационных осложнений в виде ятрогенной кератэктазии.

Исследование динамики аберраций в послеоперационном периоде у пациентов обеих групп выявило увеличение аберраций высшего порядка, в основном, это касалось сферических аберраций и аберраций вида Сoma, причем при сравнении с показателями предоперационного периода большее увеличение наблюдалось в группе LASIK по сравнению с IntraLASIK (с достоверностью $P < 0,1$), а самое значительное увеличение сферических аберраций было выявлено в подгруппе миопии высокой степени после LASIK.

Анализ изменений пространственной контрастной чувствительности в послеоперационном периоде выявил достоверное ($p < 0,05$) повышение показателей ПКЧ на всех частотах в *фотопических* условиях в обеих группах пациентов.

В *мезопических* условиях после IntraLASIK ПКЧ почти всегда соответствовала предоперационной, а после LASIK - ПКЧ уменьшалась в сравнении с дооперационной.

На фоне *засвета* в *фото-* и *мезопических* условиях пациенты после IntraLASIK также показали отсутствие изменения контрастной чувствительности на всех частотах по сравнению с дооперационными показателями. После LASIK в условиях ослепления контрастная чувствительность в фото – и, особенно, мезопических условиях резко снижалась и оказывалась значительно ниже, чем до операции.

5. В структуре осложнений лазерного in situ кератомилеза по стандартной технологии преобладают осложнения, связанные с формированием роговичного лоскута во время операции и их последствиями в раннем и позднем послеоперационном периодах, при формировании роговичного лоскута фемтосекундным лазером практически эти проблемы исключаются.

На основании полученных результатов клинических исследований предложены уточненные показания, касающиеся выбора метода и технологии в зависимости от индивидуальных особенностей глаза пациента и с учетом возможностей фемтосекундного лазера:

- операция LASIK и IntraLASIK показана при миопии до 12 - 14 дптр;
- операция IntraLASIK предпочтительна при сочетании миопии (особенно высокой степени) с тонкой роговицей;
- операция IntraLASIK предпочтительна у пациентов, профессия которых связана с нахождением длительное время в условиях пониженного освещения, повышенной травматичности, спортсменов.

последнего десятилетия происходит активное внедрение в рефракционную хирургию в качестве микрокератомов фемтосекундных лазеров, которые в настоящее время уже составляют серьезную конкуренцию механическим микрокератомам в развитых странах Запада. Появление новой технологии формирования роговичного лоскута при помощи фемтосекундного лазера, способного фокусироваться в толще роговицы на заданной глубине, создавать гладкий срез и однородный по толщине лоскут, является очередным шагом к усовершенствованию лазерного кератомилёза.

С учетом вышеизложенного была определена **цель** настоящего исследования – разработка и обоснование технологии IntraLASIK при миопии различной степени.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Разработать технологию лазерного in situ кератомилёза с использованием фемтосекундного лазера (IntraLASIK) и провести в клинике коррекцию миопии различной степени с использованием данной технологии.
2. Проанализировать особенности формирования роговичного лоскута механическим микрокератомом и при помощи фемтосекундного лазера с использованием метода оптической когерентной томографии.

3. Провести сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопии по стандартной технологии лазерного *in situ* кератомилеза с использованием механического микрокератома и технологии IntraLASIK.
4. Проанализировать особенности изменения биомеханических свойств роговицы, пространственной контрастной чувствительности и данных абберрометрии при выполнении лазерного *in situ* кератомилеза с использованием механического микрокератома и фемтосекундного лазера.
5. Изучить структуру интра- и послеоперационных осложнений технологии лазерного *in situ* кератомилеза с формированием роговичного лоскута при помощи механического микрокератома и при помощи фемтосекундного лазера и определить показания и противопоказания к операции IntraLASIK.

В ходе исследования использовались две лазерные офтальмологические установки: эксимерлазерная установка «Микроскан ЦФП» с частотой следования импульсов 100 Гц, фемтосекундный лазер «IntraLase FS» с частотой следования импульсов 60 кГц.

Материал исследования базируется на результатах клинических исследований, включающих анализ результатов оперативного лечения пациентов с различными степенями миопии и различными исходными параметрами роговицы (204 пациента, 400 глаз). Из них на 198 глазах была выполнена операция LASIK, на остальных 202 – IntraLASIK. Возраст пациентов варьировал от 18 до 55 лет, составив в среднем 33 года (от 18 до 55 лет). Все пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от вида

выполненного вмешательства. Первая группа – пациенты, перенесшие операцию IntraLASIK, вторая – пациенты после LASIK. Первую группу составили 103 человека (202 глаза), из них 60 женщин и 43 мужчины в возрасте от 20 до 55 лет (средний возраст - 32 года). Вторую группу

4.5. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов после IntraLASIK и LASIK

Пациенты до операции в обеих группах имели миопию различной степени. Средний сферический эквивалент рефракции (СЭ) составлял в первой группе – $-8,21 \pm 2,65$ дптр, во второй группе – $-8,18 \pm 2,55$ дптр.

СЭ составлял в первой группе (IntraLASIK) на 3-й день после операции – $+0,91 \pm 0,89$ дптр, через 1 мес. – $+0,32 \pm 0,22$ дптр, через 1 год – $0,25 \pm 0,19$ дптр. Регресс эффекта за 1 год был в среднем $0,54 \pm 0,22$ дптр ($p < 0,01$), предсказуемость СЭ в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 84,5 % и в пределах $\pm 1,0$ дптр – 94 % случаев.

Во второй группе (LASIK) СЭ составлял на 3-й день – $+1,23 \pm 0,72$ дптр, через 1 мес. – $+0,52 \pm 0,25$ дптр., через 1 год – $-0,31 \pm 0,24$ дптр. Регресс эффекта за 1 год составил в среднем $0,85 \pm 0,19$ дптр ($p < 0,01$), предсказуемость в пределах $\pm 0,5$ дптр составила 80 %, в пределах 1 дптр – 92,5 % случаев. Данные динамики рефракции по группам представлены в таб.30.

Сферозэквивалент (СЭ) до и после IntraLASIK и LASIK (n=57)

	До операции (дптр)	Через 3 дня (дптр)	Через 1мес.(дптр)	Через 6 мес. (дптр)	Через 1 год (дптр)
IntraLASIK	-8,21±2,65	+ 0,91±0,89	+0,32±0,22	-0,32±0,52	-0,25 ±0,46
LASIK	-8,18±1,55	+1,23±0,72	+0,52±0,25	-0,41±0,66	-0,31±0,4

Корригированная острота зрения (КОЗ) не ухудшилась ни в одном случае в обеих группах. **17** % пациентов в группе IntraLASIK и **14** % в группе LASIK приобрели от 1 до 2 строчек корригированной остроты зрения. Данные некорригированной остроты зрения у пациентов со слабой и средней степенью миопии не выявили преимуществ IntraLASIK по сравнению с LASIK, к сроку 6-12 мес. после операции статистически значимая разница не определялась. Выявлено достоверное преимущество IntraLASIK по сравнению с LASIK у миопов с высокой степенью аметропии.

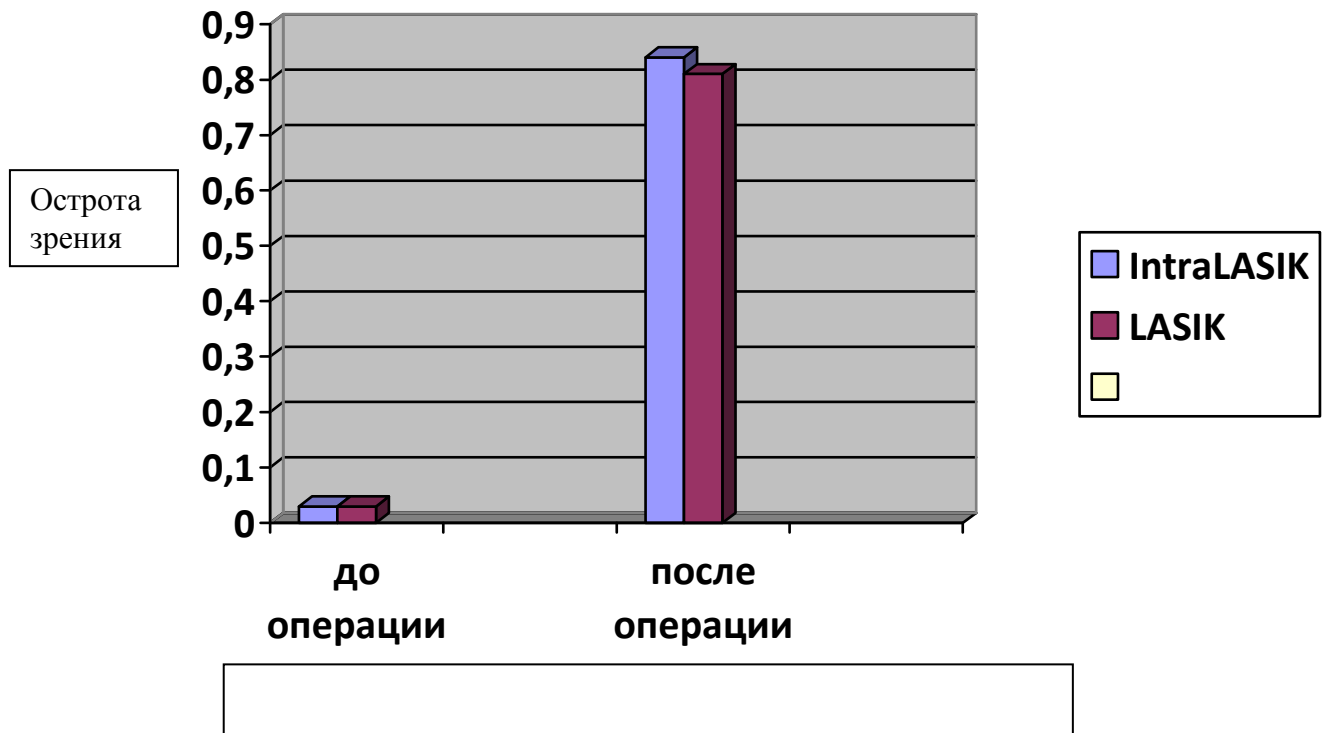


Рис. 47. Динамика некорригированной остроты зрения после операции

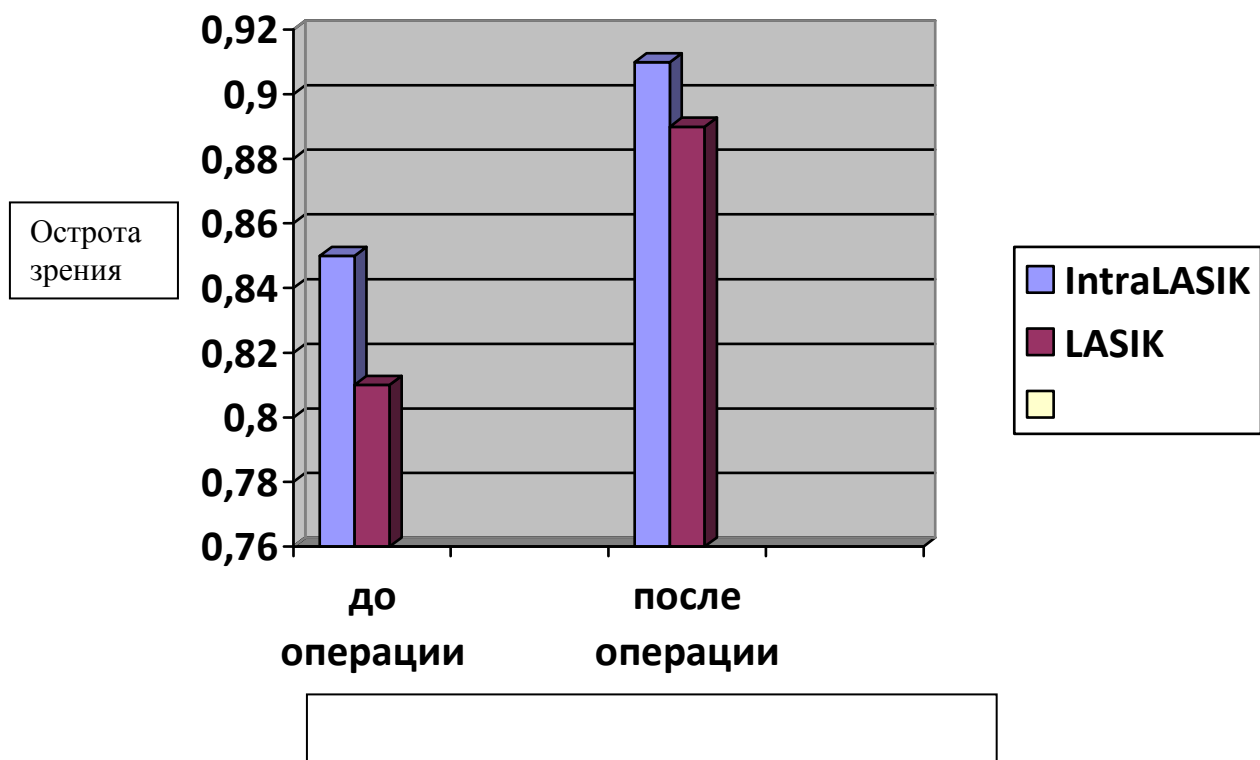


Рис.48. Динамика корригированной остроты зрения после операции

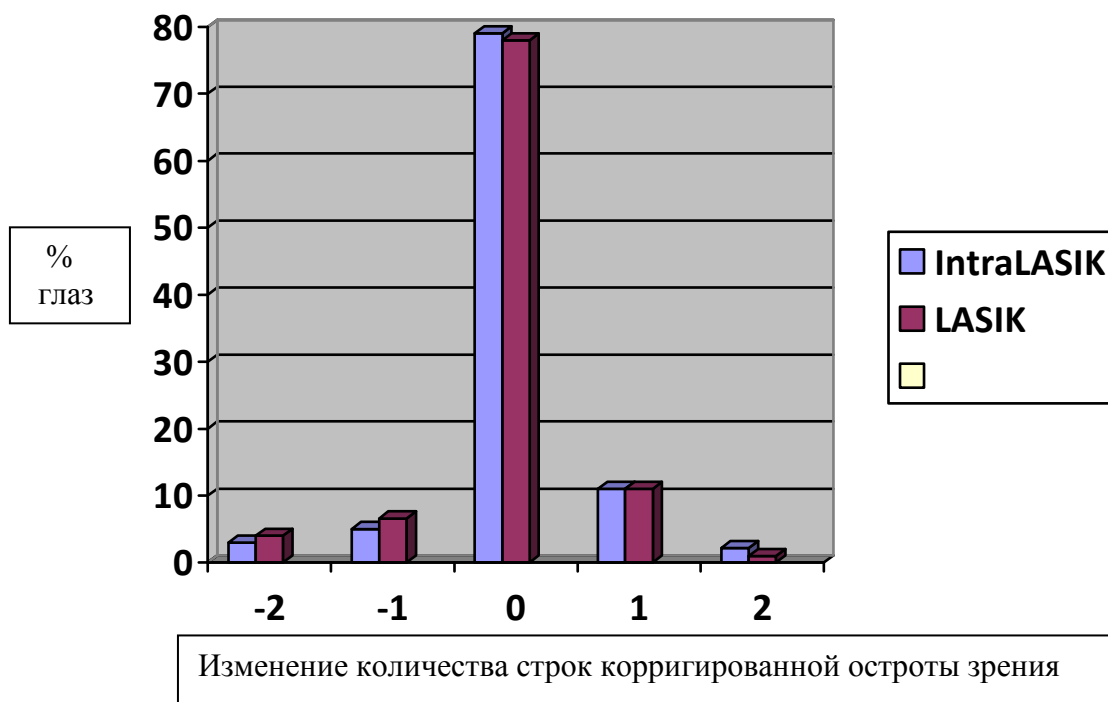


Рис.49. Изменение остроты зрения с коррекцией после операции

Предсказуемость сферэквивалента в группе IntraLASIK: $\pm 0,5$ дптр – 84,5%, $\pm 1,0$ дптр – 94%. Предсказуемость сферэквивалента в группе LASIK: $\pm 0,5$ дптр – 80,0%, $\pm 1,0$ дптр – 92,5%. Индекс безопасности 1,18 и 1,15 в группах соответственно, индекс эффективности 1,05 в группе после IntraLASIK и 1,04 в группе после LASIK.

В раннем послеоперационном периоде было определено увеличение аббераций высшего порядка (таб. 31), в основном это касалось аббераций вида Coma и Trefoil, причем при сравнении с показателями предоперационного периода большее увеличение наблюдалось в группе LASIK по сравнению с IntraLASIK с достоверностью $P < 0,1$.

Таблица 31

Абберации высшего порядка до и через 6 мес. после операции

	High	Coma	Trefoil	4foil
До операции	0,211 $\pm$ 0,112	0,147 $\pm$ 0,085	0,131 $\pm$ 0,065	0,088 $\pm$ 0,021
После Lasik	0,798 $\pm$ 0,437	0,692 $\pm$ 0,317	0,339 $\pm$ 0,212	0,142 $\pm$ 0,091
После IntraLasik	0,695 $\pm$ 0,385	0,481 $\pm$ 0,328	0,244 $\pm$ 0,130	0,084 $\pm$ 0,052

Рис. 51. ОСТ роговицы пациента на 3-й день после LASIK (сканирование с высоким разрешением 10х3 мм), метками обозначена толщина роговичного лоскута и остаточного стромального ложа в точках измерения (расчётная толщина –110 мкм, отклонение - ± 23 мкм – центр, ± 40 мкм - периферия)

Б

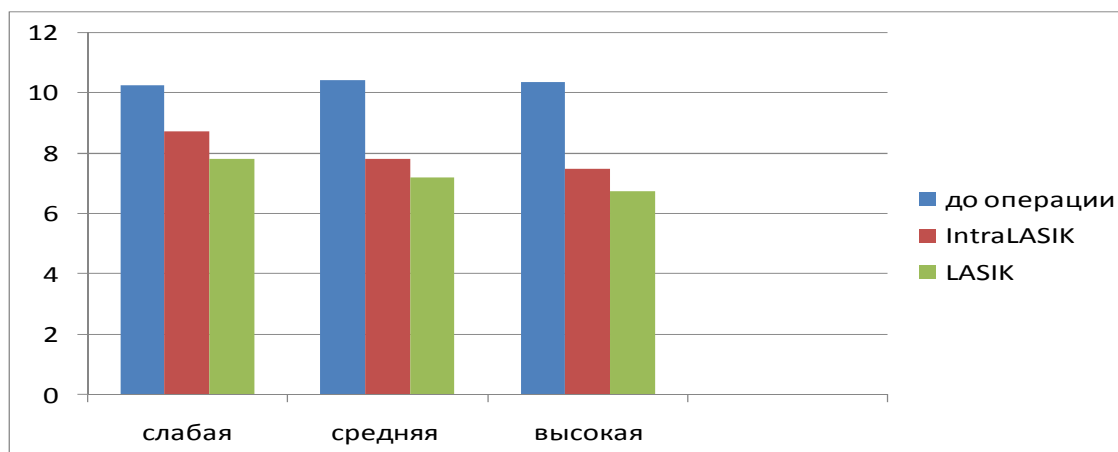


Рис. 54. Изменение КГ после операции в зависимости от степени миопии.

Таблица 32

Изменение КГ после операции в зависимости от степени миопии.

Степень миопии (дптр)	Степень снижения КГ(%)	
	IntraLASIK	LASIK
Слабая	14,1%	20,2%
Средняя	25,4%	31,1%
Высокая	28,3%	34,3%

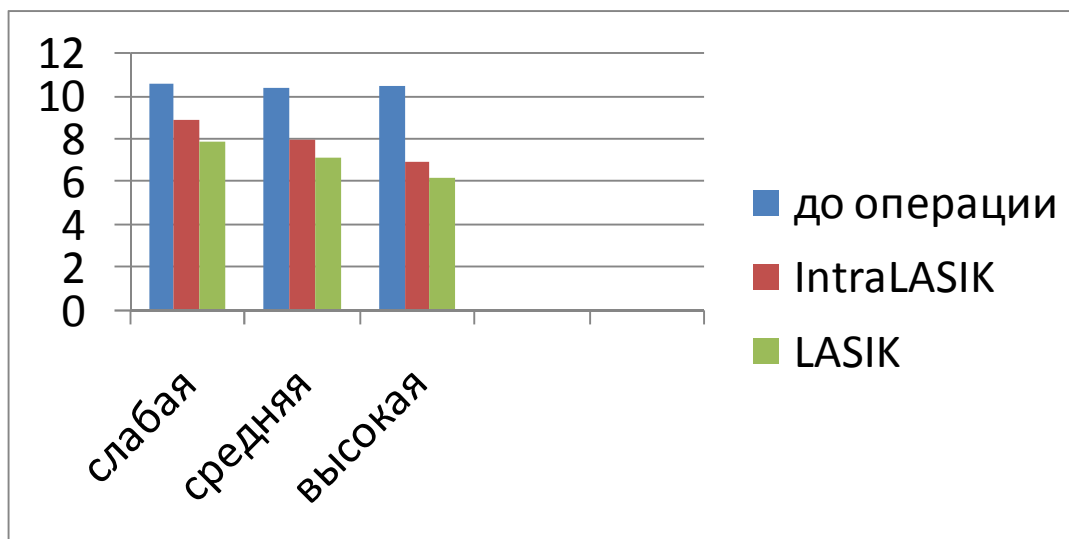


Рис.55. Изменения ФРР после операции в зависимости от степени миопии.

Таблица 33

Изменения ФРР после операции в зависимости от степени миопии

Степень миопии (дптр)	Степень снижения ФРР (%)	
	IntraLASIK	LASIK
Слабая	15,5%	24,3%
Средняя	24,2%	30,2%
Высокая	33,2%	42,2%

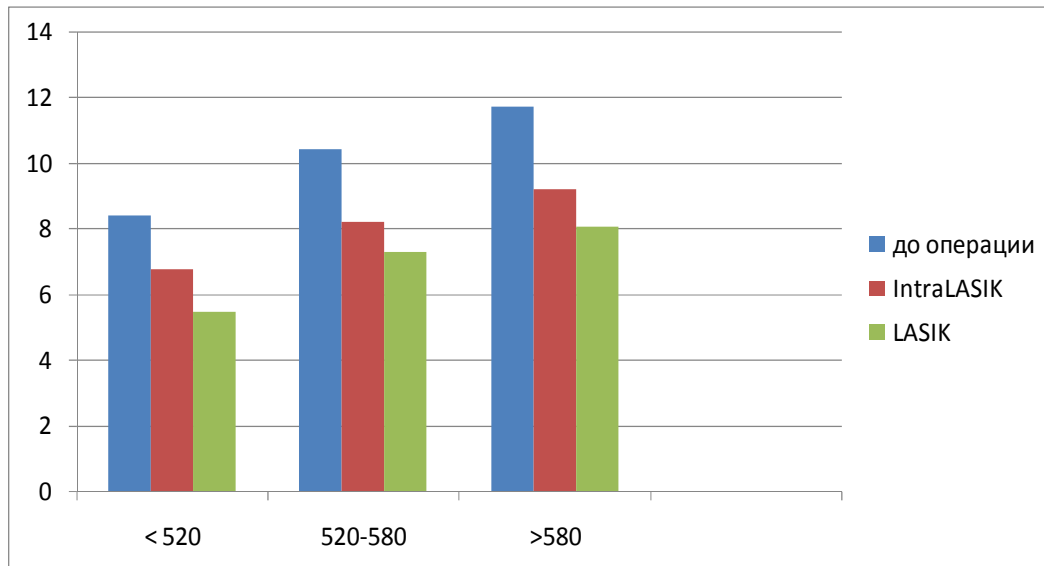


Рис. 56. Изменения КГ после операции в зависимости от толщины роговицы

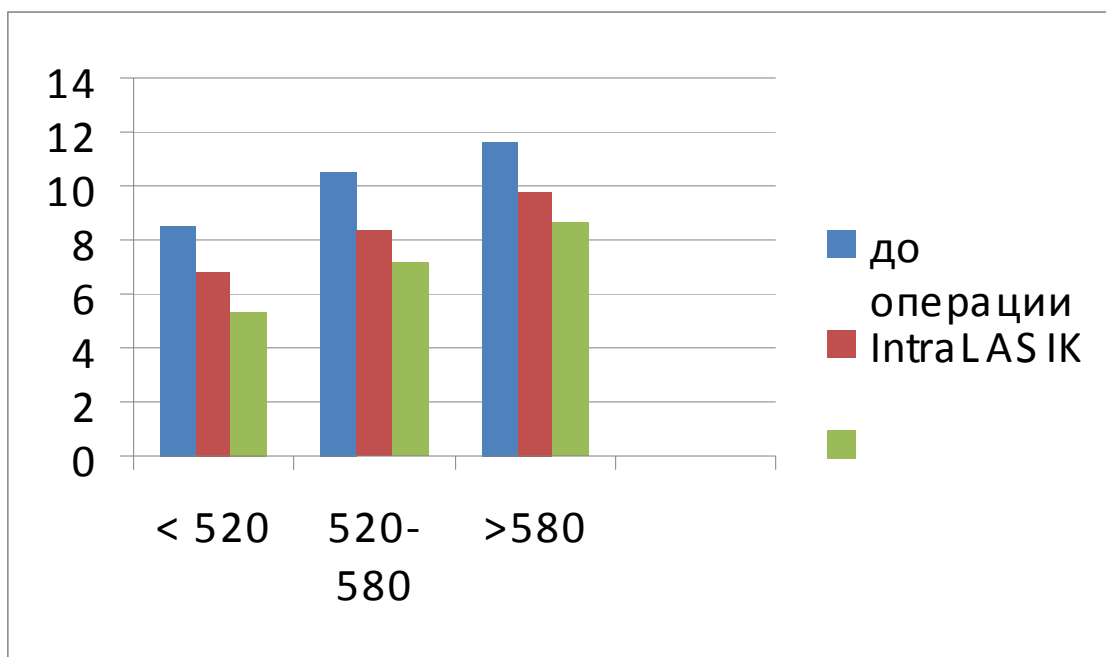


Рис.57.Изменения ФРР после операции в зависимости от толщины роговицы.

В послеоперационном периоде, по данным анализатора биомеханических свойств роговицы (ORA), во всех группах отмечалось

статистически значимое ($p < 0,05$) снижение значений корнеального гистерезиса (КГ) и фактора резистентности роговицы (ФРР) (рис.), что не противоречит результатам немногочисленных исследований других авторов. Степень снижения этих показателей различалась в зависимости от исходной толщины роговицы, способа формирования роговичного лоскута и объёма лазерного воздействия. Величина снижения КГ и ФРР отличалась в исследуемых группах: через 1 мес. в группе LASIK она составила в среднем 34,6 %, в группе IntraLASIK - 24,3 %. Эти значения можно считать относительно постоянной величиной, т.к. через 6 месяцев после операции, несмотря на стабилизацию состояния интерфейса роговицы, снижение биомеханических показателей КГ и ФРР сохранилось и составило в среднем 33,4 % в группе LASIK и 22,5 % в группе IntraLASIK. При увеличении объёма лазерного воздействия (в зависимости от степени корригируемой миопии) в каждой из групп увеличивалась степень снижения КГ и ФРР, т.е. степень изменения биомеханических свойств роговицы находится в прямой зависимости от объёма лазерного воздействия (рис.). Миопическая абляция происходит в центральной части роговицы – самом уязвимом для изменения ее свойств участке. Наряду с возможностью получить высокие рефракционные результаты, данное расположение воздействия приводит к ослаблению биомеханических свойств роговицы.

В первой группе (пациенты с миопической рефракцией после операции IntraLASIK) наблюдали повышение ПКЧ на средних и высоких частотах в фотопических условиях. В мезопических условиях ПКЧ почти всегда соответствовала предоперационной. На фоне засвета в фото- и мезопических условиях пациенты после IntraLASIK также показали отсутствие изменения контрастной чувствительности на всех частотах.

Во второй группе (пациенты с миопической рефракцией после операции LASIK) отмечалось небольшое повышение контрастной чувствительности на всех частотах в фотопических условиях. В мезопических условиях ПКЧ уменьшалась в сравнении с дооперационной. А

в условиях ослепления контрастная чувствительность в фото- и мезопических условиях резко снижалась и оказывалась значительно ниже, чем до операции. Часть пациентов вовсе не различали мишеней в мезопических условиях на фоне засвета.

Фоторефракционная хирургия по технологии IntraLASIK, выполняемая с помощью излучения сканирующего эксимерного и фемтосекундного лазера, имеет микронную точность, позволяет корректировать недоступные ранее степени миопии, формировать идеально гладкую поверхность роговицы, получать полное соответствие зоны фотоабляции заданной зоне рефракционного перепрофилирования, контролировать положение и параметры формируемого роговичного клапана, выполнять вмешательство с незначительным количеством осложнений и сократить число повторных вмешательств до минимума, что способствует восстановлению остроты зрения без коррекции до максимально возможной у 98% прооперированных больных в минимальные сроки.

Основными возможностями повышения качества зрения после кераторефракционных операций с учетом максимального сохранения биомеханических свойств роговицы являются: расширение оптической и переходной зон абляции; создание большего по диаметру роговичного клапана с формированием большего объема стромального ложа.

Использование фемтосекундного лазера, обладающего свойствами максимального сохранения структуры коллагеновых фибрилл, высокой точностью формирования толщины и диаметра роговичного лоскута, обеспечивает получение максимально возможного рефракционного

результата, а также высокого качества зрения за счёт минимального индуцирования роговичных aberrаций высших порядков, увеличения пространственной контрастной чувствительности, особенно в условиях пониженной освещенности, умеренных изменений биомеханических свойств роговицы.

Архитектоника роговичного лоскута после LASIK приводит к увеличению aberrаций высших порядков и индуцированному астигматизму, что обусловлено неравномерным снижением естественного натяжения коллагеновых волокон в передних слоях стромы, которые вошли в состав лоскута. Индуцированный астигматизм до 2-3 дптр. в послеоперационном периоде может сохраняться до 1-2 мес., к 3 мес. постепенно уменьшается.

Многочисленные исследования показали, что коллагеновые волокна, натянутые от лимба до лимба, составляют каркас роговицы [Dupps W.J.Jr., 2001, Roberts, 2002, Roberts, 2000, Балашевич Л.И., 2002]. После среза роговичного лоскута микрокератомом и лазерной фотоабляции в результате разрыва сетки фибрилл происходит тракция и сокращение поврежденных волокон по направлению к лимбу, из-за чего роговица утолщается на границе абляции и в интактной зоне, а в месте абляции под действием тяги освобожденных фибрилл оставшаяся часть каркаса роговицы уплощается. В результате такой релаксации после выполнения миопического профиля абляции имеется уплощение роговицы в центральной зоне и повышение ее крутизны за счет утолщения на периферии, что вызывает уменьшение значения сферического компонента рефракции или гиперметропический сдвиг в рефракции. Следовательно, естественная биомеханическая реакция роговицы усиливает эффект коррекции миопии.

Толщина поверхностного лоскута роговицы, выкраиваемого с помощью механического микрокератома оказалась неравномерной не только в начале и конце среза, но и в центральной зоне, лоскут имел

менискообразную конфигурацию. При этом реально получаемый и используемый для абляции диаметр, ограниченный шириной ножки лоскута, составил в среднем $8,5 \pm 0,3$ мм. Получение неоднородного лоскута (тонкого в центре и толстого по периферии) определили неточности в толщине остаточного стромального ложа и в диаметре роговичного лоскута, что в свою очередь, ограничивало объем эффективного стромального ложа и влияло на качество выполнения оптимального профиля миопической абляции.

При исследовании методом конфокальной микроскопии нами оценивались: состояние эпителиального слоя, сроки и степень восстановления суббазальных нервных волокон, морфология передней, средней стромы.

3.3. Хирургическая технология лазерного *in situ* кератомилёза с использованием механического микрокератома для коррекции миопической рефракции

Операция проводилась в стерильной операционной с такой же тщательной подготовкой операционного поля, как и для любой другой глазной операции. Перед операцией тщательно проверялось разовое лезвие, правильность установки стопорного кольца, параметры работы лазера.

В программу компьютера, управляющего лазером, вводились параметры глаза пациента для расчета операции (сфероцилиндрическая рефракция, требующая коррекции, данные офтальмометрии и толщины роговицы, размер зоны абляции, толщина срезаемого с поверхности роговицы лоскута). Расчет операции проводился по разработанной для установки «МикроСкан - ЦФП» программе.

Операция проводилась под местной анестезией. За 10 – 15 мин до начала операции в конъюнктивальную полость оперируемого глаза проводилась инстилляция раствора Тобрекса. Кожа век и лица вокруг глаза в радиусе 5 см обрабатывалась препаратом бетрадин. Для анестезии в

конъюнктивальную полость закапывался 0,4% раствор инокаина по 1-2 капли двукратно через 1 мин. Зона операции накрывалась стерильной салфеткой с прорезью (диаметром 6-7 см) для глаза. Устанавливался векорасширитель. Повторялась инстиллясия 0,4% раствора инокаина 1-2 капли.

Перемещением стола с пациентом хирург наводил микроскоп лазера на резкость (увеличение $\times 1,6$) по вершине роговицы, совмещая два сходящихся пучка прицельных низкоэнергетических красных лазеров. Пациент фиксировал взгляд на мигающей зеленой точке – светодиоде в центре объектива микроскопа. Хирург совмещал пятно прицельного лазера с изображением зеленого светодиода, отражающегося от поверхности роговицы, указывающего зрительную ось глаза. Ассистент (инженер или медсестра) на мониторе компьютера включал систему автоматического слежения за положением глаза, фиксирующую центр зрачка. По положению отражения зеленого светодиода врач корректировал следящую систему по зрительной оси. Проводилась маркировка роговицы (рис. 12А).

На первом этапе с помощью автоматизированного микрокератома Morgia M2 срезался поверхностный лоскут роговицы с планируемым диаметром 9 – 9,5 мм. Лоскут срезался не полностью, он оставался связанным с основанием роговицы мостиком шириной 3-5 мм. На склере вокруг роговицы устанавливалось вакуумное кольцо микрокератома нужного диаметра для получения необходимой ширины срезаемого лоскута в соответствии с исходной кривизной роговицы (рис. 12Б). Большой номер кольца применяли для роговицы с меньшими радиусом кривизны и диаметром. Нажатием педали «вакуум» включали помпу. При достижении необходимого вакуума (определяемого по шкале управляющего блока или апланатором) необходимо было убедиться, что кольцо фиксировано на склере в правильном положении. После этого головка микрокератома помещалась в направляющие вакуумного кольца и фиксировалась на нем. Нажатием педали «ход» включался мотор головки кератома и проводился срез тонкого слоя роговицы (толщина задавалась головкой кератома) до

упора головки в стопор (определяющий ширину «ножки» лоскута). Нажатием обратной педали головка возвращалась в исходную позицию. Выключался вакуум и снималось кольцо. Продолжительность нахождения кольца с включенным вакуумом на глазу было минимальным – не более 35 - 45 сек во избежание окклюзии центральной артерии сетчатки. Проводилось удаление излишней влаги с поверхности роговицы. Прицельный луч снова совмещался в плоскости фокуса со зрительной осью глаза. Толщина лоскута обычно планировалась 110-130 мкм, однако при высокой миопии использовали более тонкий лоскут толщиной 90-100 мкм.

С помощью шпателя срезанный лоскут поднимался (рис. 12 В) и отворачивался в сторону «ножки» (рис. 12 Г), расположение которой зависит от модели микрокератома и выбора хирурга. Выключалось освещение микроскопа и проводилась эксимерлазерная профилированная абляция стромальной ткани ложа лоскута по рассчитанной программе (рис. 12 Д).

Длительность операции составляла не более 1 – 1,5 мин. По завершении работы лазера аблированную поверхность очищали от продуктов испарения струёй сбалансированного физраствора. Лоскут укладывали на ложе, разглаживали тупфером до полной адаптации с ложем, из-под него удаляли излишнюю влагу для достижения необходимой адгезии (рис. 12 Е). В конъюнктивальную полость закапывали раствор тобрекса или витабакта, затем наносили 1 каплю геля солкосерила и удаляли векорасширитель. Пациента просили закрыть глаз. Операцию на этом заканчивали. Через 20 – 40 минут, прежде чем отпустить пациента, осматривали глаз на щелевой лампе для оценки состояния и адаптации лоскута, чистоты подклапанного слоя. Давали рекомендации по лечению – инстилляции антибактериальных препаратов (Тобрекс, Офтаквикс) в течение 5 – 7 дней, глюкокортикостероидов (Дексаметазон, Дексапос) по убывающей схеме в течение 3-х недель (в течение первой недели - трёхкратные инстилляции в день, на второй – двукратные и на третьей - однократные). Осмотр оперированного глаза, проверку рефракции и остроты зрения проводили на

следующий день. Контрольный осмотр с проверкой рефракции и остроты зрения назначали через 3 – 4 недели. В дальнейшем рекомендовали осмотры через 3, 6, 12 месяцев.

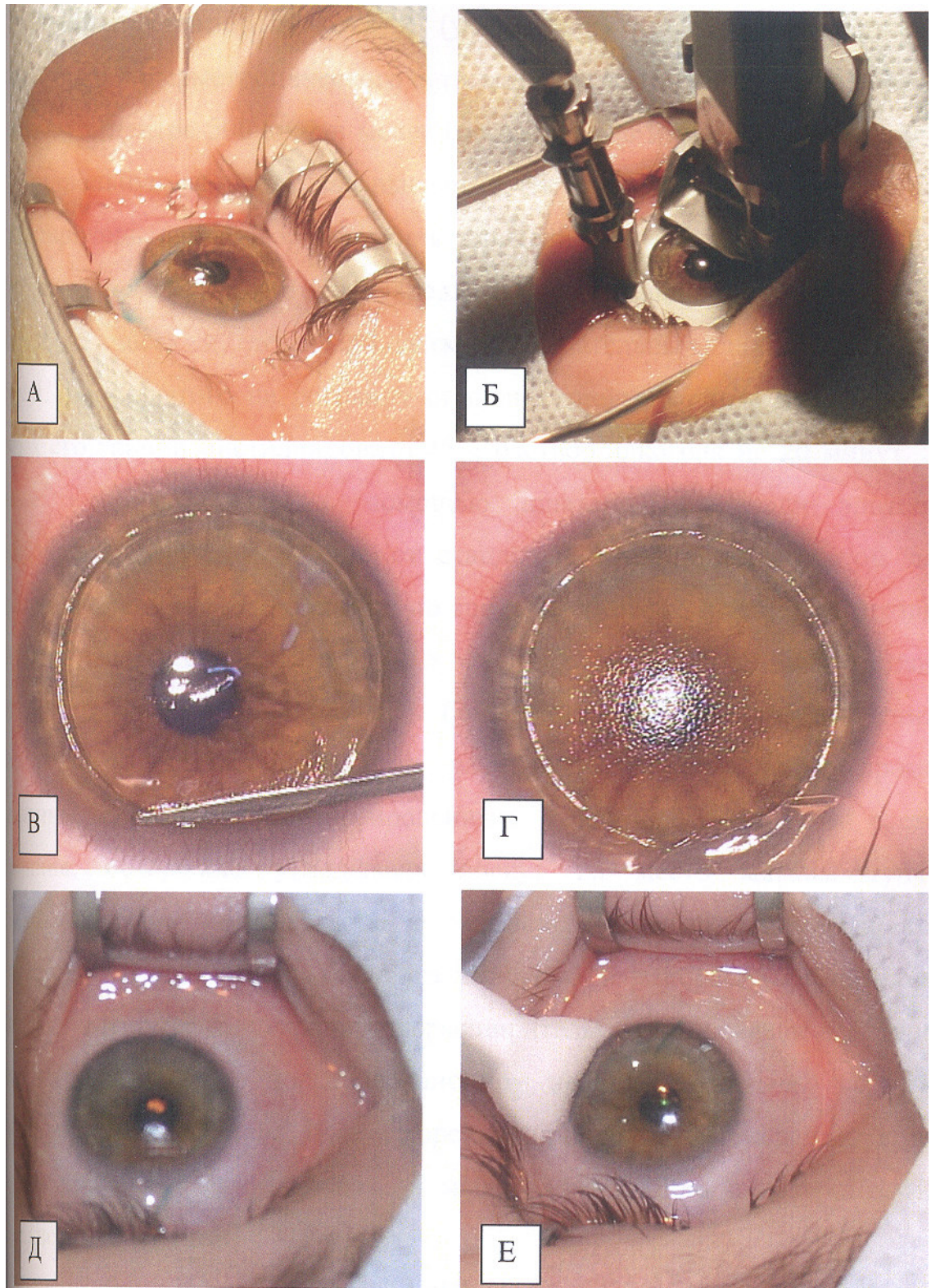


Рис.12. Этапы LASIK: А – маркировка роговицы; Б – установка вакуумного кольца и резекция роговичного лоскута кератомом М2; В – подъем срезанного лоскута шпателем; Г – откидывание лоскута в сторону ножки; Д – абляция стромального ложа; Е – репозиция лоскута

Гладкий мультифокальный рефракционный профиль роговичной поверхности по всей зоне эффективного стромального ложа без наличия выраженных переходных зон

На рисунке 42 изображены примеры изменения контрастной чувствительности у пациентов с миопической рефракцией после операции IntraLASIK относительно предоперационной в различных условиях.

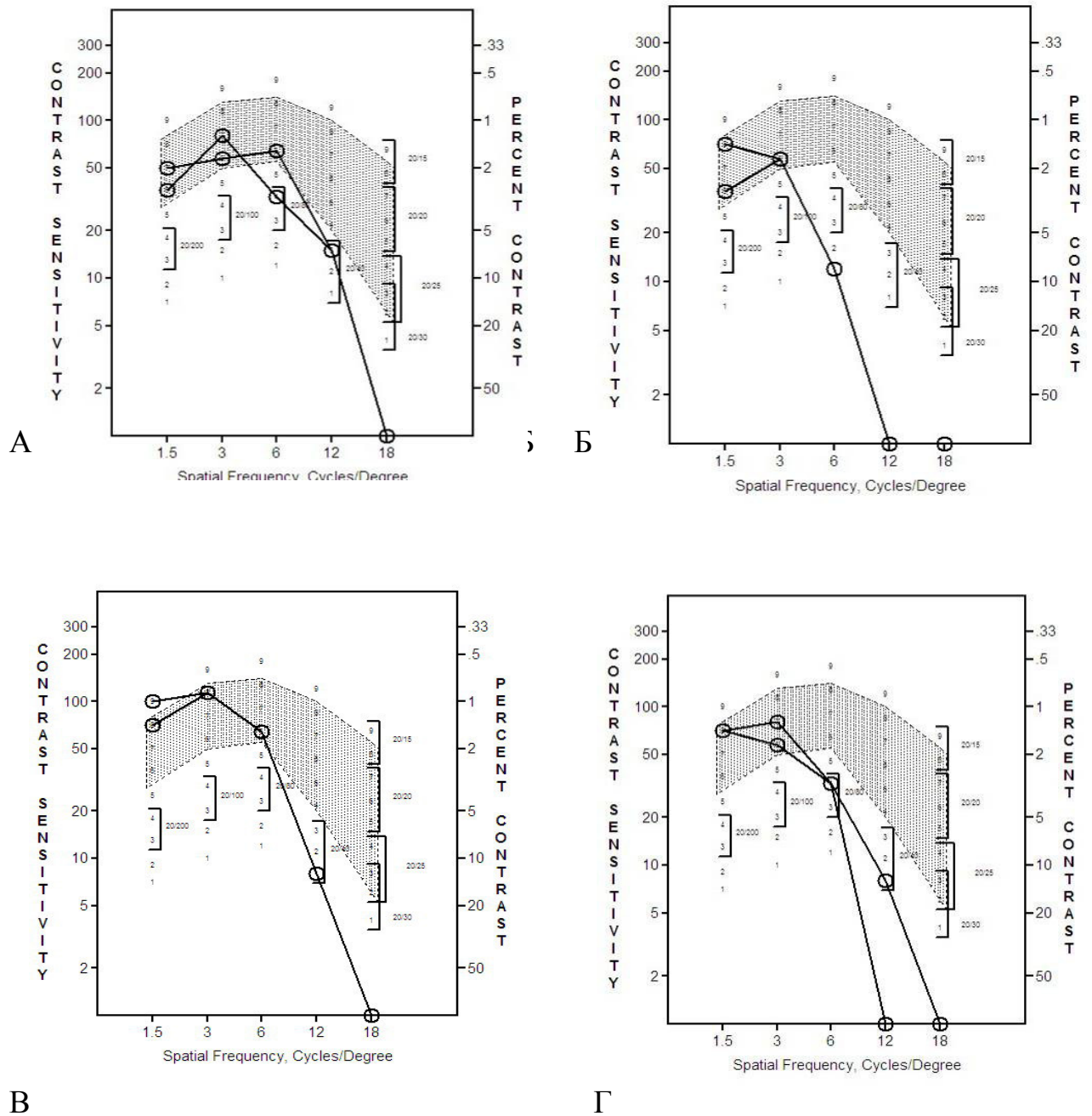


Рис. 42. Графики обследования ПКЧ после операции IntraLASIK пациента Е., 1974 г.р. А) в фотопических условиях, Б) в мезопических, В) в фотопических условиях с засветом, Г) в мезопических условиях с засветом

На рисунке 43 изображены примеры изменения контрастной чувствительности у пациентов с миопической рефракцией после операции LASIK относительно предоперационной в различных условиях.

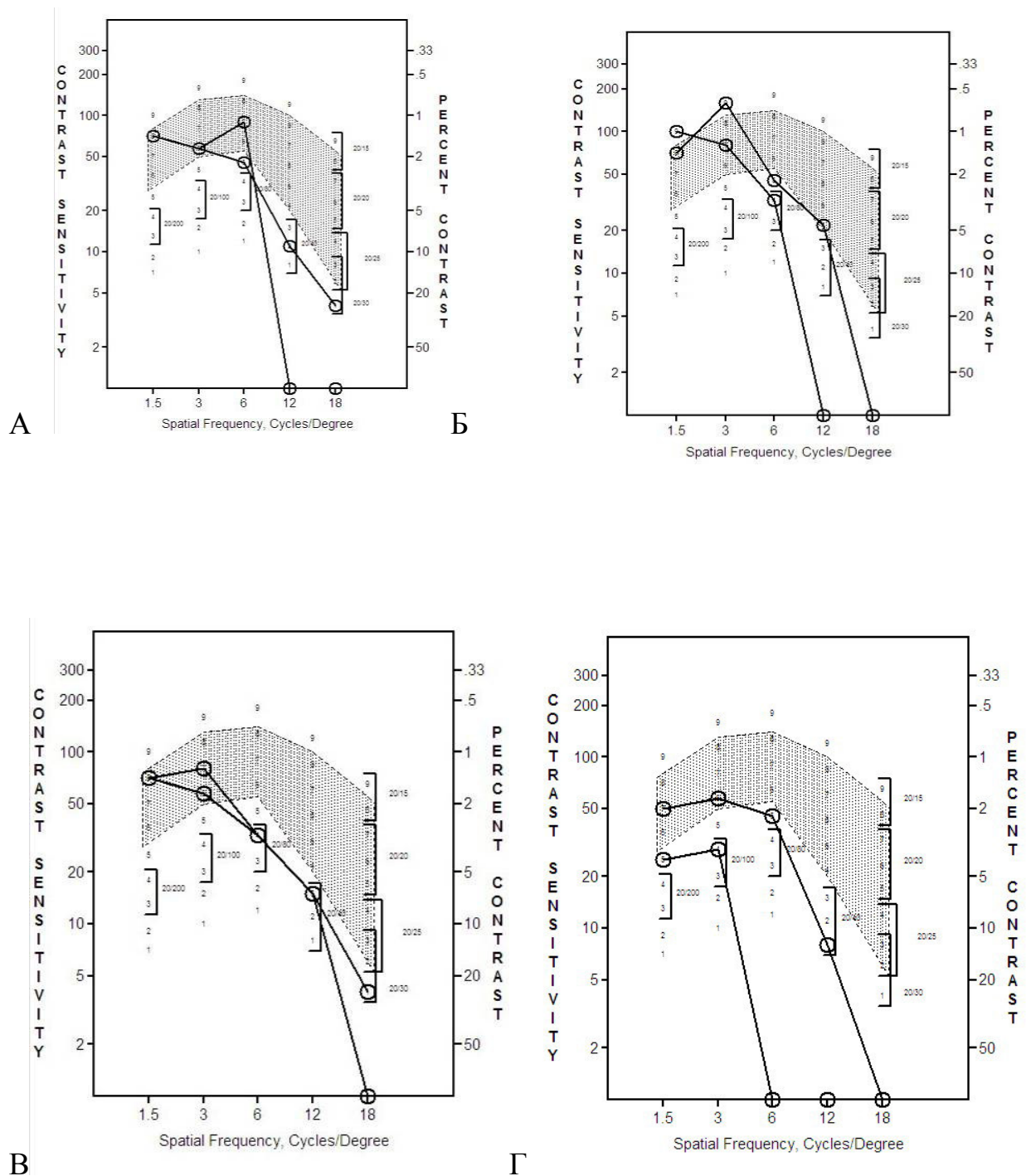


Рис. 43. Пациент Б., 1984 г.р., после операции LASIK: А) в фотопических условиях, Б) в мезопических, В) в фотопических условиях с засветом, Г) в мезопических условиях с засветом