

КУЛИКОВА
Ирина Леонидовна

**КЕРАТОРЕФРАКЦИОННАЯ ЛАЗЕРНАЯ ХИРУРГИЯ
В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ
С ГИПЕРМЕТРОПИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИЕЙ**

14.00.08 – глазные болезни

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Москва-2009

Работа выполнена в Чебоксарском филиале Федерального государственного учреждения «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова Росмедтехнологии»

Научный консультант

доктор медицинских наук, профессор **ПАШТАЕВ Николай Петрович**

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор **СЕМЕНОВ Александр Дмитриевич**

доктор медицинских наук **ЕРМИЛОВА Ирина Александровна**

доктор медицинских наук, профессор **ТАРУТТА Елена Петровна**

Ведущая организация: ГУ НИИ глазных болезней РАМН

Защита состоится «2» ноября 2009 г. в 14.00 на заседании диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций (Д.208.014.01) при ФГУ «МНТК «МГ» им. акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии» по адресу: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д.59А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУ «МНТК» «МГ» им. акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии».

Реферат разослан «___» _____ 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор медицинских наук

АГАФОНОВА В.В.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Кб	коэффициент безопасности
КОЗ	корректируемая острота зрения
КРЛО	кераторефракционные лазерные операции: <i>ЛАЗИК</i> - лазерный in situ кератомилез с использованием механического кератома для формирования роговичного клапана <i>Эпи-ЛАЗИК</i> - поверхностный лазерный кератомилез in situ с использованием механического эпикератома для формирования эпителиального лоскута <i>ЛАЗЕК</i> - лазерный эпителиальный кератомилез с использованием спирта для формирования эпителиального лоскута <i>ИнтраЛАЗИК</i> - лазерный in situ кератомилез с использованием фемтосекундного лазера для формирования роговичного клапана <i>ЛТК (Glass-Yb:Er)</i> - лазерная термокератоластика с использованием инфракрасного лазера на иттербий-эрбиевом стекле с длиной волны 1,64 мкм
у-КРЛО	у-ЛАЗИК, у-Эпи-ЛАЗИК, у-ЛАЗЕК, ФемтоЛАЗИК – усовершенствованные технологии КРЛО
Кэ	коэффициент эффективности
НОЗ	некорректируемая острота зрения
СЭФ	субэпителиальная фиброплазия
СЭ	сферический эквивалент рефракции
СН	корнеальный гистерезис
Н	гиперметропия
RMS НОА	среднеквадратичное значение ошибок отклонения волнового фронта для всех аберраций высшего порядка

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации

У большинства детей и подростков с гиперметропической рефракцией наблюдается дезадаптация к аметропии за счет повышенного тонуса аккомодации (Аветисов Э.С., Кащенко Т.П., Шамшинова А.М., 2005, Сердюченко В.И., 2000, Поспелов В.И. 1997, Шпак А.А., 1993, Зубарева Л.Н. с соавт., 2006, France L.W., 2006, Lesueur L.C., 1998).

Проведенные исследования у детей с гиперметропией (Н) высокой степени показали значительную незрелость зрительного анализатора, включая его корковую часть, что позволяет рассматривать такое состояние как рефракционную инвалидность (Ивашина А.И., Ермилова И.А., Агафонова В.В., 2002). Амблиопия на фоне гиперметропической рефракции, особенно анизометропическая, плохо поддается консервативному лечению, часто сопровождается серьезным расстройством бинокулярных функций и является одной из причин инвалидности по зрению (Розенблюм Ю.З., 1976, Тарутта Е.П., 2005, Аветисов С.Э., 2006, Сидоренко Е.И., 2006).

Появление новых видов кераторефракционных лазерных операций (КРЛО) и совершенствование лазерных установок способствовали достижению определенных успехов в коррекции Н и гиперметропического астигматизма и внедрению различных видов лазерных рефракционных операций в детскую офтальмологию по строгим медицинским показаниям, основным из которых является неподдающаяся коррекции и лечению анизометропическая амблиопия (Федоров С.Н., Семенов А.Д., 1983, Дога А.В. с соавт., 2007, Ивашина А.И., Коршунова Н.К., Антонова Е.Г., 1998, Ермилова И.А., 1999, Шелудченко В.М. с соавт., 2002, Рыбинцева Л.В., 2000, Двали М.Л., 2002, Медведева Н.И., 2002, Paysse E.A., 2004, Alio J.L., 1997, Esquenazi S., 2004, Agarwal A., 2000, Aron J.J., 1998, Astle W.F., 2007, Utine C.A., 2008).

Однако в настоящее время имеется недостаток информации об отдаленных результатах применения КРЛО и отсутствие выработанной системы, обеспечивающей дифференцированный подход к назначению разных

их видов в зависимости от конкретных клинических данных и технических особенностей существующих технологий.

Технологии поверхностного воздействия - лазерный эпителиальный кератомилез (ЛАЗЕК), фоторефракционная кератэктомия и поверхностный лазерный кератомилез *in situ* (Эпи-ЛАЗИК) имеют несомненное преимущество перед лазерным *in situ* кератомилезом (ЛАЗИК), так как не ослабляют биомеханические свойства роговицы (Camellin M., 1999, Vinciguerra P., et al., 2003, McDonald M., 2007, Воротникова Е.К., 2006, Pallikaris I.G. et al., 2003). Вместе с тем, одним из недостатков этих операций является риск появления субэпителиальной фиброплазии (СЭФ) роговицы, сопровождающейся нарушением ее прозрачности в зоне абляции (Румянцева О.А., 2003, Егоров В.В. с соавт., 2004, Smolin G., Thoft R., 1994).

Использование фемтосекундного лазера на смену механическому кератому позволило не только значительно устранить погрешности в толщине и диаметре формируемого клапана роговицы, но и снизить уровень индуцированных аберраций высших порядков (НОА) после ЛАЗИК с использованием лазерного кератома (ИнтраЛАЗИК) (Tran B., 2003, Durrie D., 2003, Albarran-Diego C., Munoz G., 2006, Alio J., Pinero D., 2007).

При этом достаточно явно сохраняется потребность в систематизированной оценке достоинств имеющихся способов КРЛО, в том числе и на морфологическом уровне. Нерешенными и спорными остаются вопросы сочетания разных КРЛО, их безопасность и приближение эффективности вмешательства к результатам у взрослых, очередность проведения рефракционной операции и операции на мышцах при наличии косоглазия. Не разработаны методики операций у детей с учетом возрастных особенностей и исходных биомеханических свойств роговицы.

Поэтому анализ применения разных видов КРЛО для коррекции Н и гиперметропического астигматизма у детей и подростков - является на сегодняшний день весьма актуальной проблемой, требующей всестороннего исследования и решения на современном технологическом и научном уровне.

Цель исследования

Создание системы коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков кераторефракционными лазерными операциями.

Задачи исследования

1. Провести анализ отдаленных клинико-функциональных результатов коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков по стандартным технологиям КРЛО.

2. Изучить в эксперименте морфогенез заживления роговицы после проведения ЛАЗИК, ЛАЗЕК, Эпи-ЛАЗИК, ИнтраЛАЗИК и иттербий-эрбиевой лазерной терموкератоластики (Glass-Yb:Er ЛТК), проанализировать течение послеоперационного периода, отдаленные результаты влияния используемых лазерных излучений на роговицу и возможные осложнения.

3. Определить влияние техники выполнения разных видов КРЛО на биомеханические свойства роговицы.

4. Разработать усовершенствованные технологии КРЛО и способы их сочетаний с учетом особенностей детского глаза и биомеханических свойств роговицы.

5. Проанализировать эффективность, безопасность, клинико-функциональные результаты операций с интрастромальным (ЛАЗИК, ИнтраЛАЗИК), поверхностным (ЛАЗЕК, Эпи-ЛАЗИК) и коагулирующим (Glass-Yb:Er ЛТК) воздействием на роговицу в коррекции первичных и индуцированных форм гиперметропии и гиперметропического астигматизма.

6. Провести анализ структурных изменений роговицы после операций по данным оптической когерентной томографии.

7. Провести сравнительный анализ изменений пространственной контрастной чувствительности, роговичных аберраций высшего порядка и корнеальных статистических индексов.

8. Выработать алгоритм дифференцированного выбора методов КРЛО с учетом индивидуальных клинико-функциональных данных.

Научная новизна исследований

1. Впервые выполненный гистологический и ультраструктурный анализ роговицы кролика через 14 месяцев после различных видов КРЛО на глубину абляции 130 мкм показал, что имеется сохранность структуры роговицы и отсутствуют изменения в прилежащих тканях и глубже места лазерного воздействия. Вместе с тем, после использования иттербий-эрбиевого лазера с длиной волны 1,54 мкм с коагулирующим и уплотняющим действием на все слои роговицы, в определенных энергетических режимах рубцы в проекции лазерных коагулятов являются состоятельными, толщина роговицы в месте воздействия тоньше на 19% ($72 \pm 8,5$ мкм) по сравнению с интактной зоной.

2. Доказано, что особенностью заживления при использовании фемтосекундного лазерного кератома с частотой следования импульсов 60 кГц является отсутствие повреждения волокон по ходу горизонтального разреза и образование «опорного кольца» по краю роговичного клапана в виде более выраженного рубцевания, создающего дополнительный каркас и укрепляющий роговицу после операции в отличие от формирования клапана роговицы с помощью механического кератома, вызывающего повреждение волокон по ходу всего разреза с формированием слабого интрастромального рубца. Спиртовое отделение эпителиального лоскута и его удаление в сравнении с механическим способом его формирования вызывает более выраженные изменения базального слоя эпителия и прилежащих слоев роговицы, что повышает риск появления субэпителиальной фиброплазии, снижающей прозрачность роговицы в позднем послеоперационном периоде.

3. Впервые проведенный сравнительный анализ корнеального гистерезиса с помощью анализатора биомеханических свойств глаза у детей и подростков с гиперметропией, миопией и эметропией, а также после разных видов КРЛО, подтвердил изначально разные свойства роговицы в зависимости от имеющейся рефракции глаза и показал, что высокая ригидность, наряду с возрастными особенностями, определяет ограничение рефракционного эффекта

в коррекции гиперметропической рефракции и отсутствие значимых изменений корнеального гистерезиса после КРЛО.

4. Впервые обоснована возможность применения и разработана технология использования фемтосекундного лазера у детей и подростков с гиперметропической рефракцией – усовершенствованный ИнтраЛАЗИК или ФемтоЛАЗИК.

5. Впервые предложена технология сочетания у-ЛАЗИК с хирургическим исправлением косоглазия при стабильных углах, не изменяющихся при моделировании эффекта операции.

Практическая значимость работы

1. На основании экспериментальных, биомеханических исследований и клинико-функциональных результатов на базе стандартных методов КРЛО разработаны новые усовершенствованные их модификации - у-ЛАЗЕК, у-ЛАЗИК, у–Эпи-ЛАЗИК, Glass-Yb:Er ЛТК, сочетание эксимерлазерных операций с Glass-Yb:Er ЛТК и система их использования для коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков.

2. Доказано прямое влияние диаметров оптической и общей зон абляции на рефракционный эффект и степень его регресса в зависимости от исходных биомеханических свойств роговицы и ее ответа на лазерное воздействие: чем больше заданные зоны, тем выше и стабильнее рефракционный эффект и меньше регресс.

3. Для сохранения биомеханических свойств роговицы и повышения безопасности КРЛО, особенно в детском и подростковом возрасте, при выполнении технологий с интрастромальным воздействием (ЛАЗИК, ИнтраЛАЗИК) необходимо формировать клапан толщиной 90-100 мкм, что сохраняет опорные коллагеновые фибриллы передней и средней части стромы и минимизирует повреждение нервных окончаний.

4. Для предотвращения ослабления изначально тонкой роговицы необходимо выполнять технологию поверхностного воздействия с

механическим формированием эпителиального лоскута (Эпи-ЛАЗИК) для обеспечения минимальной травматизации эпителия и уменьшения риска появления субэпителиальной фиброплазии в послеоперационном периоде.

5. Полученные сравнительные данные пространственной контрастной чувствительности и роговичных aberrаций высших порядков (по Цернике и Фурье) после разных видов КРЛО у детей и подростков с гиперметропией и гиперметропическим астигматизмом позволили провести оценку технологий, и показали недостатки использования механического кератома, вызывающего в большей степени индуцированные aberrации высших порядков и астигматизм, снижающие качество зрения, и преимущество применения фемтосекундного лазерного кератома вместе с технологиями поверхностной абляции, обеспечивающими хорошие результаты за счет получения более высокого качества формируемой поверхности роговицы.

6. Разработанные сочетания разных видов КРЛО, безопасность которых подтверждена, в том числе, данными лазерной тиндалеметрии, позволяют увеличить рефракционный эффект по цилиндрическому компоненту рефракции в среднем на $2,5 \pm 0,11$ дптр, эффективность и прогнозируемость лечения на 15%, сократить сроки реабилитации за счет более быстрого восстановления зрительных функций.

7. На основании морфологических исследований и структурных изменений роговицы по данным оптической когерентной томографии после разных видов КРЛО определены основные подходы к дифференцированному выбору тех или иных вмешательств в зависимости от исходной толщины роговицы наряду с рефракционными данными.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Проведенный анализ отдаленных клинико-функциональных результатов коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков после выполнения разных видов КРЛО по стандартным методикам выявил, наряду с улучшением зрительных функций, ограниченный

и нестабильный рефракционный эффект, регресс полученного вначале результата и уменьшение функциональной оптической зоны, наличие операционных и послеоперационных осложнений (децентрация абляции, индуцированный астигматизм и роговичные aberrации высших порядков и др.), приводящих к снижению остроты и качества зрения.

2. Предложены пути усовершенствования разных видов традиционных КРЛО с учетом сохранения биомеханических свойств роговицы, включающие равномерное распределение лазерного воздействия по всей поверхности роговицы с максимальным захватом интактной периферической части для получения прогнозируемого профиля абляции и контроля над изменениями, происходящими вследствие естественной биомеханической реакции роговицы в ответ на хирургическое воздействие; расширение оптической и переходной зон абляции; центрацию абляции по зрительной оси с учетом угла каппа (между зрительной осью и осью, проходящей через центр зрачка); создание большого по диаметру клапана или эпителиального лоскута с формированием большого объема стромального ложа, функционально важного для качественного выполнения сложного профиля гиперметропической абляции; что реализовалось в разработке усовершенствованных видов КРЛО.

3. Использование фемтосекундного лазера с сохранением структуры коллагеновых фибрилл, высокой точностью формирования толщины и диаметра роговичного клапана и созданием большого объема эффективного стромального ложа обеспечивает получение максимально возможного в каждом конкретном случае рефракционного результата и высокого качества зрения за счет минимального индуцирования роговичных aberrаций высших порядков.

4. Усовершенствованные КРЛО уменьшают риск послеоперационных осложнений в 3,5 раза и позволяют уменьшить астенопический синдром за счет снижения степени гиперметропии и гиперметропического астигматизма по СЭ в среднем от $+1,94 \pm 0,15$ дптр до $+5,0 \pm 0,11$ дптр в зависимости от выбора необходимого в каждом конкретном случае вида вмешательства, с

объективным увеличением остроты зрения и улучшением качества зрительных функций, несмотря на умеренное увеличение роговичных аберраций, и сопровождающееся снижением доли лиц с амблиопией высокой степени на 13%, средней степени - на 53% и восстановлением бинокулярного характера зрения у детей почти в половине случаев, что превышает результаты стандартных технологий КРЛО со сведением риска послеоперационных осложнений к минимуму.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на 1-м Российском конгрессе «Медицина детям» (Нижний Новгород, 2003), международной научно-практической конференции «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2005,2006,2007,2008), Российской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» (Москва, 2006), Всероссийской научно-практической конференции «Федоровские чтения-2006», 11-м конгрессе Европейского общества катарактальной и рефракционной хирургии (ESCRS) (Греция, Афины, 2007), Ерошевских чтениях (Самара, 2007), 2-й Российской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» (Москва, 2007), 25-м конгрессе Европейского общества катарактальной и рефракционной хирургии (ESCRS) (Швеция, Стокгольм, 2007), научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной страбизмологии и рефракционные нарушения у детей» (Новосибирск, 2008), научно-практической конференции «Новые технологии в офтальмологии» (Казань, 2008), Филатовских чтениях (Одесса, 2009) и научно-практических конференциях ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 48 работ, в том числе 5 за рубежом и 10 в отечественных научных журналах, рецензируемых ВАК РФ. Разработаны и

внедрены 11 патентов РФ и получено положительное решение о выдаче 6 патентов РФ.

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, 6 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Диссертация иллюстрирована 96 рисунками и фотографиями, содержит 40 таблиц. Общий объем составляет 337 страниц, из них 244 машинописного текста. Список литературы содержит 640 библиографических источников, из них 186 отечественных и 454 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Работа состоит из экспериментальных и клинических исследований.

Главной задачей эксперимента являлось доказательство безопасности и изучение отдаленных результатов последствий КРЛО на роговицу кроликов. Глубина эксимерлазерного воздействия в эксперименте составила 130 мкм, что является по общепринятым критериям одним из факторов риска ослабления и появления помутнения роговицы и соответствует глубине фотоабляции при коррекции Н высокой степени.

В эксперименте было выполнено 6 видов операций: ЛАЗЕК, Эпи-ЛАЗИК, ЛАЗИК, ИнтраЛАЗИК, Glass-Yb:Er ЛТК и изолированное формирование клапана роговицы фемтосекундным лазером. В первой серии опытов выполнялись операции поверхностной абляции Эпи-ЛАЗИК с использованием эпикератома Moria Epi-K (Antony, France) и ЛАЗЕК с экспозицией 15% алкоголя до 60 секунд для отделения эпителиального лоскута с последующим выполнением абляции на установке «Микроскан». Во второй серии опытов выполнялась технология ЛАЗИК с использованием механического кератома M2 (Antony, France) с головкой 130-160 мкм и фемтосекундного лазерного кератома «IntraLase FS» (США) для формирования роговичного клапана на глубину 120 мкм с последующим выполнением абляции на установке

«Микроскан» 200 Гц. В третьей серии опытов Glass-Yb:Er ЛТК выполнялась бесконтактно, с энергией воздействия 150-160 мДж/см² и размером аппликаций 200-300 мкм.

При выполнении клинических исследований общее количество обследованных детей и подростков в возрасте от 7 до 17 лет составило 639 человек (675 глаз), в том числе - 585 человек (585 глаз) с Н и гиперметропическим астигматизмом, 18 человек (18 глаз) с миопией и 36 человек (72 глаза) с эмметропией.

КРЛО выполнены у 585 пациентов (585 глаз). Средний возраст в детской группе составил от 7 до 14 лет ($9,7 \pm 1,1$ лет), в подростковой группе – от 15 до 17 лет ($15,9 \pm 0,8$ лет). Количество мальчиков составило 315 человек (53%), девочек - 270 (47%). На 1 января 2009 года минимальный срок наблюдения составил 24 месяца, максимальный – 84 месяца (в среднем $54 \pm 9,5$ месяца). Распределение пациентов в зависимости от вида применяемой КРЛО и от возраста представлено в таблице 1.

Критериями отбора детей и подростков на КРЛО в данном исследовании явились: односторонняя Н и/или гиперметропический астигматизм средней и высокой степени, или анизометропия по сферическому и цилиндрическому компоненту рефракции более 2,5 дптр; индуцированная Н и/или гиперметропический астигматизм после других операций и травм глаза. Условием проведения операции являлась неэффективность использования традиционной коррекции и проведения общепринятых методов лечения амблиопии.

До операций данные СЭ у всех детей и подростков, прооперированных только на один «худший» глаз в среднем составили $+4,83 \pm 1,22$ дптр (от +3,55 до +6,05 дптр). У всех пациентов была диагностирована амблиопия высокой и средней степени. Нарушение бинокулярного характера зрения было диагностировано у 170 (97,1%) детей и 359 (87,5%) подростков.

Оперативное лечение проводилось в комплексе с консервативным лечением амблиопии, которое выполнялось через 3-6 месяцев после КРЛО.

Общее количество пациентов в зависимости от возраста и вида операции

Вид операции	Пациенты (количество глаз,%)			
	от 7 до 14 лет		от 15 до 17 лет	
	абс.	%	абс.	%
Glass-Yb:Er ЛТК	36	21	51	12
ЛАЗИК / у-ЛАЗИК	41	23	231	56
у-ЛАЗИК+ЛТК	18	10	19	5
у-ЛАЗЕК	11	6	31	8
у-Эпи-ЛАЗИК	12	7	14	3
ФемтоЛАЗИК	9	5	10	2
ЛТК на артификачных глазах после травм	14	8	16	4
ЛТК на глазах с рубцами роговицы	5	3	11	3
у-ЛАЗИК на артификачных глазах	8	5	10	2
у-ЛАЗИК после СКП	-	-	5	1
у-ЛАЗИК +исправление косоглазия	21	12	12	4
Всего	175	100	410	100

У 48 детей (27,4%) и 21 подростка (5,1%) до операции имелось аккомодационное и частично аккомодационное сходящееся косоглазие с углом девиации от 5° до 15° по Гиршбергу. У 21 ребенка (12%) и 12 подростков (2,9%) с углом девиации от 10° до 20° по Гиршбергу было проведено одновременное хирургическое исправление косоглазия (устойчивого в условиях контактного моделирования) с КРЛО. Показатели рефракции лучшего глаза были близки к эметропии в 80% случаев, в 20% случаев имелась Н и гиперметропический астигматизм слабой или средней степени без амблиопии.

Для оценки результатов исследования определялся коэффициент безопасности (Кб), равный отношению послеоперационной корригированной остроты зрения (КОЗ) к дооперационной КОЗ, и коэффициент эффективности

(Кэ), равный отношению послеоперационной некорригированной остроты зрения (НОЗ) к дооперационной КОЗ.

Офтальмологическое обследование. Наряду со стандартными методами обследования рефракционного пациента, проводилось определение пространственной контрастной чувствительности (Takagi CGT-1000, Япония); исследование роговичных аберраций высших порядков и статистических индексов (TMS-4, Tomey, Япония, Analyse 250, Россия); лазерная тиндалеметрия (Kowa FS-2000, Япония); оптическая когерентная томография переднего отрезка (Viasante TMОСТ, Zeiss, Германия); исследование корнеального гистерезиса (CH) (ORA, Reichert, США) и определение плотности эндотелиальных клеток (EM-1000, Tomey, Япония).

Предоперационная подготовка включала психотерапевтическую подготовку детей и подростков и их родителей (Kenially A. и Holm-Knudsen R.J., 1998). Проведение КРЛО до 13 лет осуществлялось под общей анестезией, с 13-14 лет – под местной анестезией.

Характеристика офтальмологических лазерных установок. В ходе работы использовались 3 лазерные установки. Установка «Микроскан», генерирует излучение эксимерного лазера с длиной волны 193 нм с частотой следования импульсов 200 Гц, плотностью энергии в импульсе 120 мДж/см² и диаметром пятна 0,7 мм (стандартный ЛАЗИК у детей и подростков был выполнен на установке «Микроскан» с частотой следования импульсов 100 Гц и диаметром пятна 1,1 мм) (ЦФП, Троицк). Фемтосекундный лазер «IntraLase FS», генерирует излучение лазера с длиной волны 1053 нм с частотой следования импульсов 60 кГц, длительностью импульса 600-800 фемтосекунд, максимальной энергией в импульсе до 5 мкДж и размером пятна 3-6 мкм (США). Установка «Клио-01», генерирует излучение инфракрасного лазера на иттербий-эрбиевом стекле с длиной волны 1,54 мкм (ЦФП, Троицк).

Стандартные методы КРЛО – терموкератокоагуляция (Федоров С.Н., 1984), ЛАЗИК (Pallikaris I., 1989) и ЛАЗЕК (Camellin M., 1999) проводились в соответствии с разработанной техникой вмешательства. ЛАЗИК выполнялся с

использованием микрокератома Moria M2 с головкой 130-160 мкм (фотоабляция с оптической зоной 5,5 мм и общей зоной 8,25 мм). ЛАЗЕК выполнялся с использованием 15% раствора алкоголя для отделения лоскута (фотоабляция с оптической зоной 6,0 мм и общей зоной 8,25 мм).

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием программы «StatPlus 2007, Professional». Для статистического анализа использовался t тест Student для парных данных, сравнения между группами выполнены с помощью дисперсионного анализа. При невозможности параметрического анализа применялся тест Wilcoxon, зависимость эффекта КРЛО от заданных параметров зон абляции выполнялась методом многомерной статистики (корреляционный анализ и др.).

Результаты исследования

Проведенный анализ клинико-функциональных результатов коррекции Н и гиперметропического астигматизма у детей и подростков с помощью стандартных КРЛО (по собственным и литературным данным), наряду с улучшением зрительных функций и более успешным, на этом фоне, лечением амблиопии, продемонстрировал ограниченный и нестабильный рефракционный эффект, наличие осложнений и негативных последствий, а именно децентрации абляции, индуцированного астигматизма и значительных НОА, потери строчек КОЗ, СЭФ и др. (в среднем 23 % случаев), что, в итоге, приводило к снижению остроты и качества зрения (табл.2).

Применяемые при выполнении ЛАЗИК алгоритмы абляции с прибавлением к данным рефракции в условиях циклоплегии 1-2 дптр увеличивали энергетическую нагрузку на детскую роговицу, но не решали проблему регрессии эффекта. Все выше изложенное подтвердило необходимость совершенствования имеющихся методик КРЛО и предоставления доказательства их безопасности, в том числе на морфологическом уровне.

КРЛО, применяемые у детей и подростков с Н рефракцией

Вид КРЛО	Авторы	Достоинства	Недостатки
ТКК ЛТК	А.И. Ивашина с соавторами (1984), И.А.Ермилова с соавторами (1998), Н.Е. Евсеева и А.С.Сорокин (1996), И.Л.Куликова (2004, 2009).	-интактный центр - диаметр оптической зоны 6,0 мм -сохранение биомеханических свойств роговицы -эффект от +0,75 до +2,5 дптр	-низкая прогнозируемость, -зависимость эффекта от толщины роговицы -регресс эффекта-ТКК до 90%, ЛТК до 47% при Н более +3,0 дптр -индуцированный астигматизм (2,5 дптр) 21% -децентрация (5%)
ФРК	J.J. Aron с соавторами (1998) H.D. Nano с соавторами (1997)	-сохранение биомеханических свойств роговицы - диаметр оптической зоны 6,0 мм -эффект от +1,75 до +2,5 дптр	-длительная реабилитация -разрушение эпителия - риск появления СЭФ (90%), - регресс до 61% при Н более +3,0 дптр, - индуцированный астигматизм (2,15 дптр) 30%
ЛАЗЕК	W.Astle с соавторами (2007,2004)	-сохранение биомеханических свойств роговицы -- диаметр оптической зоны 6,0 мм -эффект от +2,5 до +2,95 дптр -возможность проведения операции на тонкой роговице	-длительная реабилитация, -разрушение базальной мембраны эпителия, -средняя прогнозируемость, -риск появления СЭФ (52%), - регресс до 47% при Н более +3,0 дптр, -индуцированный астигматизм (2,25 дптр) 31%
ЛАЗИК	Л.В.Рыбинцева, Н.И.Медведева, В.М. Шелудченко, (2000, 2002,2003) М. Двали (2002,2005) С. Utine (2008) Н.В. Костюченкова (2008) И.Л. Куликова (2009)	-лучшая прогнозируемость -лучшая стабильность эффекта -быстрая реабилитация и повышение зрительных функций -эффект от +1,5 до +3,25 дптр	- клапан 130-180 мкм -изменение биомеханических свойств роговицы -диаметр оптической 5,5-6,0 мм и общей зоны 7,5-8,2 мм - увеличение НОА в 1,5 раза в 100% - индуцированный астигматизм (1,75 дптр) 19% - децентрация (11%) - потеря строчек КОЗ (4%) - регресс до 30-45% при Н более +3,0 дптр, - слабый интрастромальный рубец и риск смещения клапана, -СЭФ по краю клапана (3%)

Результаты экспериментальных исследований

Гистологический и электронно-микроскопический анализ роговицы кроликов показал, что через 14 месяцев после всех КРЛО имелась сохранность структуры роговицы и отсутствовали изменения в прилежащих к зоне лазерного воздействия тканях, в том числе глубже места воздействия.

Определяющим фактором снижения вероятности появления СЭФ в позднем послеоперационном периоде после выполнения Эпи-ЛАЗИК (с сохранением эпителиального лоскута или без него) по нашим данным являлось отсутствие повреждений базальной мембраны эпителия. Это отличало данную технологию от ЛАЗЕК, при которой риск появления СЭФ был значительно выше, особенно при повреждении или отсутствии эпителиального лоскута.

Операции с предварительным формированием толстого клапана на глубину 130-160 мкм по стандартной технологии ЛАЗИК и на глубину 120 мкм при ИнтраЛАЗИК, с глубиной абляции около 130 мкм вызывали значительное истончение роговицы кролика. Имелась волнообразность хода базальной мембраны и изменение волокон, входящих в состав роговичного клапана. Важным отличием между методиками являлось то, что при использовании механического кератома ход волокон нарушался по ходу всего разреза, а в отдаленном периоде после ЛАЗИК имелись признаки слабого интрастромального рубца с наличием полостей между измененными фибриллами.

Фемтосекундный лазерный кератом не повреждал коллагеновые волокна по ходу горизонтального разреза клапана, по ходу же бокового разреза, в области поврежденных фибрилл, воспалительная реакция способствовала образованию после операции выраженного рубца, создающего, названное нами, «опорное кольцо» по краю клапана, который, на наш взгляд, способствовал биомеханической стабильности роговицы после ИнтраЛАЗИК.

В отдаленном периоде после Glass-Yb:Er ЛТК рубцы в области коагулятов, выполненных с энергией воздействия 150-160 мДж/см² и размером

аппликаций 200-300 мкм, сохраняли первоначальную форму усеченного конуса и являлись состоятельными, роговица здесь была тоньше на 19% в сравнении со смежной зоной, при этом структурная организация всех ее слоев была сохранена.

Оптимизация современных видов КРЛО осуществлялась с позиций современных представлений о биомеханических свойствах роговицы

С этой целью проведено сравнительное исследование биомеханических свойств роговицы с помощью анализатора ORA у детей и подростков в норме (n=72), при Н (n=73) и миопии (n=68). Получены изначально разные показатели СН в зависимости от вида имеющейся рефракции ($p < 0,01$): $10,9 \pm 1,81$ mmHg при эметропии, $13,2 \pm 2,3$ mmHg при Н и $9,82 \pm 1,7$ mmHg при миопии.

Предложено усовершенствование применяющихся методов КРЛО для коррекции Н и гиперметропического астигматизма с целенаправленным контролем над естественной биомеханической реакцией и изменениями роговицы по всему формируемому контуру роговицы после операции (Roberts S., 2000) за счет сглаживания и увеличения зон гиперметропического профиля абляции.

Для повышения эффективности вмешательства предложена ликвидация периферических и смещение к периферии парацентральных сегментов, являющихся ведущими в уплощении центра роговицы и уменьшении эффекта коррекции гиперметропии, с помощью расширения всей зоны гиперметропической абляции и добавления к ней 1,0-2,0 мм.

Предложенные технологии усовершенствованных КРЛО:

1. у-ЛАЗИК - толщина роговичного клапана 90-100 мкм и его диаметр 9,5 мм; фотоабляция с диаметром оптической зоны 6,5–7,0 мм и переходной зоны 2,2-2,5 мм.

2. у-ЛАЗЕК – разработан для коррекции Н на тонкой роговице; диаметр эпителиального лоскута 9,5-10 мм (отделение после обработки этиловым спиртом); фотоабляция с диаметром оптической зоны 6,5-7,0 мм и переходной

зоны 2,5 мм; ложе роговицы после абляции промывалось охлажденным до 10°C сбалансированным раствором и 1% раствором эмоксипина; использовалась лазерная и магнитная стимуляции с первых дней после операции для усиления регенерации роговицы.

3. у-Эпи-ЛАЗИК – разработан для коррекции Н на тонкой роговице; диаметр эпителиального лоскута 10 мм (отделение с помощью эпикератома); фотоабляция с диаметром оптической зоны 7,0 мм и переходной зоны 3,0 мм.

4. ФемтоЛАЗИК – толщина роговичного клапана 90 мкм и его диаметр 10 мм; фотоабляция с диаметром оптической зоны 7,0 мм и переходной зоны 2,75-2,85 мм. Предложена схема формирования клапана с помощью фемтосекундного лазера для создания оптимальных возможностей выполнения сложного профиля гиперметропического абляции. Это осуществлялось регулированием угла ножки (петли) клапана, образованного двумя линиями, проведенными с краев ножки к центру сформированного ложа роговицы за счет обеспечения заданной ширины ножки клапана с помощью программного обеспечения IntraLase (рис.1). Результатом стало получение большого эффективного объема стромального ложа независимо от исходных параметров роговицы: чем меньше угол ножки клапана, тем больше объем стромального ложа и наоборот. При работе механического кератома такое регулирование невозможно.

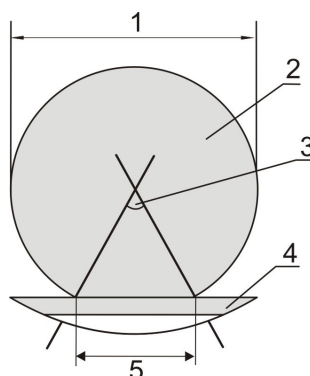


Рис.1. Формирование роговичного клапана с помощью фемтосекундного лазера: 1- диаметр клапана, 2- клапан, 3- угол петли ножки клапана, 4- карман, 5-ножка клапана.

5. Glass-Yb:Er ЛТК – энергия излучения 160-165 мДж/см², экспозиция импульса 0,5 мс, диаметр луча 200-300 мкм, диаметр оптической зоны 6,0-7,0 мм. Бесконтактное воздействие выполнялось по разработанным номограммам.

6. у-ЛАЗИК или у-ЛАЗЕК в сочетании с Glass-Yb:Er ЛТК – проводилось для усиления эффекта коррекции по цилиндрическому компоненту рефракции. ЛТК выполнялась не ранее 3-6 месяцев после первой КРЛО.

7. у-ЛАЗИК и одновременное хирургическое исправление косоглазия. Выполнялось при угле косоглазия от 10° до 15°-20° по Гиршбергу (при неизменном угле косоглазия после моделирования эффекта операции с помощью контактной линзы) с рецессией мышцы, находящейся в состоянии гиперфункции, на 4 - 6 мм.

При всех видах предложенных методик воздействие выполнялось с учетом данных рефракции глаза в условиях циклоплегии, центрация абляции – по зрительной оси с учетом у гиперметропов угла каппа (между зрительной осью и осью, проходящей через центр зрачка).

Таким образом, данные технологии базируются на общепринятых видах КРЛО, но учитывают возрастные особенности детского глаза, исходные биомеханические свойства и естественную биомеханическую реакцию роговицы на хирургическое воздействие. В основе усовершенствованных технологий выделено 3 основных фактора: а) большой диаметр оптической зоны абляции; б) большой диаметр переходной зоны абляции; в) центрация абляции по зрительной оси.

Ведение послеоперационного периода. После у-ЛАЗИК и ФемтоЛАЗИК использовались стандартные схемы медикаментозного лечения (антибиотики и нестероидные противовоспалительные средства в течение 7 дней, гормоны по схеме на 3 недели, слезозамещающие препараты в течение 1 месяца).

После у-ЛАЗЕК и у-Эпи-ЛАЗИК, вместе со стандартной схемой ведения (антибиотики и нестероидные противовоспалительные средства в течение 7 дней, после снятия мягкой контактной линзы на 4-5 день гормоны по схеме и слезозамещающие препараты в течение 3-4 месяцев), назначалась магнитная и

лазерная стимуляция в течение 5-7 дней после операции и витамины внутрь для усиления регенерации роговицы. После Glass-Yb:Er ЛТК местно назначались антибиотик и нестероидное противовоспалительное средство в течение 7 дней и слезозамещающие препараты в течение 14 дней после операции.

Через 3 месяца после всех КРЛО проводили аппаратное консервативное лечение амблиопии.

Результаты Glass-Yb:Er ЛТК

133 пациента (133 глаза) были распределены по группам в зависимости от рефракционных данных (сферическая гиперметропия, сложный и простой гиперметропический астигматизм) и техники выполнения операции.

Среднее значение СЭ составило у детей $+4,05 \pm 1,19$ дптр (от $+2,75$ до $+6,05$ дптр), сферы $+4,79 \pm 1,08$ дптр (от $+4,0$ до $+7,5$ дптр), цилиндра $2,62 \pm 1,22$ дптр (от $1,25$ до $4,55$ дптр); у подростков СЭ $+4,55 \pm 1,15$ дптр (от $+3,0$ до $+6,5$ дптр), сферы $+5,85 \pm 1,01$ дптр (от $+3,15$ до $+7,05$ дптр), цилиндра $2,75 \pm 1,08$ дптр (от $0,75$ до $4,15$ дптр) (табл.3). Данные пахиметрии в среднем составили 540 ± 11 мкм.

Стабилизация рефракции наступала через 6 месяцев после операции, регресс полученного результата по СЭ через 1-4 года после операций во всех группах ($n=133$) составил в среднем $0,7 \pm 0,12$ дптр у детей и $0,41 \pm 0,08$ дптр у подростков. Рефракционный эффект по СЭ составил у детей и подростков в среднем $+1,63 \pm 0,15$ дптр, по астигматизму $2,25 \pm 0,09$ дптр. У всех пациентов НОЗ повысилась на $0,3 \pm 0,06$, КОЗ на $0,15 \pm 0,01$. Кб составил $1,6 \pm 0,24$, Кэ – $1,4 \pm 0,29$. Более высокие рефракционные результаты отмечены на глазах с данными пахиметрии, не превышающими 510-520 мкм в центре.

По данным оптической когерентной томографии рубцы в области коагулятов проходили через все слои стромы, сохраняя форму усеченного конуса и удерживая полученный эффект спустя 4 года после Glass-Yb:Er ЛТК.

Результаты Glass-Yb:Er ЛТК ($M \pm \sigma$, дптр, $n=133$)

Исследуемые параметры		Пациенты	
		Дети ($n=11$)	Подростки ($n=21$)
СЭ (дптр)	До операции	$+4,05 \pm 1,19$	$+4,55 \pm 1,15$
	Через 1 год	$+2,15 \pm 0,51^{**}$	$+2,05 \pm 0,35^{**}$
	Через 4 года	$+2,59 \pm 0,42^*$	$+2,47 \pm 0,16^{**}$
Цилиндр (дптр)	До операции	$2,62 \pm 0,65$	$2,75 \pm 0,58$
	Через 1 год	$2,01 \pm 0,29^*$	$1,75 \pm 0,39^*$
	Через 4 года	$2,15 \pm 0,17$	$1,95 \pm 0,18^*$
НОЗ	До операции	$0,08 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,01$
	Через 1 год	$0,35 \pm 0,16^{**}$	$0,3 \pm 0,15^{**}$
	Через 4 года	$0,3 \pm 0,16^{**}$	$0,3 \pm 0,11^{**}$
КОЗ	До операции	$0,2 \pm 0,2$	$0,35 \pm 0,17$
	Через 1 год	$0,4 \pm 0,09^{**}$	$0,39 \pm 0,22^*$
	Через 4 года	$0,39 \pm 0,1^{**}$	$0,4 \pm 0,09^*$
Предсказуемость (%)	$\pm 0,5$ дптр	-	4,8%
	$\pm 1,0$ дптр	22%	33%
Регресс по СЭ (дптр) (1-3 года)		$0,5 \pm 0,05$	$0,2 \pm 0,01$

Примечание: *,** отличие от данных до операции статистически достоверно ($p < 0,05$, $p < 0,01$).

Результаты у-ЛАЗИК

у-ЛАЗИК выполнен у 164 детей и подростков (164 глаза). Результаты у-ЛАЗИК сравнивались с результатами ЛАЗИК, выполненном у 126 детей и подростков (126 глаз) по стандартной методике. До операций у детей среднее значение СЭ рефракции составило $+4,35 \pm 1,03$ дптр (от +2,5 до +5,75 дптр), сферы $+5,15 \pm 1,18$ дптр (от +3,5 до +7,55 дптр), цилиндра $2,35 \pm 0,95$ дптр (от 0,00 до 4,75 дптр). У подростков среднее значение СЭ составило $+4,15 \pm 0,95$ дптр (от +2,0 до +5,5 дптр), сферы $+4,75 \pm 1,12$ (от +3,75 до +6,75 дптр),

цилиндра $2,05 \pm 0,43$ (от 1,55 до 4,15 дптр). Данные пахиметрии составили в среднем 551 ± 17 мкм (от 528 до 610 мкм).

у-ЛАЗИК выполнялся с использованием микрокератома Moria M2 с одноразовой головкой 90 мкм. Результаты операций представлены в табл.4.

Таблица 4

Результаты ЛАЗИК и у-ЛАЗИК ($M \pm \sigma$, дптр, $n=290$)

Исследуемые параметры		Пациенты			
		Дети (n=49)		Подростки (n=241)	
		ЛАЗИК (n=20)	У-ЛАЗИК (n=29)	ЛАЗИК (n=106)	У-ЛАЗИК (n=135)
СЭ (дптр)	До	$+4,15 \pm 0,81$	$+4,41 \pm 1,09$	$+4,25 \pm 0,87$	$+4,16 \pm 0,56$
	1 год	$+1,29 \pm 0,33^{**}$	$+0,53 \pm 0,14^{**}$	$+0,75 \pm 0,17^{**}$	$+0,01 \pm 0,09^{**}$
	4 года	$+1,65 \pm 0,19^{**}$	$+0,61 \pm 0,11^{**}$	$+0,95 \pm 0,15^{**}$	$+0,03 \pm 0,02^{**}$
Цилиндр (дптр)	До	$2,25 \pm 0,51$	$2,65 \pm 0,69$	$1,85 \pm 0,31$	$2,5 \pm 0,23$
	1 год	$1,5 \pm 0,18^{**}$	$1,25 \pm 0,11^{**}$	$0,75 \pm 0,21^*$	$0,5 \pm 0,27^{**}$
	4 года	$1,61 \pm 0,22^*$	$1,3 \pm 0,17^{**}$	$0,77 \pm 0,15^*$	$0,75 \pm 0,14^{**}$
НОЗ	До	$0,07 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,07$	$0,09 \pm 0,02$
	1 год	$0,25 \pm 0,01^{**}$	$0,35 \pm 0,07^{**}$	$0,35 \pm 0,01^{***}$	$0,3 \pm 0,11^{**}$
	4 года	$0,3 \pm 0,17^{***}$	$0,39 \pm 0,01^{**}$	$0,37 \pm 0,13^{***}$	$0,39 \pm 0,01^{**}$
КОЗ	До	$0,35 \pm 0,02$	$0,3 \pm 0,02$	$0,25 \pm 0,01$	$0,3 \pm 0,11$
	1 год	$0,4 \pm 0,16^*$	$0,45 \pm 0,12^*$	$0,4 \pm 0,17^*$	$0,41 \pm 0,13^*$
	4 года	$0,4 \pm 0,1^*$	$0,45 \pm 0,01^*$	$0,35 \pm 0,19^*$	$0,42 \pm 0,17^*$
Предсказуемость дптр (%)	$\pm 0,5$	25%	32%	29%	40%
	$\pm 1,0$	42%	61%	46%	65%
Регресс по СЭ (дптр) (через 1-3 года)		$0,36 \pm 0,07$	$0,08 \pm 0,01$	$0,2 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,01$

Примечание: *, **, *** отличие от данных до операции статистически достоверно ($p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$)

С помощью оптической когерентной томографии было продемонстрировано, что одним из наиболее слабых мест ЛАЗИК является резекция клапана роговицы с помощью механического кератома. Анализ

профиля клапана после применения кератома М2 (при заданной толщине 90 мкм и диаметру 9,5 мм) показал среднюю толщину 147 мкм (от 70 до 200 мкм) с девиацией в пределах ± 40 мкм по толщине и $\pm 0,30$ мм по диаметру. При этом реально получаемый и используемый для абляции диаметр, ограниченный шириной ножки формируемого клапана, составил 8,75 мм. Получение неоднородного клапана (тонкого в центре и толстого на периферии) обусловило неточности в толщине остаточного стромального ложа и в диаметре роговичного клапана, что давало, в свою очередь, ограничение в объеме эффективного стромального ложа ($57,4 \text{ мм}^2$) и влияло на качество выполнения гиперметропического профиля абляции.

Стабилизация рефракции в обеих группах наступала к 3 месяцу после операций. В группах была выявлена зависимость регресса рефракционного эффекта операции от величины переходной зоны абляции – чем больше зона, тем меньше регресс ($p < 0,001$, коэффициент корреляции Пирсона $-0,93$). Рефракционный эффект после у-ЛАЗИК ($+3,9 \pm 0,09$ дптр) превзошел на $+1,0 \pm 0,12$ дптр результаты после ЛАЗИК ($+2,9 \pm 0,1$ дптр), полученные в нашем исследовании.

Выполнение у-ЛАЗИК с большими диаметрами зон воздействия по сравнению с ЛАЗИК позволило увеличить рефракционный эффект и его предсказуемость в пределах $\pm 1,0$ дптр в среднем на 20% (разница в полученном рефракционном эффекте была статистически значима, тест Wilcoxon, $p < 0,01$). После операций НОЗ увеличилась на $0,3 \pm 0,06$, КОЗ – на $0,15 \pm 0,01$, Кб в среднем составил $1,28 \pm 0,18$, Кэ - $1,18 \pm 0,09$.

у-ЛАЗИК с одновременной операцией по поводу косоглазия выполняли у 33 детей и подростков с односторонней гиперметропией (33 глаза), осложненной сходящимся косоглазием с углом девиации от 10° до 20° по Гиршбергу и амблиопией. После одновременного вмешательства ортофория была получена у 31 (94%) пациента, у 2 (6%) пациентов имелся гипозэффект в $5-7^\circ$ по Гиршбергу.

На фоне уменьшения анизометропии в среднем на $+3,35 \pm 0,23$ дптр, НОЗ увеличилась на $0,21 \pm 0,03$, КОЗ – на $0,2 \pm 0,01$, Кб составил $2,0 \pm 0,17$, Кэ - $1,4 \pm 0,11$. Бинокулярный характер зрения был восстановлен в 58% случаев. Для усиления эффекта коррекции по цилиндрическому компоненту рефракции было выполнено *сочетание у-ЛАЗИК с Glass-Yb:Er ЛТК* у 37 детей и подростков (37 глаз) (при наличии астигматизма средней и высокой степени). Значимых различий в полученном эффекте после выполнения технологии между подростками и детьми не было. Среднее значение СЭ составило $+4,63 \pm 1,66$ (от $+3,5$ до $+6,75$ дптр), цилиндра - $2,41 \pm 1,22$ (от $1,75$ до $5,0$ дптр). Толщина роговицы до операции в центре - 521 ± 27 мкм (от 500 до 570 мкм). Через 6 месяцев после у-ЛАЗИК СЭ составил $+1,75 \pm 0,81$ (от $-0,15$ до $+4,45$ дптр), цилиндр $1,25 \pm 0,66$ (от $0,15$ до $3,25$ дптр). Цилиндр уменьшился на $1,16 \pm 0,91$ дптр, результат вмешательства по значению СЭ в пределах $\pm 1,0$ дптр в естественных условиях составил 46% случаев. Затем выполняли секторальную Glass-Yb:Er ЛТК по краю сформированного ранее клапана, что позволило усилить рефракционный эффект по цилиндру в среднем на $2,5 \pm 0,11$ дптр и достигнуть увеличения точности предсказуемости СЭ в пределах $\pm 1,0$ дптр еще дополнительно на 15%. НОЗ увеличилась на $0,31 \pm 0,02$, КОЗ на $0,3 \pm 0,01$, Кб составил $1,5 \pm 0,13$, Кэ - $1,2 \pm 0,1$.

у-ЛАЗИК после сквозной кератопластики выполнялся у 5 подростков от 15 до 17 лет (5 глаз) с простым гиперметропическим астигматизмом высокой степени или смешанным астигматизмом после сквозной кератопластики. Среднее значение сферы составило $+6,02 \pm 0,15$ дптр (от $+4,25$ до $+9,0$ дптр), цилиндра $8,5 \pm 1,22$ дптр (от $6,55$ до $10,0$ дптр). Толщина роговицы в центре составила 569 ± 22 мкм (от 510 до 597 мкм). Условиями к проведению операции являлись стабильность рефракции и показатели СН не менее 7-8 mmHg по данным ORA (Durrps W., 2006). Операция проводилась в 2 этапа, что было обусловлено изменением рефракции после формирования клапана, не ранее 2 лет после сквозной кератопластики и через 1 год после снятия швов с роговицы. После стабилизации рефракции через 2-3 месяца выполнялось

поднятие клапана и проводилась дополнительная коррекция остаточного астигматизма. После операции астигматизм уменьшился в среднем на $6,5 \pm 0,71$ дптр, индекс регулярности (SRI) уменьшился с $1,01 \pm 0,2$ до $0,13 \pm 0,01$, индекс асимметрии поверхности роговицы (SAI) изменился с $0,49 \pm 0,12$ до $0,38 \pm 0,09$. НОЗ увеличилась на $0,25 \pm 0,05$, КОЗ – на $0,35 \pm 0,02$, Кб составил $2,8 \pm 0,22$, Кэ – $2,1 \pm 0,17$.

Результаты у-ЛАЗЕК и у-Эпи-ЛАЗИК

У 42 детей и подростков (42 глаза) был выполнен у-ЛАЗЕК и у 26 детей и подростков (26 глаз) – у-Эпи-ЛАЗИК. До операций среднее значение СЭ у детей составило $+5,5 \pm 1,09$ дптр (от $+3,75$ до $+7,15$ дптр), сферы $+6,95 \pm 1,35$ дптр (от $+5,55$ до $+9,00$ дптр), цилиндра $3,5 \pm 0,25$ дптр (от $1,05$ до $5,5$ дптр). Среднее значение СЭ у подростков составило $+5,75 \pm 1,43$ дптр (от $+4,0$ до $+7,75$ дптр), сферы $+6,75 \pm 1,42$ дптр (от $+4,25$ до $+8,15$ дптр), цилиндра $2,25 \pm 0,29$ дптр (от $0,75$ до $4,15$ дптр). Данные пахиметрии в центре $515 \pm 0,18$ мкм (от 490 до 544 мкм). Результаты операций представлены в табл.5.

Стабилизация рефракции наступала не ранее 6 месяцев после операции. Рефракционный результат после у-Эпи-ЛАЗИК ($+4,2 \pm 0,19$ дптр), был близок к результатам у-ЛАЗИК, но превысил предсказуемость получения СЭ в пределах $\pm 1,0$ дптр в среднем на 11 % по сравнению с у-ЛАЗИК в 73% случаев.

Рефракционный эффект после у-ЛАЗЕК в среднем составил $+3,7 \pm 0,21$ дптр, а предсказуемость СЭ в пределах $\pm 1,0$ дптр - 66% случаев. Результаты после у-ЛАЗЕК в нашем исследовании превзошли результаты ЛАЗЕК в среднем на $+0,75 \pm 0,09$ дптр по рефракционному эффекту и на 25% по прогнозируемости СЭ в пределах $\pm 1,0$ дптр. В среднем после операций НОЗ увеличилась на $0,35 \pm 0,05$, КОЗ – на $0,22 \pm 0,01$, Кб составил $2,45 \pm 0,37$, Кэ - $2,3 \pm 0,29$.

В отличие от у-Эпи-ЛАЗИК, где выраженность СЭФ в зоне воздействия до 1 балла имела место в 76%, до 2 баллов в 12% случаев, после у-ЛАЗЕК СЭФ роговицы была выражена в отдаленном периоде до 2 и 3 баллов - в 54,7% и в

16,6% соответственно. Следует отметить, что центральная часть роговицы была прозрачная во время всего периода наблюдения у всех пациентов.

Таблица 5
Результаты у-ЛАЗЕК и у-Эпи-ЛАЗИК (M±σ, дптр, n=68)

Исследуемые параметры		Пациенты			
		Дети (n=23)		Подростки (n=45)	
		у-ЛАЗЕК (n=11)	у-Эпи-ЛАЗИК (n=12)	у-ЛАЗЕК (n=31)	у-Эпи-ЛАЗИК (n=14)
СЭ (дптр)	До	+5,65±1,18	+5,01±1,33	+5,75±1,61	+5,59±1,43
	1 год	+2,21±0,34**	+1,09±0,26**	+2,01±0,22**	+1,2±0,29**
	4 года	+2,15±0,21**	+1,01±0,22**	+1,85±0,2**	+1,15±0,17**
Цилиндр (дптр)	До	3,01±0,25	3,75±1,01	2,5±0,19	2,15±0,39
	1 год	2,0±0,29*	1,95±0,47**	1,59±0,15*	0,75±0,19**
	4 года	2,15±0,35*	1,75±0,2**	1,51±0,11*	1,01±0,12*
НОЗ	До	0,06±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01	0,05±0,01
	1 год	0,2±0,01**	0,2±0,07**	0,25±0,01***	0,2±0,11**
	4 года	0,3±0,17**	0,35±0,01**	0,3±0,13***	0,35±0,01**
КОЗ	До	0,1±0,02	0,16±0,01	0,15±0,01	0,1±0,01
	1 год	0,25±0,16*	0,3±0,12*	0,3±0,17**	0,3±0,13*
	4 года	0,35±0,1**	0,41±0,01*	0,35±0,19**	0,35±0,17**
Предсказуемость Дптр (%)	±0,5	43%	44%	49%	54%
	±1,0	66 %	73%	68%	75 %
Регресс по СЭ (дптр) (1-4 года)		+0,06 ±0,02	+0,07±0,01	+0,1±0,03	+0,05±0,01
СЭФ (n/%)	0 баллов	-	1 (8)	-	2 (14)
	1 балл	6 (54)	9 (75)	6 (19)	11(79)
	2 балла	3 (28)	2 (17)	20 (65)	1 (7)
	3 балла	2 (18)	-	5 (16)	-
	4 балла	-	-	-	-

Примечание: *,**,*** отличие от данных до операции статистически достоверно соответственно $p<0,05$, $p<0,01$, $p<0,001$.

Через 1-1,5 года выраженность СЭФ уменьшалась у всех пациентов самопроизвольно без медикаментозного лечения, что определяло отсутствие регресса и некоторое улучшение рефракционного эффекта. Данные оптической когерентной томографии показали значительное сужение сформированной функциональной оптической зоны на фоне СЭФ более 2 баллов в парацентральной зоне через 2-3 месяца после у-ЛАЗЕК, что подтвердило на практике преимущество использования механического кератома для отделения эпителиального лоскута при у-Эпи-ЛАЗИК.

Результаты ФемтоЛАЗИК

ФемтоЛАЗИК выполнен у 19 детей и подростков (19 глаз) со средним значением СЭ рефракции $+5,65 \pm 1,25$ дптр (от $+4,15$ до $+7,75$ дптр), сферы $+6,45 \pm 1,09$ дптр (от $+5,35$ до $+8,25$ дптр) и цилиндра $2,75 \pm 1,06$ дптр (от $0,75$ до $5,75$ дптр).

При формировании роговичного клапана лазерная энергия доставлялась на глубину 90 мкм под углом $70-80^\circ$ к поверхности роговицы в виде пятна $6,0 \times 6,0$ мкм с энергией 1,5 мкДж в горизонтальной плоскости и 1,9 мкДж в боковой плоскости. Результаты ФемтоЛАЗИК представлены в табл. 6.

Основная стабилизация рефракции наступала к 3-му месяцу после операции. Предсказуемость СЭ была почти одинаковой у детей и подростков и составила в пределах $\pm 0,5$ дптр 73%, в пределах $\pm 1,0$ дптр – 96% случаев. В среднем рефракционный эффект составил у детей $+4,5 \pm 0,11$ дптр, у подростков $+5,3 \pm 0,08$ дптр. КОЗ увеличилась на $0,25 \pm 0,02$, НОЗ на $0,3 \pm 0,01$. Кб составил $1,5 \pm 0,22$, Кэ - $2,1 \pm 0,34$.

После ФемтоЛАЗИК четкая репозиция клапана за счет острого края позволяла качественно фиксировать его в сформированном ложе роговицы, препятствовала смещению в первые часы после операции и врастанию эпителия под клапан в более поздние сроки после операции.

По данным оптической когерентной томографии разброс средних показателей толщины клапана составил ± 8 мкм, по диаметру $\pm 0,13$ мм.

Высокая точность работы фемтосекундного лазера по всем параметрам (глубина, диаметр) способствовала созданию большого объема эффективного стромального ложа (69,8 мм²).

Таблица 6

Результаты ФемтоЛАЗИК (M±σ, дптр, n=19)

Исследуемые параметры		Пациенты	
		Дети (n=9)	Подростки (n=10)
СЭ (дптр)	До операции	+5,55±1,07	+6,15±1,12
	Через 6 месяцев	+0,82±0,09***	+0,75±0,04***
	Через 1,5 года	+0,95±0,11***	+0,81±0,03***
Цилиндр (дптр)	До операции	2,85±0,71	2,25±0,37
	Через 6 месяцев	0,15±0,09**	0,07±0,03**
	Через 1,5 года	0,1±0,02**	0,05±0,01**
НОЗ	До операции	0,08±0,02	0,09±0,11
	Через 6 месяцев	0,25±0,02**	0,2±0,15 **
	Через 1,5 года	0,3±0,15**	0,27±0,11**
КОЗ	До операции	0,2±0,12	0,1±0,05
	Через 6 месяцев	0,35±0,09**	0,25±0,1**
	Через 1,5 года	0,35±0,1**	0,3±0,05**
Предсказуемость (%)	±0,5 дптр	73%	73%
	±1,0 дптр	95%	96%
Регресс по СЭ(дптр) (6-18 мес.)		0,08 ±0,02	0,06±0,01

Примечание: *, **, *** отличие от данных до операции статистически достоверно (p<0,05, p<0,01, p<0,001)

При биомикроскопическом исследовании просматривался выраженный рубец по краю клапана в отдаленные сроки после операции.

Изменение амблиопии и бинокулярного характера зрения

В результате проведения усовершенствованных видов КРЛО (585 пациентов, 585 глаз), НОЗ увеличилась в среднем на 0,28±0,05, КОЗ на

0,17±0,02, доля лиц с амблиопией высокой степени снизилась с 14% до 1%, средней степени с 85% до 32%, а пациенты с амблиопией низкой степени стали составлять 67% случаев. Наблюдалось самопроизвольное исправление косоглазия у 48 детей (27%) и 21 подростка (5%). Бинокулярный характер зрения был восстановлен у 76 детей (43%) и у 71 подростка (17%). Доля лиц с монокулярным характером зрения уменьшилась с 17% до 1% среди детей и с 10% до 7% среди подростков.

**Изменение пространственной контрастной чувствительности,
роговичных аберраций высшего порядка и статистических индексов**

Через 2 года данные пространственной контрастной чувствительности для 6 частот в мезопических условиях (10 кд/м²) после ЛАЗИК составили 1,07, после у-ЛАЗИК - 1,15, после ЛТК - 0,91, после у-Эпи-ЛАЗИК - 1,23, после у-ЛАЗЕК – 1,18 и после ФемтоЛАЗИК – 1,27 логарифм/ед. при норме в контроле 1,53±0,12 логарифм/ед. Данные ПКЧ для 6 частот в условиях интенсивной засветки (20000 кд/м²) в эти же сроки составили после ЛАЗИК -1,02, после у-ЛАЗИК - 1,11, после ЛТК - 0,84, после у-Эпи-ЛАЗИК - 1,17, после у-ЛАЗЕК – 1,03 и после ФемтоЛАЗИК 1,20 логарифм/ед. при норме в контроле –1,41±0,11 логарифм/ед. После КРЛО пространственная контрастная чувствительность повысилась на всех частотах в мезопических условиях в среднем в 1,9 раз, в режиме интенсивной засветки - в 2 раза.

Основные различия между КРЛО были выявлены на высоких частотах. Здесь данные после ЛАЗИК и ЛТК были существенно ниже (увеличение в 2 раза при различном контрасте тестового изображения), чем после других видов КРЛО (увеличение в среднем в 4 раза). Качество зрения после ФемтоЛАЗИК и у-Эпи-ЛАЗИК было самое лучшее - данные пространственной контрастной чувствительности увеличились в 2,5 раза и в 2,2 раза в мезопических условиях, и в 5 раз и 6,5 раза соответственно при интенсивной засветке.

Роговичные абберрометрические показатели по коэффициентам Цернике до и через 1,5-2 года после операций представлены в таблице 7. Было получено достоверное повышение НОА после всех видов КРЛО. При исходном среднем

значении СЭ рефракции у всех пациентов $+4,83 \pm 1,22$ дптр ($n=585$) НОА увеличились после всех КРЛО по сравнению с исходными данными, составившими $0,750 \pm 0,18$ мкм, в среднем на $1,204 \pm 0,59$ мкм (в 1,6 раза). В том числе кома составила $0,433 \pm 0,17$ мкм и увеличилась на $0,104 \pm 0,08$ мкм, сферическая aberrация поменяла знак на отрицательный, увеличилась в среднем в 1,6 раза и составила $-0,451 \pm 0,11$ мкм.

Таблица 7

Роговичные aberрометрические показатели (RMS)
до и через 1,5-2 года после операций ($M \pm \sigma$, мкм, $n=293$)

Вид операции	Аберрации (RMS)		
	НОА	Кома	Сферическая aberrация
До операций	$0,750 \pm 0,18$	$0,326 \pm 0,09$	$0,290 \pm 0,03$
После операций:			
ЛАЗИК ($n=80$)	$1,921 \pm 0,49^{***}$	$0,799 \pm 0,11^{**}$	$-0,358 \pm 0,22^{***}$
у-ЛАЗИК ($n=107$)	$1,422 \pm 0,51^{**}$	$0,298 \pm 0,13$	$-0,625 \pm 0,09^{***}$
ФемтоЛАЗИК ($n=19$)	$0,997 \pm 0,33^{**}$	$0,251 \pm 0,08$	$-0,571 \pm 0,14^{***}$
у-Эпи-ЛАЗИК ($n=11$)	$0,855 \pm 0,41^{**}$	$0,241 \pm 0,09$	$-0,297 \pm 0,07^{**}$
у-ЛАЗЕК ($n=12$)	$1,368 \pm 0,3^{***}$	$0,565 \pm 0,16^{**}$	$-0,651 \pm 0,11^{***}$
Glass-Yb:Er ЛТК ($n=64$)	$0,897 \pm 0,3^{**}$	$0,399 \pm 0,07$	$0,210 \pm 0,03$

Примечание: **,*** отличие от средних данных aberрометрии до операции статистически достоверно ($p < 0,01$, $p < 0,001$)

После ЛАЗИК имелось увеличение роговичных НОА по индексу Фурье (по топографическим данным) в 2,1 раза ($0,31 \pm 0,5$ дптр) и по коэффициентам Цернике в 2,5 раза ($1,921 \pm 0,49$ мкм), в том числе комы в 2,4 раза ($0,799 \pm 0,11$ мкм). Астигматизм по индексу Фурье увеличился в 2,75 раза (в 6,0 мм зоне), индекс асимметрии - в 1,7 раза по сравнению с исходными данными. После ЛТК НОА увеличились в среднем лишь в 1,1 раз ($0,891 \pm 0,3$ мкм).

После у-ЛАЗИК уровень индуцированных НОА по Цернике составил $1,422 \pm 0,51$ мкм (увеличились в 1,8 раза), в том числе кома $0,298 \pm 0,13$ мкм (не изменилась), что превысило результаты после стандартного ЛАЗИК в среднем в 2 раза. Тем не менее, проблема определенной биомеханической нестабильности роговицы за счет слабого интрастромального рубца и неоднородности клапана оставалась на том же уровне, а индуцированный астигматизм по данным корнеальной статистики (индекс Фурье) соответствовал результатам после ЛАЗИК (увеличение в 1,7 раза).

После ФемтоЛАЗИК роговичные НОА по Цернике составили $0,997 \pm 0,33$ мкм (увеличились в 1,3 раза), в том числе кома $0,251 \pm 0,08$ мкм (уменьшилась на $0,07 \pm 0,02$ мкм). По индексу Фурье НОА составили $0,20 \pm 0,09$ дптр (увеличились в 1,6 раз), астигматизм был увеличен в 1,1 раз (в 6,0 мм зоне), индекс асимметрии SAI был увеличен в 1,2 раза, что приблизило данную методику к технологиям поверхностного воздействия, сохраняющим биомеханические свойства роговицы.

После у-Эпи-ЛАЗИК показатели индуцированных НОА по Цернике были самые низкие по сравнению с другими КРЛО ($0,855 \pm 0,41$ мкм), регулярный астигматизм по индексу Фурье и индекс асимметрии SAI изменились незначительно, что в целом составило увеличение по сравнению с исходными значениями в 1,1 раз.

Анализ безопасности операций

Измерение проницаемости гематофтальмического барьера с помощью лазерного анализатора количества клеток в передней камере показало, что после всех КРЛО умеренное воспаление в ней было выражено лишь в первые 1-2 дня после операции. Поток белка и клеток во влаге передней камеры в первый день после всех видов КРЛО увеличился в среднем до $8,51 \pm 1,39 / 4,59 \pm 0,31$ фотон в миллисекунду/ 1 мм^3 и уже на 3-4 день составлял $4,27 \pm 0,09 / 1,00 \pm 0,31$ фотон в миллисекунду/ 1 мм^3 , что соответствовало дооперационным значениям.

При сроке наблюдения большее 1,5 лет после Glass-Yb:Er ЛТК потеря эндотелиальных клеток составила 162 ± 29 кл/мм² (7,5%), что не повлияло на прозрачность роговицы в центральной оптической зоне; после ЛАЗИК, у-ЛАЗИК, ФемтоЛАЗИК - 50 ± 17 кл/мм² (2,5%), Эпи-ЛАЗИК и у-ЛАЗЕК - 37 ± 11 кл/мм² (1,5%), что соответствовало физиологической норме.

Проведенное исследование СН до и через 3 месяца после разных видов КРЛО показало, что СН после всех вмешательств, выполненных с усовершенствованным профилем и увеличением глубины парацентральной абляции для коррекции Н и гиперметропического астигматизма, изменился незначительно с $13,2 \pm 3,8$ до $12,4 \pm 2,1$ mmHg, что было обусловлено изначально выраженной ригидностью роговицы и профилем абляции, выполняемом не в центре роговицы, а ближе к периферии.

После проведенных операций осложнения и негативные последствия (децентрация абляции, индуцированный астигматизм, врастание эпителия под клапан, СЭФ роговицы, кератоконъюнктивит и др.) составили в среднем 5,8 % случаев. Использование усовершенствованных видов КРЛО позволило сократить риск возможных осложнений по сравнению со стандартными методиками в 3,5 раза. Никто из пациентов не потерял ни одной строчки КОЗ (после стандартного ЛАЗИК потеря 1 строчки КОЗ была отмечена в 4 %), при этом КОЗ не изменилась в 20%, а приобретение от 1 до 5 строчек КОЗ наблюдалось в 80% случаев. Индексы безопасности и эффективности, которые по общепризнанным стандартам должны быть не менее 1,0, составили в среднем $1,7 \pm 0,11$ и $1,8 \pm 0,31$ соответственно.

Таким образом, всесторонний анализ результатов экспериментального и клинического исследований после выполнения разных видов усовершенствованных КРЛО, оценка эффективности и безопасности применяемых технологий, изложенные в данной работе, позволили создать *систему коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков*, которая обеспечивает значимое повышение функциональных результатов лечения, прогнозируемости и эффективности

рефракционного вмешательства, сокращает сроки лечения амблиопии и улучшает клинические исходы, повышает безопасность и уменьшает риск операционных и послеоперационных осложнений.

Выводы

1. Анализ отдаленных клинико-функциональных результатов коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков по стандартным технологиям кераторефракционных лазерных операций показал ограниченный и нестабильный рефракционный эффект и наличие значительного количества (до 30 %) осложнений и негативных последствий (децентрация абляции, индуцированный астигматизм и значительные aberrации высшего порядка и др.), которые снижают качество получаемых зрительных функций.

2. Гистологический и электронно-микроскопический анализ роговицы кроликов через 14 месяцев после разных видов КРЛО показал сохранность ее структуры и отсутствие изменений в прилежащих к месту воздействия тканях:

- технологии интрастромального воздействия ЛАЗИК и ИнтраЛАЗИК истончают роговицу; вызывают изменение коллагеновых фибрилл передней и средней части стромы, в том числе волнообразность хода базальной мембраны в составе сформированного клапана, что более выражено после ЛАЗИК; за счет отсутствия выраженного повреждения коллагеновых фибрилл по ходу горизонтального разреза и выраженного рубцевания по краю клапана ИнтраЛАЗИК способствует большей биомеханической стабильности роговицы по сравнению с ЛАЗИК;

- технологии поверхностного воздействия не истончают роговицу, сохраняют ее биомеханические свойства; при выполнении Эпи-ЛАЗИК с сохранением лоскута или без него, в отличие от ЛАЗЕК, риск появления субэпителиальной фиброплазии в послеоперационном периоде значительно снижен за счет сохранения базальной мембраны эпителия;

- технология коагулирующего действия с применением иттербий-эрбиевого лазера с длиной волны 1,54 мкм при использовании оптимально подобранных режимов является безопасной для роговицы и глубже лежащих сред глаза, в отдаленном периоде в зоне коагулятов толщина роговицы на 19% меньше по сравнению с интактной зоной, а структурная организация гомогенизированных коллагеновых волокон в проекции коагулята сохранена.

4. Разработаны новые усовершенствованные модификации КРЛО с учетом возрастных особенностей роговицы, ее исходных биомеханических свойств и естественной биомеханической реакции на хирургическое воздействие: у-ЛАЗЕК, у-ЛАЗИК, у-Эпи-ЛАЗИК, Glass-Yb:Er ЛТК, сочетание эксимерлазерных операций с Glass-Yb:Er ЛТК и система их использования для коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей и подростков. В основе предложенных технологий лежит равномерное распределение лазерного воздействия по всей поверхности роговицы, создание большого по объему стромального ложа, совершенствование гиперметропического профиля за счет выполнения абликации с большой оптической и переходной зонами и центрацией воздействия по зрительной оси.

5. Доказано влияние диаметров оптической и общей зон абликации на величину рефракционного эффекта и степень его регресса с позиций биомеханических свойств роговицы. Исследование биомеханических свойств роговицы после выполнения усовершенствованного профиля гиперметропической абликации продемонстрировало отсутствие значительного влияния углубленного лазерного воздействия в парацентральной зоне на изменение корнеального гистерезиса гиперметропических глаз, что обусловлено как профилем гиперметропической абликации, так и изначально высокой ригидностью роговицы при гиперметропии, и подтверждает безопасность проведенных вмешательств для коррекции первичных или индуцированных форм гиперметропии и астигматизма.

6. Усовершенствованные технологии КРЛО обеспечивают уменьшение астигматического синдрома за счет снижения степени гиперметропии и гиперметропического астигматизма по СЭ в среднем после Glass-Yb:Er ЛТК на $+1,94 \pm 0,15$ дптр, после у-ЛАЗИК на $+3,9 \pm 0,31$ дптр, после у-Эпи-ЛАЗИК на $+4,2 \pm 0,19$ дптр, после у-ЛАЗЕК на $+3,7 \pm 0,21$ дптр, после ФемтоЛАЗИК на $+5,0 \pm 0,11$ дптр при исходном среднем значении СЭ рефракции $+4,83 \pm 1,22$ дптр, увеличения остроты зрения без коррекции на $0,28 \pm 0,05$, с коррекцией на $0,17 \pm 0,02$, снижения доли лиц с амблиопией высокой степени на 13%, средней степени - на 53% и восстановления бинокулярного характера зрения в 43% случаев у детей и в 17% случаев у подростков, что превышает результаты стандартных методик КРЛО со сведением к минимуму риска возможных осложнений.

7. Предложенное сочетание разных видов КРЛО с Glass-Yb:Er ЛТК способствует увеличению рефракционного эффекта по цилиндрическому компоненту в среднем на $2,5 \pm 0,11$ дптр, эффективности и прогнозируемости лечения на 15%. Одновременное выполнение рефракционной операции и хирургического исправления устойчивого косоглазия с углом девиации от 10° до 20° по Гиршбергу сокращает сроки лечения амблиопии и способствует полноценной реабилитации детей и подростков.

8. Структурные изменения роговицы по данным оптической когерентной томографии после разных видов кераторефракционных лазерных операций подтверждают тенденции, обнаруженные во время морфологических исследований и дают основания к дифференцированному подходу для их назначения в зависимости от исходной толщины роговицы наряду с рефракционными данными:

- Glass-Yb:Er ЛТК эффективна при Н и гиперметропическом астигматизме не более 2,25 дптр; у-ЛАЗИК, у-Эпи-ЛАЗИК и у-ЛАЗЕК - при Н от +2,5 до +4,5 дптр и гиперметропическом астигматизме от 2,25 до 2,75 дптр; ФемтоЛАЗИК - при Н от +4,75 до +7,0 дптр и гиперметропическом астигматизме от 2,75 до 5,0 дптр;

- ФемтоЛАЗИК и у-ЛАЗИК выполняют с формированием тонкого клапана при нормальной толщине роговицы для исключения ее истончения и сохранения опорных коллагеновых фибрилл в передних и средних слоях стромы; фемтосекундный лазер обладает высокой точностью работы по глубине и по диаметру воздействия в отличие от механического кератома;

- технологии у-Эпи-ЛАЗИК и у-ЛАЗЕК выполняют при любой толщине роговицы; у-Эпи-ЛАЗИК способствует сохранению функциональной оптической зоны за счет менее выраженной СЭФ в зоне воздействия;

- Glass-Yb:Er ЛТК наиболее эффективна на исходно тонкой роговице или на утонченной роговице после других операций; рубцы в области коагулятов через 3,5 года после Glass-Yb:Er ЛТК являются состоятельными и удерживают полученный эффект операции.

9. Самые высокие показатели пространственной контрастной чувствительности на высоких частотах в мезопических условиях и в условиях интенсивной засветки, и самые низкие значения индуцированных аберраций высших порядков обеспечивают технологии, демонстрирующие высокие рефракционные результаты, качество формируемого гиперметропического профиля и щадящее отношение к роговице - у-Эпи-ЛАЗИК и ФемтоЛАЗИК.

10. Разработана система реабилитации детей и подростков с гиперметропией и астигматизмом, основными составляющими которой являются:

- разработанный дифференцированный подход к назначению каждого вида кераторефракционной лазерной операции в зависимости от исходных параметров глаза - толщины роговицы и степени рефракционного нарушения;
- предложенные усовершенствованные технологии кераторефракционных лазерных операций с учетом возрастных особенностей, исходных биомеханических свойств и естественной биомеханической реакции роговицы на хирургическое воздействие;
- алгоритм щадящего воздействия на роговицу с получением максимально возможного рефракционного результата.

Практические рекомендации

1. При сфере до +2,25 дптр, цилиндре до 2,25 дптр и толщине роговицы 510-520 мкм в центре рекомендована Glass-Yb:Er ЛТК. ЛТК более эффективна на изначально тонкой роговице или на утонченной роговице с изменениями Боуеновой мембраны после других эксимерлазерных или глазных операций. Средний рефракционный эффект после Glass-Yb:Er ЛТК по СЭ составляет $+1,94 \pm 0,15$ дптр.

2. При сфере от +2,75 до +4,5 дптр, цилиндре от 2,25 до 2,75 дптр и толщине роговицы 550-600 мкм в центре рекомендован у-ЛАЗИК. Сформированный во время операции роговичный клапан должен быть тонким и иметь толщину 90-100 мкм. Для предупреждения эктазии остаточная толщина роговицы после лазерной абляции должна составлять не менее 250 мкм. Средний рефракционный эффект после у-ЛАЗИК по СЭ составляет $+3,9 \pm 0,31$ дптр. Подвижные игры в послеоперационном периоде не рекомендуются до 6 месяцев.

3. При сфере от +3,0 до +4,5 дптр, цилиндре от 2,25 до 2,75 дптр и толщине роговицы 510-520 мкм в центре рекомендован у-Эпи-ЛАЗИК (применение данной технологии возможно при любой толщине роговицы как альтернативы методу у-ЛАЗИК). Рефракционный эффект у-Эпи-ЛАЗИК в среднем по СЭ составляет $+4,2 \pm 0,19$ дптр. Для уменьшения вероятности появления СЭФ в позднем послеоперационном периоде необходимо применять магнитную и лазерную стимуляцию сразу после операции для ускорения процессов регенерации в тканях роговицы, назначать гормоны по схеме (пренацид, флюорометалон) на 3 месяца, препараты искусственной слезы (оксиал, офтагель) на 2-3 месяца, иммуномодуляторы (деринат) на 2 месяца, а также проводить курс консервативной укрепляющей и рассасывающей терапии через 3 месяца после операции в условиях стационара в течение 10 дней, который можно совмещать с лечением амблиопии.

4. При сфере от +3,0 до +4,75 дптр, цилиндре от 2,5 до 4,0 дптр и толщине роговицы 550-600 мкм в центре рекомендовано сочетание

эксимерлазерной операции (у-ЛАЗИК, у-Эпи-ЛАЗИК) вместе с Glass-Yb:Er ЛТК (либо выполнение ФемтоЛАЗИК). Сочетание операций усиливает эффект коррекции гиперметропического астигматизма до $2,5 \pm 0,11$ дптр. Сначала проводится эксимерлазерная операция, через 3-6 месяцев после стабилизации рефракционных данных выполняется Glass-Yb:Er ЛТК с диаметром центральной оптической зоны 6,0-7,0 мм.

5. При наличии индуцированной гиперметропии и гиперметропического астигматизма, или неправильного астигматизма в пределах 3,0-3,5 дптр и толщине роговицы 510-520 мкм в центре рекомендована Glass-Yb:Er ЛТК.

6. При наличии сходящегося неаккомодационного косоглазия с девиацией от 10° до 15° - 20° по Гиршбергу, гиперметропии и гиперметропического астигматизма средней или высокой степени рекомендован у-ЛАЗИК или ФемтоЛАЗИК с одновременным хирургическим исправлением косоглазия. Одновременное проведение операций способствует более быстрому повышению зрительных функций, значительно сокращает сроки лечения амблиопии и исключает повторное проведение общей анестезии.

7. При сфере от +4,75 дптр до +7,0 дптр, цилиндре от 2,75 до 5,0 дптр и толщине роговицы в центре от 500 до 600 мкм рекомендован ФемтоЛАЗИК. Рефракционный результат после ФемтоЛАЗИК по СЭ в среднем составляет $+5,0 \pm 0,11$ дптр. Заживление по краю клапана после ФемтоЛАЗИК идет сильнее, по сравнению с у-ЛАЗИК, что обеспечивает биомеханическую стабильность роговицы и снижает риск смещения клапана в послеоперационном периоде. Подвижные игры в послеоперационном периоде не рекомендуются до 3 месяцев.

Список основных публикаций по теме диссертации

1. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Иванова Т.Г. Лазерная термокератопластика и комплексная стимуляция сетчатки в медико-социальной реабилитации детей, подростков и лиц молодого возраста с

гиперметропическим и смешанным астигматизмом в сочетании с амблиопией // Eye World. - 2002, №3.- С. 46-47.

2. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Иванова Т.Г. Лазерная терموкератоластика и комплексная стимуляция сетчатки, в медикосоциальной реабилитации детей, подростков и лиц молодого возраста с гиперметропическим и смешанным астигматизмом в сочетании с амблиопией // Технологии нового поколения в офтальмохирургии: Сбор. науч. ст. - Чебоксары, 2002.- С. 110-117.

3. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Сусликов С.В. Лазерная терموкератоластика при гиперметропии у детей и подростков // Российский симпозиум по рефракционной и пластической хирургии глаза: Сбор. науч. ст. - Москва, 2002. - С. 19-22.

4. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Иванова Т.Г., Сусликов С.В. Комплексное лечение гиперметропической анизометропии и амблиопии у детей и подростков // Медицинские аспекты охраны и укрепления здоровья: Материалы XXXIX научно-практической межрегиональной конференции врачей: Сбор. науч. ст. - Ульяновск, 2004.- С.340-341.

5. Куликова И.Л., Паштаев Н.П., Сусликов С.В., Иванова Т.Г. Отдаленные результаты лазерной термокератоластики у детей и подростков с осложненной гиперметропией // Рефракционная хирургия и офтальмология. – 2004.- Том 4. №3- С.28-34.

6. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Иванова Т.Г. Лазерная термокератоластика в лечении гиперметропической анизометропии у детей и подростков // Офтальмохирургия.- 2004, №2.- С.43-49.

7. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Сусликов С.В. ЛТК в лечении осложненной гиперметропии у детей на лазерных установках “GlassEr” и “Лик-100”// Глаукома и другие проблемы офтальмологии. Научно-практическая конференция, посв.15-летию Тамбовского филиала ГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им.акад. С.Н.Федорова: Сбор. науч. ст. - Тамбов, 2005 – С.122-129.

8. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. ЛАЗИК у детей с анизометропией на установке «Микроскан-2000» // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. VI международная научно-практической конференция: Сб. науч. ст.- М., 2005.- С.413- 420.
9. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Иванова Т.Г., Косороткина Т.И., Сусликов С.В. Комплексный метод лечения осложненной гиперметропии у детей и подростков. Практическое руководство. – Чебоксары: ИУВ, 2005.- 20 с.
10. Куликова И.Л., Паштаев Н.П., Сусликов С.В. Лазерная термокератопластика в лечении гиперметропии у детей // Вестник офтальмологии.- 2006, №2.- С.31-33.
11. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. LASEK у детей и подростков с гиперметропической анизометропией // Материалы IV Евро - Азиатской конференции по офтальмохирургии, 25-27 апреля: Сбор. науч. ст. – Екатеринбург, 2006. – С.45-46.
12. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Гиперметропический LASIK у детей и подростков с анизометропией // Офтальмохирургия.- 2006, №1.- С.4-8.
13. Куликова И.Л., Паштаев Н.П., Зарайская М.М., Алексеева Л.И. Сравнительная функциональная характеристика разных способов коррекции гиперметропии // Федоровские чтения – 2006. Научно-практическая конференция «Современные методы диагностики в офтальмологии. Анатомо-физиологические основы патологии органа зрения»: Сбор. науч. ст. - М., 2006.- С.36-40.
14. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Функциональное состояние зрительной системы у детей и подростков с гиперметропической анизометропией после кераторефракционных операций // Федоровские чтения – 2006. Научно-практическая конференция «Современные методы диагностики в офтальмологии. Анатомо-физиологические основы патологии органа зрения»: Сбор. науч. ст. - М., 2006.- С.40- 42.

15. Алексеева Л.И., Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Состояние эндотелия роговицы после кераторефракционных операций по поводу гиперметропии и астигматизма // Актуальные проблемы офтальмологии: Всерос. науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. тр.- М., 2006.- С. 252- 256.

16. Зарайская М.М., Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Влияние различных методов коррекции зрения на контрастную чувствительность зрительной системы при гиперметропии // Актуальные проблемы офтальмологии: Всерос. науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. работ.- М., 2006.- С.282- 285.

17. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Гиперметропический LASIK у детей и подростков // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2006: Сб. науч. ст.- М., ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза», 2006.- С.144-147.

18. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Хирургическое лечение гиперметропии и гиперметропического астигматизма высокой степени у детей // Рефракционная хирургия и офтальмология.- 2006, № 4.- С.9-16.

19. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Комплексное лечение гиперметропии у детей и подростков // Здоровоохранение Чувашии.- 2006, № 4.- С.23- 31.

20. Kulikova I.L., Pashtaev N.P. Results of non-contact laser thermokeratoplasty in children with high hyperopic anisometropia // 11th European Society of Cataract & Refractive Surgeons. Athens 2007, 2-7 February. Book of abstracts, posters.

21. Kulikova I.L., Pashtaev N.P., Pozdeeva N.A. Combination of laser in keratomileusis and laser thermokeratoplasty for correction of high hyperopia and hyperopic astigmatism in children // 11th European Society of Cataract & Refractive Surgeons. Athens 2007, 2-7 February. Book of abstracts, posters.

22. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Анализ отдаленных результатов воздействия термокератокоагуляции и лазерной термокератоластики на

роговицу детей с помощью оптической когерентной томографии // Рефракционная хирургия и офтальмология.- 2007, №1.- С.21-26.

23. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Анализ отдаленных результатов воздействия термокератокоагуляции и лазерной термокератоластики на роговицу детей с помощью оптической когерентной томографии // ZEISS сегодня.- 2007, №37.- С.1-3.

24. Куликова И.Л., Паштаев Н.П.. Хирургическая коррекция гиперметропии у детей // Новое в офтальмологии - 2007, №1.- С.35- 44.

25. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Возможности лазерного *in situ* кератомилеза на установке «Микроскан» в лечении гиперметропической анизометропии у детей и подростков // Сибирский консилиум медико-фармацевтический журнал.- 2007, №3.- С.63- 66.

26. Алексеева Л.И., Куликова И.Л., Поздеева Н.А., Паштаев Н.П. Лазерный эпителиальный кератомилез у пациентов с аметропиями высокой степени // Актуальные проблемы офтальмологии: II Всерос. науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. тр. – М., 2007. – С.168-170.

27. Федорова М.Н., Куликова И.Л., Шахматова И.П., Паштаев Н.П. Метод лечения содружественного косоглазия в сочетании с анизометропией // Актуальные проблемы офтальмологии: II Всерос. науч. конф. молодых ученых: Сб. науч. ст. – М., 2007. – С.231-233.

28. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Лазерные операции в коррекции вторичной гиперметропии и астигматизма у детей после посттравматических внутриглазных операций // Федоровские чтения- 2007. Юбилейная научно- практическая конференция: Сб. науч. ст.- М., 2007.- С.159- 160.

29. I. Kulikova, N. Pozdeeva, N. Pashtaeв. Influence Of Optic Zone Size On The outcome of laser *in situ* keratomileusis in children and teenagers with hyperopia and anisometropia // XXV Congress of the ESCRS, 8-12 September 2007, European Society of Cataract & Refractive Surgeons. Book of abstracts.- Stockholm, 2007.- P.219.

30. I. Kulikova, N. Pashtaev, N. Pozdecva. Optical coherence tomography in treatment spot analysis of thermokeratocoagulation and laser thermokeratoplasty on children's corneas // XXV Congress of the ESCRS, 8-12 September 2007, European Society of Cataract & Refractive Surgeons. Book of abstracts.- Stockholm, 2007.- P.220

31. I. Kulikova, N. Pozdeeva, N. Pashtaev, Y.N.Batkov. Comprehensive visual rehabilitation of patients with severe eye trauma // XXV Congress of the ESCRS, 8-12 September 2007, European Society of Cataract & Refractive Surgeons. Book of abstracts. - Stockholm, 2007. - P.248-249.

32. Куликова И.Л., Паштаев Н.П., Иванова Т.Г., Косороткина Т.И. Метод лечения гиперметропии высокой степени и астигматизма у детей и подростков с анизометропией // Новые технологии в офтальмологии. Всероссийская научно-практ.конф., посв.20-летию Чебоксарского филиала ФГУ МНТК им. акад. С.Н. Федорова: Сб. науч. ст. – Чебоксары, 2007.- С.144-147.

33. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Метод лечения эктазии и смешанного астигматизма после сквозной кератопластики // Новые технологии в офтальмологии. Всероссийская научно-практ. конф., посв.20-летию Чебоксарского филиала ФГУ МНТК им. акад. С.Н.Федорова: Сб. науч. ст. – Чебоксары, 2007.- С.178-182.

34. Поздеева Н.А., Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Комплексная зрительная реабилитация пациентов с тяжелыми травмами глаза // Новые технологии в офтальмологии. Всероссийская научно-практ. конф., посв.20-летию Чебоксарского филиала ФГУ МНТК им.акад.С.Н.Федорова: Сб. науч. ст. – Чебоксары: Чувашия, 2007.- С.232-234.

35. Паштаев Н.П., Руссков К.Н., Горбунова Н.Ю., Куликова И.Л., Поздеева Н.А. Изменение биомеханических свойств роговицы после различных хирургических вмешательств // Новые технологии в офтальмологии. Всероссийская научно-практ.конф., посв.20-летию

Чебоксарского филиала ФГУ МНТК им. акад. С.Н.Федорова: Сб. науч. ст. – Чебоксары: Чувашия, 2007.- С. 278-282.

36. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Результаты бесконтактной лазерной термокератоластики у детей с гиперметропией и анизометропией: 5 лет наблюдений // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сб. науч. ст.- М., 2007.- С.159-161.

37. Куликова И. Л., Руссков К.Н., Паштаев Н.П. Неинвазивное *in vivo* изучение биомеханических свойств роговицы после лазерного *in situ* кератомилеза у детей с гиперметропией // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: Сб. науч. стат.- М., 2007.- С.162-164.

38. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Особенности энергетического воздействия на роговицу GLASS-YB:ER лазера с длиной волны 1,54 мкм // Новые технологии микрохирургии глаза. Вестник Оренбургского государственного университета.-2007.-№78, декабрь.- С. 132-135.

39. Куликова И.Л., Сусликов С.В. Первый опыт применения фемтосекундного лазера в России // Офтальмология Юга. -№4.- 2007.- С.2.

40. Куликова И.Л., Шахматова И.П., Паштаев Н.П. Одновременный метод хирургического лечения косоглазия и амблиопии у детей с гиперметропической анизометропией // Актуальные вопросы современной страбизмологии и рефракционные нарушения у детей: Сб. науч. тр. – Новосибирск.- 2008 г.- С.42-45.

41. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Влияние размера оптической зоны на исход гиперметропического LASIK у детей и подростков с анизометропией // Здоровоохранение Чувашии.- 2008.- №2.- С.29-34.

42. Куликова И.Л. Роговичная крышка, сформированная фемтосекундным лазером: анализ толщины и влияние на aberрометрические показатели у гиперметропов // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2008: Сб. науч. тр. - М., 2008.- С.141-145.

43. Федотова Л.А., Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Преимущества формирования роговичной крышки фемтосекундным лазером для выполнения гиперметропического профиля абляции // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2008: Сб. науч. тр.- М., 2008.- С.256-260.

44. Куликова И.Л., Паштаев Н.П. Первые результаты коррекции аметропий с использованием фемтосекундного кератома // Клиническая офтальмология.- 2008.- №3.- С.87-90.

45. Куликова И.Л. Лазерная термокератопластика в коррекции индуцированного посттравматического астигматизма роговицы у детей // Российская педиатрическая офтальмология.- 2009.- №1.- С.34-36.

46. Куликова И.Л., Поздеева Н.А. Качество зрения после кераторефракционных операций у детей с гиперметропической анизометропией // Филатовские чтения. Научно-практическая конференция офтальмологов с международным участием.- Украина, Одесса: Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П.Филатова.- 2009.- С.25-26.

47. Куликова И.Л. Пространственная контрастная чувствительность и роговичные aberrации высших порядков после рефракционных операций у детей с гиперметропической анизометропией // Вестник офтальмологии.- 2009, №4.- С.11-14.

48. Куликова И.Л. IntraLASIK и LASIK в коррекции гиперметропии высокой степени и гиперметропического астигматизма: сравнительный анализ // Офтальмохирургия.- 2009, №3.- С.4-8.

Список изобретений по теме диссертации

1. Паштаев Н.П., Куликова И. Л., Иванова Т. Г., Сусликов С. В., Семенов А. Д., Ивашина А. И. «Способ лечения амблиопии и анизометрии при гиперметропии и гиперметропическом астигматизме у детей и подростков». Патент РФ на изобретение № 2246288, приоритет от 07.08.2003.

2. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ лечения гиперметропической анизометрии у детей и подростков». Патент РФ на изобретение №2278647, приоритет от 27.07.2004.

3. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ лечения смешанного астигматизма у детей». Патент РФ на изобретение № 2278648, приоритет от 27.07.2004.

4. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ хирургической коррекции гиперметропического астигматизма у детей и подростков с гиперметропической анизометрией». Патент РФ на изобретение № 2290906, приоритет от 15.06.2005.

5. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ лазерной коррекции гиперметропии после внутриглазных операций с заменой хрусталика глаза». Патент РФ на изобретение № 2294724, приоритет от 15.06.2005.

6. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Иванова Т.Г., Косороткина Т.И. «Способ лечения гиперметропии высокой степени и астигматизма у детей и подростков с анизометрией». Патент РФ на изобретение № 2308922, приоритет от 11.11.2005.

7. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Сусликов С.В. «Способ лечения новообразованных сосудов роговицы». Патент на изобретение РФ № 2309712, приоритет от 16.03.2006г.

8. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ лечения гиперметропии и гиперметропического астигматизма». Патент РФ на изобретение №2313322, приоритет от 18.05.2006.

9. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ определения дифференциальных показаний к проведению LASIK и GLASS-Yb: Er LTK самостоятельно и в сочетании друг с другом у детей и подростков с гиперметропией и гиперметропическим астигматизмом». Патент РФ на изобретение №2317055, приоритет от 20.09.2006.

10. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Шахматова И.П., Федорова М.Н. «Способ хирургического лечения амблиопии и косоглазия у детей и подростков

с анизометропией». Патент РФ на изобретение №2320307, приоритет от 20.09.2006.

11. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. «Способ лечения посттравматического рубцового астигматизма роговицы». Патент РФ на изобретение №2323710, приоритет от 20.09.2006.

12. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. Способ хирургической коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма у детей. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке № 2007137350 от 10.10.2007.

13. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. Способ хирургической коррекции гиперметропии и гиперметропического астигматизма на тонкой роговице у детей с анизометропией. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке № 2007137352 от 10.10.2007.

14. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Сусликов С.В. Способ лечения кератоконуса роговицы. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке №2008100297 от 15.01.2008.

15. Паштаев Н.П., Куликова И.Л. Способ хирургического лечения гиперметропической анизометропии у детей. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке №2008115527 от 23.04.2008.

16. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Патева Т.З., Федотова Л.А. Способ формирования роговичного лоскута для коррекции аметропий. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке № 2008116475 от 29.04.2008.

17. Паштаев Н.П., Куликова И.Л., Федотова Л.А., Патева Т.З. Хирургический способ лечения гиперметропии. Положительное решение о выдаче патента РФ по заявке № 2008116479 от 29.04.2008.