

АКАДЕМИЯ ПОСТДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВИДОВ
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНСТВА»

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОПЕРАЦИИ ТРАНСЭПИТЕЛИАЛЬНОЙ ФОТОРЕФРАКЦИОННОЙ КЕРАТЭКТОМИИ

Учебно-методическое пособие

*Рекомендовано к изданию Ученым советом
АПО ФГБУ ФНКЦ ФМБА России,
протокол №4-23 от 12 октября 2023 года*



Москва, 2023

Академия постдипломного образования федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий федерального медико-биологического агентства»

А 38 **Алгоритм выбора параметров при планировании операции трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомии** — М.: ДПК Пресс, 2023. — 40 с. — илл. — ISBN 978-5-91976-270-6

Составители:

Профессор кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, руководитель Офтальмологической клиники «Сфера», доктор медицинских наук, доцент **Эскина Эрика Наумовна**

Профессор кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, руководитель сети клиник «Глазная клиника доктора Беликовой», доктор медицинских наук, доцент **Беликова Елена Ивановна**

Клинический ординатор кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, врач-офтальмолог Офтальмологической клиники «Сфера» **Сморчкова Анна Станиславовна**

Рецензенты:

Доцент кафедры офтальмологии ВГМУ им. Бурденко, руководитель Федерального центра офтальмологии и микрохирургии глаза YourMed, главный офтальмолог и заместитель генерального директора сети клиник YourMed и Гиппократ, кандидат медицинских наук **Майчук Наталия Владимировна**

Заведующая рефракционным отделением ИФ ФГАУ НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова, МЗ РФ, кандидат медицинских наук **Писаревская Олеся Валерьевна**

УДК 617.713-007.64
ББК 56.754

© Академия постдипломного образования
ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, 2023
© Издательство «ДПК Пресс», 2023

ISBN 978-5-91976-270-6

ВВЕДЕНИЕ	5
ПОЯВЛЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДА ТРАНС ФРК	7
ОТБОР ПАЦИЕНТОВ	
И ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА	11
АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИИ.....	13
Определение объёма хирургического вмешательства	13
Выбор диаметра оптической зоны	13
Диаметр общей зоны абляции	15
Расчёт глубины абляции роговицы.	15
Величина расчётной толщины эпителия.....	16
Остаточная толщина роговицы	17
ОСОБЕННОСТИ КОРРЕКЦИИ МИОПИИ СЛАБОЙ СТЕПЕНИ.....	19
ОСОБЕННОСТИ КОРРЕКЦИИ	
НА ОТНОСИТЕЛЬНО ТОНКИХ РОГОВИЦАХ	20
КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ.....	21
ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ	
ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	28
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	32
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	33

ВВЕДЕНИЕ

Миопия — многофакторное социально значимое заболевание [62], которое согласно теории Э.С. Аветисова имеет три звена патогенеза: наследственная предрасположенность, ослабленная аккомодация, ослабление прочностных свойств склеры. Кроме того, общесоматическая патология, в том числе нарушения обменных процессов в соединительной ткани, благоприятствуют тому, чтобы работа на близком расстоянии в условиях слабости аккомодации приводят к формированию миопической рефракции [1].

В настоящее время наблюдается в различных частях мира стремительный рост развития миопии, которая занимает лидирующие позиции по причине снижения зрения у населения. Прогноз развития миопии является неутешительным — к 2050 году количество близоруких в мире составит около 5 миллиардов человек, что немногим более половины населения планеты [5]. По данным одного из исследований, в 2017–2018 учебных годах среди первоклассников распространённость миопии составила 2,4 %, среди пятиклассников — 19,7%, а среди выпускников показатель достиг 50,7% [6].

Качество жизни пациентов снижается, так как миопия требует проведения постоянной коррекции, что не всегда возможно по тем или иным причинам, например, из-за наличия общесоматических или глазных заболеваний.

Существует несколько способов коррекции миопии: с помощью очков, контактных линз (мягких, жёстких), хирургических лазерных методов (ФРК, LASIK, SMILE) и интраокулярной коррекции.

Актуальность

Несмотря на то, что на рынке оптической продукции существует большой выбор средств коррекции аномалий рефракции (очки, контактные линзы), всё больше пациентов выбирают лазерную коррекцию зрения [7–10]. Современное высокотехнологичное оборудование и усовершенствование методов коррекции позволяют получать высокие зрительные функции после операции, обеспечивать безопасность операций, высокую предсказуемость рефракционного эффекта, низкий риск послеоперационных осложнений, а также, в некоторых случаях, возможность проведения коррекции после ранее перенесённых травм, операций и инфекционных поражений роговицы [11–13]. В совокупности данные преимущества лазерной коррекции миопии позволяют улучшить качество жизни пациентов.

Разнообразие кераторефракционных операций привело к тому, что поверхностные абляции, в том числе, трансэпителиальная фоторефракционная

кератэктомия (ФРК), теряют свою популярность, в первую очередь, из-за болезненного раннего послеоперационного периода, а также из-за сложности прогнозирования рефракционного эффекта. Однако поверхностные абляции имеют ряд преимуществ, что в сочетании с возможностями современных лазерных установок позволяет снизить риск послеоперационных осложнений и получить прогнозируемый результат. Таким образом, вопросы точного планирования операционного вмешательства, а также достижения высокой предсказуемости и стабильности рефракционного эффекта по-прежнему остаются актуальными [52].

Целью данного издания является повышение клинической эффективности и предсказуемости рефракционного эффекта при хирургической коррекции миопии методом транспителлиальной ФРК путём разработки алгоритма планирования объёма операции.

Данное издание предназначено для ординаторов, врачей-офтальмологов и рефракционных хирургов.

ПОЯВЛЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДА ТРАНС ФРК

Первой операцией с использованием эксимерного лазера явилась фоторефракционная кератэктомия (ФРК).

Первые публикации, автором которых был Стефен Трокель, касающиеся опыта внедрения эксимерного лазера для хирургии роговицы, появились в 1983 году [50], о лазерной кератэктомии у людей — в 1987 году [51]. В то же время в России разработкой и внедрением в клиническую практику эксимерлазерной хирургии роговицы активно занимался С.Н. Фёдоров.

Несмотря на то, что эксимерный лазер был разработан намного раньше, по данным Американской Академии Офтальмологии, FDA одобрило ФРК для лечения миопии и миопического астигматизма только в 1995 году.

Принцип фоторефракционной кератэктомии заключается в выполнении фотоабляции передних слоёв стромы роговицы в оптической зоне на заданную глубину с помощью лазерного луча с определённой энергией. Таким образом, происходит изменение кривизны и, как следствие, оптических свойств передней поверхности роговицы [20]. Схема абляции представлена на рис. 1, на котором показано уплощение передней поверхности роговицы, при этом радиус кривизны роговицы увеличивается, а преломляющая сила уменьшается. В итоге фокусная точка перемещается по направлению к сетчатке.

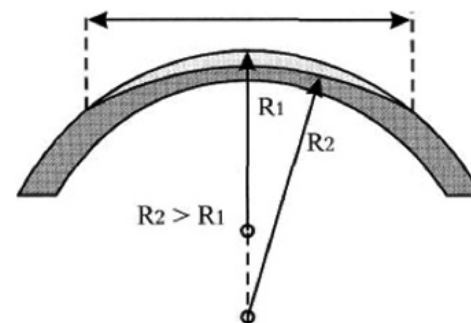


Рис. 1. Схема эксимерлазерной коррекции миопии — в результате операции радиус кривизны передней поверхности роговицы (R_2) увеличивается [20]

ФРК проводится в два этапа. Первый этап — дезэпителизация. Существует три способа удаления эпителия: механический (с помощью шпателя или специальной щётки), химический (с помощью спиртового раствора) и с использованием лазерного излучения.

Механическая дезэпителизация является самым распространённым методом. Эпителий удаляют острым инструментом, но в этом случае существует высокий риск травматизации боуеновой мембраны и формирования микронеровностей на поверхности роговицы. Площадь снятия эпителия должна быть несколько шире зоны абляции [16]. Однако при мануальной дезэпителизации формирование равномерного эпителиального края и прогнозируемый контроль за диаметром удаляемого эпителия несколько затруднены. Желательно также, чтобы ограничение по времени выполнения этого этапа операции составляло не более 2 минут в связи с вероятностью пересыхания роговицы и, таким образом, непрогнозируемого рефракционного эффекта операции [16]. Хирургу необходимо соблюдать осторожность и избегать чрезмерного давления инструментом на ткани во избежание деформации подлежащих слоёв и появления участков дегидратации роговицы, так как в этих участках фактическая абляция будет больше. Увеличение гидратации стромы роговицы, напротив, может уменьшать величину фактической абляции. В связи с этим после дезэпителизации перед абляцией поверхность роговицы должна быть тщательно и равномерно осушена, так как строма очень быстро впитывает жидкость [16, 20].

Химическое удаление эпителия осуществляется с помощью пропитанного 18 % раствором спирта ватного круглого тампона, который накладывают на роговицу на 10–20 секунд. Однако этот метод не получил повсеместного распространения, так как спирт вызывает дополнительную дегидратацию роговицы, что может привести далее к рефракционным ошибкам. Кроме того, спиртовые растворы токсичны для всех слоёв роговицы, вплоть до эндотелия [16].

Для проведения поверхностной абляции применяется также удаление эпителия с помощью эксимерного лазера. Данная методика впервые была описана в 1998 году [64] и заключалась в последовательном наложении разных профилей абляции: сначала в центре с помощью лазера удалялся слой эпителия толщиной около 50 мкм (программа ФТК — фототерапевтическая кератэктомия, не имеющая рефракционного профиля и обеспечивающая равномерное удаление ткани роговицы в пределах всего диаметра воздействия). Затем происходило переключение энергии лазера и программы (ФРК с рефракционным профилем), далее осуществлялся переход к абляции стромы [65]. Двухэтапный подход трансэпителиальной ФРК используется хирургами и в настоящее время [67, 68], однако не приобрёл широкое практическое применение из-за значительной продолжительности хирургического вмешательства, необходимости большого опыта хирурга для отслеживания флуоресценции роговицы и определения момента перехода от абляции эпителия к абляции стромы [9, 66]. Использование данного метода было сопряжено с риском непрогнозируемого рефракционного эффекта: потеря времени при переключении между программами приводила к пересыханию роговицы и непрогнозируемому изменению рефракционного эффекта [16].

В сентябре 2009 года компанией-производителем эксимерных лазеров Schwind (Германия) была представлена одномоментная трансэпителиальная ФРК, которая позволяет проводить одномоментно дезэпителизацию и коррекцию миопии в пределах одной программы лечения, поэтому на данный момент в хирургической практике она используется чаще [33]. Это обусловлено более точным прогнозированием рефракционного эффекта, меньшим количеством послеоперационных осложнений, а со стороны пациентов менее болезненным послеоперационным периодом, меньшим временем проведения операционного вмешательства [21, 35, 52]. Современное эксимерлазерное оборудование характеризуется большой частотой излучения (более 500 Гц), что обеспечивает высокую точность за счёт уменьшения времени проведения абляции, при этом удаётся сохранить стабильной гидратацию роговицы, а следовательно, коэффициент абляции [26, 27]. Современные лазерные установки оснащены модулями автоматического контроля положения глаз, что позволяет снизить риск децентрации и формирования индуцированных аберраций [52, 54].

По завершении абляции стромы глазная поверхность тщательно промывается охлаждённым изотоническим раствором для удаления продуктов абляции и её дополнительного охлаждения или сбалансированным солевым раствором для удаления тканевого детрита, затем производится инстилляция антибиотика и накладывается бандажная мягкая контактная линза до достижения полной эпителизации [23, 24]. Цель использования МКЛ — уменьшить болевой синдром и улучшить качество и скорость эпителизации, тем самым снизить количество вырабатываемых цитокинов [22–24].

Таким образом, одномоментная трансэпителиальная ФРК имеет ряд преимуществ перед классической ФРК, так как является более современным, более безопасным, абсолютно бесконтактным (без касания роговицы инструментами) методом коррекции миопии и миопического астигматизма, что обуславливает меньшую вероятность возникновения послеоперационных осложнений и более комфортный реабилитационный период для пациента.

Преимущества метода трансэпителиальной ФРК [9, 17, 18, 60, 63]:

- бесконтактное воздействие;
- высокая точность;
- минимальная травматичность;
- прогнозируемый рефракционный эффект;
- возможность проведения операции у пациентов с поверхностными помутнениями и рубцами роговицы, в том числе и с коррекцией роговичного волнового фронта;
- возможность проведения операции у пациентов с задней элевацией роговицы без субклинического кератоконуса;
- возможность проведения операции у пациентов с тонкой роговицей и миопией высокой степени;

- дополнительный бактерицидный эффект ультрафиолетового излучения. К недостаткам процедуры относятся [19]:
- длительный (в среднем до 3 дней) восстановительный послеоперационный период, сопровождающийся роговичным синдромом различной степени выраженности;
- относительно продолжительная (до 2–2,5 месяцев) капельная схема, включающая применение местных глюкокортикостероидов, которые могут вызвать нежелательные побочные эффекты;
- вероятность развития пролиферативного ответа со стороны роговицы, который может сопровождаться транзитным поверхностным помутнением (хейзом) разной степени выраженности и нестабильным рефракционным эффектом.

ОТБОР ПАЦИЕНТОВ И ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА

Всем пациентам в рамках предоперационной диагностики необходимо проводить стандартное офтальмологическое обследование, включающее в том числе:

- оценку объективной рефракции (автоматическая кераторефрактометрия);
- визометрию вдаль с коррекцией и без в условиях динамической рефракции и после выполнения циклоплегии;
- измерение внутриглазного давления (пневмотонометрия);
- биомикроскопию переднего отрезка глаза;
- биомикроскопию сетчатки, ороскопию.

Дополнительно требуется определение характера зрения и ведущего глаза, выполнение оптической кератотопографии передней и задней поверхности роговицы, оптической или ультразвуковой эхобиометрии, пупиллометрии в различных стандартизированных условиях освещённости (фотопические — 40 лк, мезопические — 4 лк, скотопические — 0,04 лк), пахиметрии. Необходима также оценка состояния базальной слёзопroduкции (тест Ширмера 2) и стабильности слёзной плёнки (проба Нурна или неинвазивная компьютерная тиаскопия).

Необходимым условием планирования хирургии у пациента является стабильность рефракции не менее одного года, а также отмена использования мягких контактных линз минимум за 2 недели, а жёстких контактных линз, как минимум, за 2 месяца до дня обследования.

Абсолютные противопоказания [46]:

- кератоконус и другие дистрофические заболевания роговицы;
- кератиты и увеиты;
- отёк роговицы;
- герпетический кератит в анамнезе;
- некомпенсированные или неконтролируемые воспалительные заболевания придаточного аппарата глаза (блефарит, аллергические проявления, синдром сухого глаза);
- катаракта;
- глаукома;
- склонность к образованию келоидных рубцов;
- системные заболевания соединительной ткани (системная красная волчанка, ревматоидный артрит, псориаз, анкилозирующий спондилоартрит, дерматомиозит, системная склеродермия, болезнь Шегрена и др.);
- сахарный диабет.

Относительные противопоказания [46, 59]:

- экстремально крутая (> 48 дптр) или плоская роговица (< 35 дптр);
- беременность или кормление грудью;
- приём препаратов, потенциально оказывающих влияние на роговицу (амиодарон, изотретиноин, суматриптан и др.).

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИИ

1. Определение объёма хирургического вмешательства

При планировании объёма операции для достижения целевой рефракции необходимо учитывать большое количество данных, таких как манифестная рефракция пациента при узком зрачке и в условиях циклоплегии, наличие и величина роговичного астигматизма, наличие и степень выраженности роговичных аберраций высшего порядка.

В руководстве по планированию операции с использованием модуля ORK-CAM (эксимерный лазер SCHWIND AMARIS) [59] указаны два диапазона для коррекции миопии методом трансэпителиальной ФРК. Стандартный диапазон значений рефракции позволяет скорректировать миопию до $-9,0$ дптр и миопический астигматизм до $-5,0$ дптр. При необходимости можно использовать расширенный диапазон, который дает возможность скорректировать миопию до $-12,0$ дптр и миопический астигматизм до $-7,0$ дптр.

2. Выбор диаметра оптической зоны

Планирование оптической зоны (ОЗ) операции является одним из самых важных этапов, поскольку от диаметра ОЗ при выполнении лазерной коррекции зрения зависит результат и стабильность операции, послеоперационный зрительный комфорт пациента, особенно в сумерки или в условиях недостаточной освещённости.

Согласно стандартным рекомендациям [47], диаметр ОЗ должен превышать диаметр зрачка в скотопических условиях, это позволяет избежать появление гало- и глэр-эффекта в сумерках, что особенно актуально для пациентов, которые являются водителями автотранспортных средств.

Чем больше диаметр ОЗ, тем меньше в послеоперационном периоде у пациента формируются аберрации высшего порядка [38, 39]. Об этом писал Al-Mohaimed с соавт., в исследовании которого были сформированы две группы пациентов — первая со стандартной ОЗ $6,5$ мм, вторая — с ОЗ 7 мм. Авторы сравнивали аберрации высшего порядка у пациентов после трансэпителиальной ФРК в срок 6 месяцев после операции в 6-миллиметровой зоне оперированной роговицы. Исследователи пришли к выводу, что чем меньше

оптическая зона, тем больше аберраций высшего порядка будет регистрироваться у пациента в послеоперационном периоде, что приводит к снижению качества зрения.

Однако максимальный диаметр ОЗ может иметь ограничение не только с точки зрения размеров роговицы и формируемой эрозии, но и с позиции толщины остаточной стромы роговицы. Между данными параметрами имеется взаимосвязь: чем больше диаметр ОЗ, тем глубже абляция на каждую диоптрию [41]. Существует также необходимость планирования ОЗ с позиции послеоперационного заживления: больший диаметр ОЗ требует большую глубину и диаметр абляции, при этом увеличивается и размер переходной зоны, а следовательно, больше времени затрачивается на процесс реэпителизации, при этом повышается риск формирования субэпителиальной фиброплазии [42, 43, 52].

Таким образом, при наличии тонкой роговицы или высокой миопии целесообразно уменьшать ОЗ до возможных пределов.

Что касается минимально возможного диаметра оптической зоны, то при его выборе необходимо помнить, что чем меньше оптическая зона, тем выше вероятность регресса рефракционного эффекта за счет ремоделирования эпителия и увеличения аберраций высшего порядка, поэтому большинство авторов рекомендуют планировать диаметр ОЗ не менее 6 мм [42, 43, 52].

В отличие от таких методов коррекции как LASIK или SMILE, оптическая зона при трансэпителиальной ФРК не ограничивается размерами лоскута, что позволяет проводить коррекцию у пациентов с экстремально большим диаметром зрачка и является дополнительным преимуществом поверхностных абляций.

Существует также понятие эффективной или функциональной оптической зоны (ЭОЗ, ФОЗ) — часть оптической зоны роговицы, которая получает полную планируемую коррекцию [87]. ЭОЗ может отличаться в диаметре от планируемой ОЗ [9, 88, 89]. Нами проведены исследования [90], в ходе которых изучалось прогнозирование диаметра ЭОЗ, в результате была выведена формула, описывающая взаимосвязь ЭОЗ с влияющими на её формирование факторами:

$$\text{ЭОЗ} = 0,93582 * \text{ОЗ} + 0,23397 * \text{ЭОЗ}_{\text{предоп}} + 0,40226 * \text{СЭ},$$

где

ЭОЗ — эффективная оптическая зона,

ОЗ — планируемая оптическая зона,

$\text{ЭОЗ}_{\text{предоп}}$ — предоперационная ЭОЗ

СЭ — сферозэквивалент.

Следовательно, на диаметр ЭОЗ влияют объём хирургического вмешательства и диаметр оптической зоны операции [90]. В связи с этим для достижения ожидаемого результата при планировании диаметра ОЗ необходимо учитывать все эти факторы.

3. Диаметр общей зоны абляции

Общая зона абляции (ОЗА) или total ablation zone (TAZ) — параметр операции, характерный для эксимерлазерной хирургии, который необходимо учитывать при планировании вмешательства методом трансэпителиальной ФРК.

ОЗА обусловлена наличием переходной зоны, что связано с формированием асферического профиля абляции, который формируется на роговице при коррекции аметропии. Итак, ОЗА состоит из оптической и переходной зоны (ПЗ).

Переходная зона — динамический параметр, который зависит от диаметра ОЗ, типа рефракции, величины сферического и цилиндрического компонента рефракции, а также типа операции. Значение переходной зоны на различных лазерных установках рассчитывается по-разному, в нашем случае это осуществляется автоматически в программе планирования и может варьировать от 0,5 до 2 мм. Величина ПЗ высчитывается по номограмме в зависимости от диаметра ОЗ, рефракции и кератометрических данных [40].

Максимальная величина ОЗА определяется в руководстве по эксплуатации каждой лазерной установки: например, в руководстве к лазеру SCHWIND AMARIS указано, что ОЗА не может превышать 10 мм [48].

Однако в практике рефракционного хирурга встречаются пациенты с маленьким диаметром роговицы. Кроме того, субтотальная эрозия роговицы с повреждением зоны лимбальных стволовых клеток будет эпителизоваться намного дольше, что может привести к различным послеоперационным осложнениям [61]. Учитывая этот факт, при планировании ОЗА в ходе трансэпителиальной ФРК мы рекомендуем отступать от лимба не менее, чем на 1 мм.

4. Расчёт глубины абляции роговицы

Известно, что градиент биомеханической прочности роговицы уменьшается от передних слоёв к задним: плотность кератоцитов в передней части стромы составляет 1058, а задней стромы — 780 клеток на 1 мм² [44, 45]. Этот факт накладывает определённые ограничения на глубину абляции при хирургическом вмешательстве.

Согласно рекомендациям Американской Академии Офтальмологии, толщина удаляемой ткани при коррекции зрения не должна превышать 40 % от предоперационной центральной толщины роговицы (ЦТР) [37]. Таким образом, максимально допустимая глубина абляции стромы при ФРК обычно составляет в среднем 100–120 мкм [16], при трансэпителиальной ФРК — 155–175 мкм с учётом толщины эпителия.

Однако мы считаем определение максимально допустимой глубины абляции с точки зрения двухмерности не очень корректным и рекомендуем

использовать понятие объема удаленной ткани, что позволяет учитывать и диаметр абляции. Подобный параметр легко найти в планировщике операций SCHWIND CAM.

Мы рекомендуем при абляции не превышать значение 40 % центральной толщины роговицы. При увеличении диаметра оптической зоны целесообразно уменьшать максимально допустимую глубину абляции пропорционально увеличению объема удаляемой ткани. Однако ориентироваться нужно не только на глубину абляции и объем удаляемой ткани, но и на возраст пациента, и на остаточную толщину стромы, о чём речь пойдёт далее.

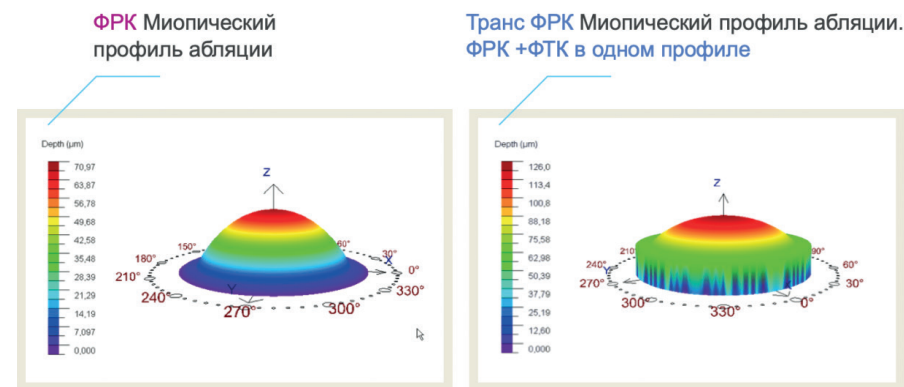
5. Величина расчетной толщины эпителия

В конце 2000-х годов появилась высокоточная аппаратура, позволяющая оценивать толщину эпителия по всей поверхности роговицы, а в 2008 году на основании анализа литературных данных стало известно, что у большей части популяции (70 %) толщина эпителия в центре роговицы не превышает 55 мкм, а на периферии (в 8-миллиметровой зоне) — 65 мкм [28, 33, 34]. В соответствии с вышеуказанными данными, при планировании операции трансэпителиальной ФРК для прогнозирования точного рефракционного эффекта необходимо проводить измерение толщины эпителия в центре и на периферии роговицы. Это можно сделать с помощью современных топографов, анализирующих распределение толщины эпителия по роговице; вручную с помощью оптического когерентного томографа с модулем сканирования переднего отрезка глаза или на диагностических системах, имеющих модуль построения эпителиальной карты роговицы. После определения данного параметра следует изменять стандартные настройки планировщика.

Особенности эксимерлазерного профиля Транс ФРК на лазере SCHWIND заключаются в том, что сначала на роговицу накладывают рефракционный профиль (непосредственно коррекция миопии), а затем рефракционно-нейтральный (профиль ФТК, соответствующий запланированной толщине эпителия) [33]. При этом происходит как бы погружение рефракционного профиля в глубину роговицы без его изменения. Наглядно внешний вид профиля коррекции изображён на рис. 2.

Следовательно, если эпителиальный слой конкретного пациента тоньше заданного, происходит лишь небольшая дополнительная абляция роговичной ткани, что в дальнейшем не сказывается на рефракции пациента [9].

В случае, если эпителий окажется толще расчётного, это приведёт лишь к незначительному уменьшению диаметра эффективной ОЗ, что может сказаться на качестве зрения пациента и в отдалённом периоде привести к регрессу рефракционного эффекта [9].



⇒ Применяемый профиль абляции состоит из рефракционной части и из части, рассчитанной на определенную толщину эпителия

Рис. 2. Схема эксимерлазерного профиля абляции при коррекции миопии: сначала накладывается рефракционный, затем рефракционно-нейтральный профиль [33]

6. Остаточная толщина роговицы

Наиболее грозным осложнением роговичной рефракционной хирургии является ятрогенная кератэктазия. Для предупреждения её возникновения необходимо не только тщательно анализировать топограмму, переднюю и заднюю поверхность роговицы, по возможности, биомеханический ответ, но и наиболее точно рассчитывать остаточную толщину роговицы (ОТР). Существует безопасная граница минимальной толщины роговицы, нарушение которой может с высокой вероятностью привести к сдвигам в биомеханической стабильности роговицы [25, 35, 36].

Планируемая остаточная толщина роговицы рассчитывается по формуле [49]:

$$\text{ОТР} = \text{ЦТР} - (A + Э),$$

где ЦТР — центральная толщина роговицы, мкм;

A — глубина абляции, мкм;

Э — толщина эпителия, которая закладывается в программу, мкм.

Различные варианты операции ФРК (в том числе, трансэпителиальная ФРК) влияют на биомеханические свойства роговицы в меньшей степени, чем LASIK и SMILE, поскольку ОТР не зависит от суббоуеновой толщины лоскута, что дает возможность сохранить дополнительно от 40 до 60 мкм стромальной ткани [32, 84, 85]. Это позволяет предпочесть выполнение трансэпителиальной ФРК при планировании коррекции миопии высокой степени или при наличии у пациента тонкой роговицы.

Минимально рекомендуемая ОТР при выполнении лазерной коррекции зрения по данным различных авторов варьирует от 250 до 300 мкм. Однако в 2012 году был представлен клинический случай развития ятрогенной кератэктазии после выполнения лазерной коррекции зрения, при том, что расчётная ОТР составляла 327 мкм [35].

В 2016 году группа авторов изучила долговременные (продолжительность 10 лет) результаты рефракционного эффекта после LASIK в двух группах пациентов: в первой группе расчётная ОТР составила менее 350 мкм, во второй — более 350 мкм. В результате исследования было отмечено, что в долгосрочной перспективе (через 10 лет) показатели некорригированной остроты зрения (НКОЗ) в двух группах различались: у группы пациентов с ОТР менее 350 мкм НКОЗ была ниже, что обусловлено регрессом рефракционного эффекта [36].

В связи с этим из соображений стабильности рефракционного эффекта, а также для снижения риска ятрогенной кератэктазии в долгосрочной перспективе мы рекомендуем при операции трансэпителиальной ФРК планировать ОТР не менее 350 мкм без учёта расчётной толщины эпителия.

Согласно нашим исследованиям, при условии соблюдения рекомендованных параметров безопасности планирования Транс ФРК при коррекции миопии у пациентов с задней элевацией роговицы без субклинического кератоконуса удается получить стабильный и предсказуемый рефракционный эффект с высоким уровнем безопасности [60].

ОСОБЕННОСТИ КОРРЕКЦИИ МИОПИИ СЛАБОЙ СТЕПЕНИ

Отдельного внимания заслуживает планирование Транс ФРК при коррекции миопии слабой степени, так как иногда толщина эпителия сопоставима с глубиной абляции, а пациенты из данной категории более требовательны к срокам восстановления зрения и к функциональному результату операции.

Для достижения прогнозируемого рефракционного эффекта в этой группе пациентов необходимо учитывать и на этапе планирования особое внимание уделять таким параметрам операции, как диаметр ОЗ, толщина эпителия и глубина абляции.

При коррекции миопии слабой степени (при условии достаточной остаточной толщины роговицы) рекомендуется увеличение диаметра оптической зоны до 7 мм и более, чтобы обеспечить гарантированный рефракционный эффект и лучшее качество зрения пациента за счет расширения эффективной оптической зоны [9, 30, 31].

При планировании толщины эпителия у пациента с миопией слабой степени необходимо закладывать величину не 55 мкм, что является средней величиной в популяции, а индивидуальную, полученную при измерении у каждого конкретного пациента. Если эпителиальный слой окажется тоньше заданного, то интраоперационно происходит дополнительная абляция роговичной ткани, что в дальнейшем не сказывается на рефракции пациента [9]. При наличии большей истинной толщины эпителия у пациента с миопией слабой степени, чем планируемая при абляции, может произойти не только сужение эффективной оптической зоны, но и уменьшение рефракционного эффекта. Перед операцией мы рекомендуем измерять толщину эпителия роговицы путем оптической когерентной томографии с модулем сканирования переднего отрезка глаза.

ОСОБЕННОСТИ КОРРЕКЦИИ НА ОТНОСИТЕЛЬНО ТОНКИХ РОГОВИЦАХ

Распространённой проблемой рефракционной хирургии является наличие у пациента тонкой роговицы, что в ряде случаев не позволяет скорректировать миопию в полном объёме [56, 57].

К тонкой относят роговицу толщиной менее 500 мкм [57, 58]. Как было ранее упомянуто, чем выше степень миопии, тем больший объём ткани подвергается абляции, и, как следствие, снижается показатель ОТР, что значительно повышает риск ятрогенной кератэктазии в послеоперационном периоде. «Относительно тонкая роговица» является ограничением для проведения операции.

Одним из возможных решений проблемы может быть анализ целесообразности уменьшения ОЗ на этапе планирования операции, что приведёт к уменьшению глубины абляции [41], и как следствие, к увеличению ОТР [49]. Однако диаметр ожидаемой функциональной ОЗ должен гарантированно превышать размер зрачка в мезопических условиях. Для данной группы пациентов в информированном добровольном согласии на операцию дополнительно обсуждается вероятность появления гало-эффекта в ночное время.

Некоторые современные лазерные установки позволяют проводить пахиметрию интраоперационно, что повышает безопасность операции. Случаются ситуации, когда данные пахиметрии, полученные в процессе диагностики, отличаются от данных интраоперационной пахиметрии. Особого внимания требуют случаи, когда интраоперационная пахиметрия показывает, что ЦТР меньше, чем те данные, которые были учтены при планировании операции. В таких случаях в интересах безопасности пациента за расчетное принимается минимальное значение толщины роговицы, при этом необходима дополнительная корректировка объёма операционного вмешательства и изменение параметров операции непосредственно в операционной. Хочется отметить, что в таких случаях становится дополнительно очевидным целесообразность детального исследования манифестной рефракции во время предоперационной диагностики у данной группы пациентов с проверкой моно- и бинокулярного зрения с незначительной (0,50, 0,75 дптр) некоррекцией.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

1. Коррекция миопии слабой степени у пациента с тонкой роговицей

Пациент Н., 29 лет. Диагноз: OS — миопия слабой степени. Status oculorum: без особенностей, оптические среды прозрачны, глаз спокоен. ЦТР = 483 мкм. Метод коррекции зрения — трансэпителиальная ФРК с подбором параметров по разработанному алгоритму:

- объём операции: sph (-2,5) cyl (0,0);
- пупиллометрия: скотопический — 6,76 мм, мезопический — 5,88 мм, фотопический — 4,79 мм;
- диаметр планируемой оптической зоны: 7,0 мм;
- диаметр общей зоны абляции (рассчитан автоматически в программе-планировщике): 8,09 мм;
- глубина абляции: 115 мкм с учётом заложенной толщины эпителия;
- толщина эпителия определена с помощью ОКТ и составляет 70 мкм;
- остаточная толщина стромы роговицы: 368 мкм;
- планируемая послеоперационная толщина роговицы = остаточная толщина стромы + толщина эпителия (438 мкм).

На рис. 3 изображён интерфейс планировщика операции трансэпителиальной ФРК на этапе ввода данных предоперационного обследования пациента и объёма операции:

OS

Epithelium thickness
 Central: 70 µm
 Peripheral: 80 µm
 Diameter: 8,00 mm

Pupil offset
 Pupil diameter: 4,79 mm
 Radius: 0,33 mm
 Angle: 28 °
 X: 0,29 mm / Y: 0,15 mm
 Asymmetric offset: ☒

AF ☐ post-CXL **OS**

Refraction VD: 12,0 mm
 neg. cylinder
 Manifest: Sphere (D) -2,50 Cylinder (D) 0,00 Axis (°) 0
 Target: 0,00 0,00 0
 Laser: -2,50 0 0

Keratometry
 Pre-Op: K1: 44,44 D @ 25 ° Average K 44,98 D
 K2: 45,52 D @ 115 °
 Target (estimated): K1: 42,31 D @ 25 ° Average K 42,85 D
 K2: 43,40 D @ 115 °

TransPRK **PRK** **LASEK** **LASIK** **FemtoLASIK** **Re-Lift**

OK Cancel Keyboard on

Рис. 3. Данные пациента Н., 29 лет: вручную вводятся параметры толщины эпителия, диаметра зрачка в фотопических условиях, оффсет, полученного при пупиллометрии, показатели кератометрии и объём операции (при этом параметры оффсета и кератометрии могут быть также импортированы в программу планировщик из кератотопографа)

Следующий шаг — выбор диаметра оптической зоны, после этого планировщик представляет карту абляции роговицы, как показано на рис. 4.

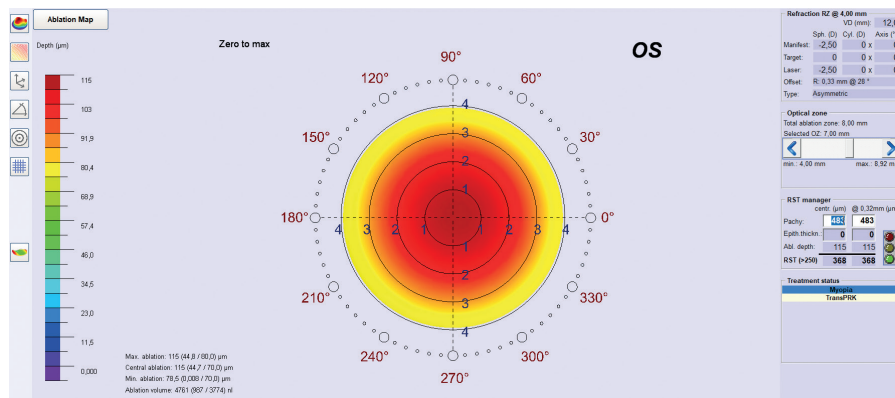


Рис. 4. Карта абляции роговицы пациента Н. с запланированной ОЗ 7 мм: центральная абляция составляет 115 мкм с учётом заложенного эпителия (70 мкм), расчётная ОТР = 368 мкм без учёта толщины эпителия. TAZ рассчитан автоматически и составляет 8,09 мм

На рис. 5 изображено, как меняются параметры глубины абляции, ОТР и TAZ, если уменьшить диаметр оптической зоны до 6,5 мм.

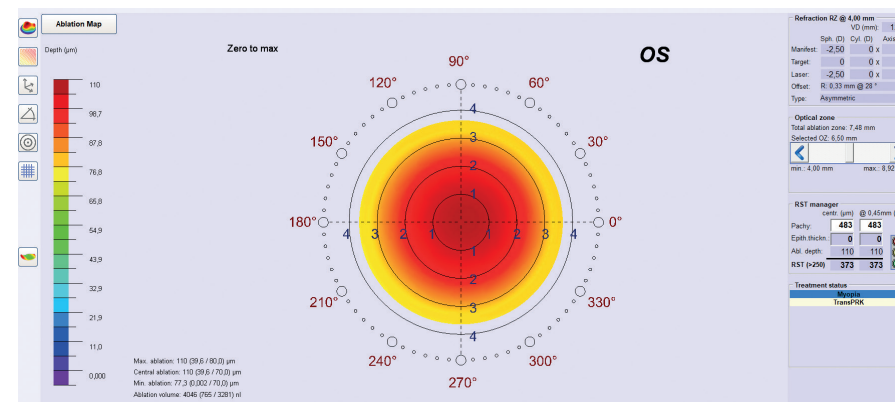


Рис. 5. Карта абляции роговицы пациента Н. с ОЗ 6,5 мм: глубина абляции в центре роговицы уменьшилась на 5 мкм и составила 110 мкм, а ОТР, соответственно, увеличилась на 5 мкм и составила 373 мкм без учёта толщины эпителия, показатель TAZ — 7,48 мм

2. Коррекция миопии средней степени у пациентки с тонкой роговицей

Пациентка Л., 33 года. Диагноз: OD — миопия средней степени, сложный миопический астигматизм. Status oculorum: без особенностей, оптические среды прозрачны, глаз спокоен. ЦТР = 485 мкм. Метод коррекции зрения — трансаэпителиальная ФРК с подбором параметров по разработанному алгоритму:

- объём операции: sph (-5,75) cyl (-0,5) ax 170;
- пупиллометрия: скотопический — 5,95 мм, мезопический — 4,59 мм, фотопический — 3,75 мм;
- диаметр планируемой оптической зоны: 6,0 мм;
- диаметр общей зоны абляции (рассчитан автоматически в планировщике): 7,62 мм;
- глубина абляции: 139 мкм с учётом заложенной толщины эпителия;
- толщина эпителия определена с помощью ОКТ и составляет 55 мкм;
- остаточная толщина роговицы: 346 мкм;
- планируемая послеоперационная толщина роговицы = остаточная толщина стромы + толщина эпителия (401 мкм).

Планирование параметров операции наглядно представлено на рис. 6 и 7.

OD OS

AF post-CXL OD

Refraction neg. cylinder Sphere (D) Cylinder (D) Axis (°)

Manifest: -5,75 -0,50 X 170

Target: 0,00 0,00 X 170

Laser: -5,75 -0,50 X 170

Compound Myopic Astigmatism

Keratometry K1: 43,57 D @ 133° Average K

Pre-Op: K2: 44,11 D @ 43° 43,84 D

Target (estimated): K1: 38,65 D @ 113° Average K

K2: 39,22 D @ 23° 38,94 D

TransPRK PRK LASEK LASIK FemtoLASIK Re-Lift

Epithelium thickness Pupil offset

Central: 55 µm Pupil diameter: 3,75 mm

Peripheral: 65 µm Radius: 0,16 mm

Diameter: 8,00 mm Angle: 15°

X: 0,15 mm / Y: 0,04 mm

Asymmetric offset: ☒

Рис. 6. Данные пациентки Л., 33 года: объём операции, данные кератометрии, центральная и периферическая толщина эпителия, оффсет, диаметр зрачка в фотопических условиях, определенный при проведении пупиллометрии

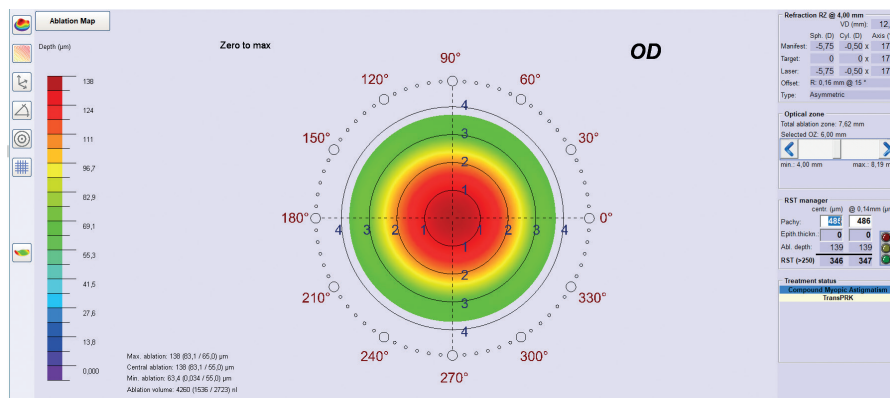


Рис. 7. Карта абляции роговицы пациентки Л. с оптической зоной 6 мм: центральная абляция составляет 139 мкм с учётом заложенного эпителия (55 мкм), расчётная ОТР = 346 мкм без учёта толщины эпителия, который образуется вследствие эпителизации. TAZ рассчитан автоматически и составляет 7,62 мм

3. Коррекция миопии высокой степени

Пациентка К., 20 лет. Диагноз: OD — миопия высокой степени. Status oculorum: без особенностей, оптические среды прозрачны, глаз спокоен. ЦТР = 530 мкм. Метод коррекции зрения — транспэпителиальная ФРК с подбором параметров по разработанному алгоритму:

- объём операции: sph (-7,25) cyl (0,0);

- пупиллометрия: скотопический — 7,26 мм, мезопический — 7,13 мм, фотопический — 4,96 мм;
 - диаметр оптической зоны: 7,0 мм;
 - диаметр общей зоны абляции (рассчитан автоматически в планировщике): 8,88 мм;
 - глубина абляции: 184 мкм с учётом заложенной толщины эпителия;
 - толщина эпителия определена с помощью ОКТ и составляет 55 мкм;
 - остаточная толщина роговицы: 346 мкм;
 - планируемая послеоперационная толщина роговицы = остаточная толщина стромы + толщина эпителия (401 мкм).
- Планирование параметров операции наглядно представлено на рис. 8 и 9.

OD OS

AF post-CXL OD

Refraction neg. cylinder Sphere (D) Cylinder (D) Axis (°)

Manifest: -7,25 0,00 X 0

Target: 0,00 0,00 X 0

Laser: -7,25 0 X 0

Myopia

Keratometry K1: 42,70 D @ 46° Average K

Pre-Op: K2: 43,06 D @ 136° 42,88 D

Target (estimated): K1: 36,84 D @ 46° Average K

K2: 37,21 D @ 136° 37,02 D

TransPRK PRK LASEK LASIK FemtoLASIK Re-Lift

Epithelium thickness Pupil offset

Central: 55 µm Pupil diameter: 4,46 mm

Peripheral: 65 µm Radius: 0,14 mm

Diameter: 8,00 mm Angle: 241°

X: -0,07 mm / Y: -0,12 mm

Asymmetric offset: ☒

Рис. 8. Данные пациентки К., 20 лет: вручную вводятся параметры толщины эпителия, диаметра зрачка в фотопических условиях, определенного при пупиллометрии, оффсет, показатели кератометрии и объём операции

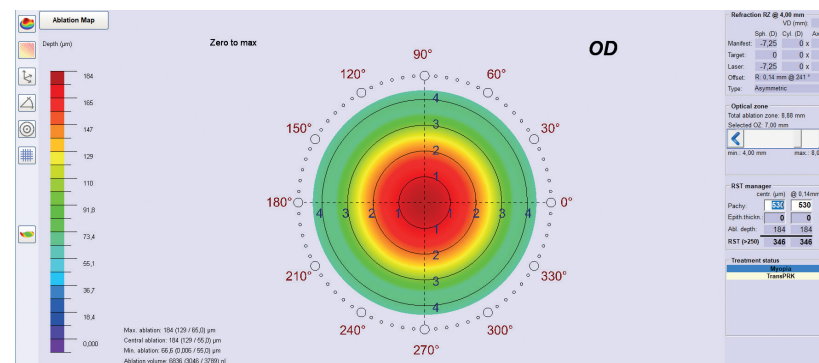


Рис. 9. Карта абляции роговицы пациентки К. с оптической зоной 7 мм: центральная абляция составляет 184 мкм с учётом заложенного эпителия (55 мкм), расчётная ОТР = 346 мкм без учёта толщины эпителия, который образуется вследствие эпителизации. TAZ рассчитан автоматически и составляет 8,0 мм

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ

Одним из известных осложнений поверхностной абляции является субэпителиальная фиброплазия, которая клинически проявляется образованием транзиторного поверхностного помутнения роговицы различной интенсивности (СЭФ или хейз от англ. «haze» — туман). Хейз развивается после операции вследствие пролиферации и дезорганизации внеклеточного матрикса и изменения плотности кератоцитов передней стромы роговицы [9, 69, 70].

Необходимо отметить, что при использовании современных лазерных установок и при правильном послеоперационном ведении пациентов это осложнение встречается довольно редко [86].

В патогенезе развития помутнения роговицы ключевую роль играет скопление лейкоцитов и моноцитов, которые являются источниками трансформирующего фактора роста (TGF-β) [71]. TGF-β стимулирует дифференцировку кератоцитов в миофибробласты, которые рассеивают свет таким образом, что при осмотре в щелевую лампу зоны пролиферации данных клеточных элементов выглядят непрозрачными [71].

С целью управления пролиферативным ответом можно использовать местные стероиды, такие как дексаметазон и фторметолон. Целесообразно для снижения вероятности развития побочных эффектов применять препараты с низким коэффициентом проникновения в переднюю камеру глаза. Однако, к сожалению, традиционно используется 0,1 % раствор дексаметазона [72]. Известно, что при местном применении стероидных препаратов существует риск развития осложнений, таких, как офтальмогипертензия [73–75], прогрессирование катаракты [76], инфекционные процессы глазной поверхности [77].

Нами опробована и рекомендуется к использованию следующая послеоперационная капельная схема:

- до полной эпителизации:
 - р-р Левофлоксацина 0,5 % в первые сутки после операции каждый час, начиная со 2 суток 3 раза в день;
 - р-р Трегалозы 3 % в первые сутки после операции каждый час, начиная со 2 суток 3 раза в день;
- после полной эпителизации:
 - р-р дексаметазона 0,1 %:
 - 3 недели — 4 раза в день
 - 3 недели — 3 раза в день

- 3 недели — 2 раза в день
- 1 неделя — 1 раз в день
- последняя неделя — через день, затем отмена.
- р-р Трегалозы 3 % 4 раза в день в течение 1 месяца, далее по потребности.

При развитии офтальмогипертензии в ответ на длительное применение местных стероидных препаратов врач-офтальмолог вынужден отменять дексаметазон. В связи с этим актуальным остаётся вопрос об альтернативных препаратах, которые смогли бы сопоставимо с раствором дексаметазона предупреждать развитие СЭФ.

Циклоспорин А — иммунодепрессант, который применяется в офтальмологии в концентрации от 0,05 до 2% для лечения воспалительных и иммуноопосредованных заболеваний глазной поверхности, таких как синдром Шегрена, аллергический кератоконъюнктивит [78], постаденовирусные субэпителиальные инфильтраты [79], также доказана эффективность препарата для купирования воспалительных процессов, связанных с синдромом сухого глаза [80]. Нами было проведено исследование, которое не только подтверждает эффективность циклоспорина А в отношении развития СЭФ, но и одновременно проявлений синдрома сухого глаза [81–83].

Таким образом, мы рекомендуем [81] применять циклоспорин А у пациентов с осложнениями, связанными с местным применением стероидов по следующей схеме: 0,05 % р-р 2 раза в день в течение 1–2 месяцев (в зависимости от длительности уже проведенной стероидной терапии).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На конечный результат операции трансэпителиальной ФРК и удовлетворённость пациента качеством зрения оказывает влияние большое количество факторов, которые необходимо тщательно анализировать и учитывать при планировании операции.

Для повышения клинической эффективности лазерной коррекции миопии и миопического астигматизма методом трансэпителиальной ФРК сформулирован алгоритм выбора параметров операции:

1. определение объёма хирургического вмешательства;
2. выбор диаметра оптической зоны;
3. выбор диаметра общей зоны абляции;
4. расчёт глубины абляции роговицы;
5. определение величины индивидуальной толщины эпителия;
6. определение остаточной толщины роговицы.

В пособии представлены также термин в виде эффективной или функциональной оптической зоны и факторы, которые оказывают влияние на её диаметр: объём операции и ОЗ. Продемонстрирована формула, описывающая взаимосвязь этих параметров.

Особого внимания заслуживает лазерная коррекция миопии слабой степени. Следует придерживаться следующих рекомендаций:

- увеличение ОЗ, по возможности, до 7 мм;
- до операции необходимо измерение толщины эпителия на ОКТ.

При коррекции миопии у пациентов с тонкой роговицей следует уменьшать величину ОЗ, тем самым уменьшая и глубину проводимой абляции и увеличивая ОТР.

Одномоментная трансэпителиальная ФРК является современным, безопасным, абсолютно бесконтактным методом коррекции близорукости, который имеет весомые преимущества по сравнению с классической ФРК и другими методами коррекции, обеспечивая прогнозируемый и стойкий рефракционный эффект. Трансэпителиальная ФРК имеет гораздо больший диапазон возможностей при коррекции миопии высокой степени, при тонкой роговице и экстремально широком зрачке. Кроме того, эту операцию можно использовать для коррекции миопии у пациентов с поверхностными помутнениями роговицы и задней элевацией роговицы без субклинического кератоконуса. Данная операция позволяет скорректировать миопию до -12,0 дптр и миопический астигматизм до -7,0 дптр. Дополнительным преимуществом Транс ФРК является то, что выбор диаметра оптической зоны не ограничивается размерами лоскута, как при LASIK или SMILE.

Соблюдение предложенного алгоритма планирования трансэпителиальной ФРК позволяет обеспечить высокую прогнозируемость рефракционного эффекта, снижение риска послеоперационных осложнений и повышение удовлетворённости пациента качеством зрения после операции.

С целью оптимизации планирования трансэпителиальной ФРК сотрудниками офтальмологической клиники «Сфера» под руководством профессора Э.Н. Эскиной разработан и внедрён в клиническую практику операционный чек-лист, который представлен ниже.

Данный чек-лист содержит всю необходимую информацию о состоянии глаза и требуемые параметры для расчёта объёма оперативного вмешательства. В первой половине чек-листа фиксируются данные двукратной манифестной рефракции с узким зрачком, манифестной рефракции в условиях циклоплегии, данные авторефрактометрии, наличие бинокулярного зрения, ведущий глаз, величина центральной пахиметрии (измерение проводится двумя способами для выявления наименьшей толщины роговицы, так как каждый прибор может иметь погрешность измерения), данные пневмотометрии с учётом пахиметрии, эхобиометрии, показатели слёзопродукции, пупиллометрии в различных условиях освещения, кератометрические данные в трёхмиллиметровой зоне, полученные на диагностической платформе с шеймпфлюг-камерой, скрининг кератоконуса и состояние сетчатки.

Во второй части чек-листа фиксируется планируемый объём операции, оптическая зона, тотальная зона абляции, глубина абляции, резидуальная толщина стромы, а интраоперационно ассистентом — время абляции, температурный режим и влажность во время проведения абляции.

В отдельном разделе описана послеоперационная капельная схема, которая, по нашему опыту, снижает риск послеоперационных осложнений. Схема выглядит следующим образом:

- до полной эпителизации:
 - р-р Левофлоксацина 0,5 % в первые сутки после операции каждый час, начиная со 2 суток 3 раза в день;
 - р-р Трегалозы 3 % в первые сутки после операции каждый час, начиная со 2 суток 3 раза в день;
- после полной эпителизации:
 - р-р дексаметазона 0,1 %:
 - 3 недели — 4 раза в день
 - 3 недели — 3 раза в день
 - 3 недели — 2 раза в день
 - 1 неделя — 1 раз в день
- последняя неделя — через день, затем отмена.
 - р-р Трегалозы 3 % 4 раза в день в течение 1 месяца, далее по потребности.

В пособии перечислены осложнения, связанные с длительным местным применением стероидных препаратов, даны рекомендации по ведению пациентов с развившейся стероидной офтальмогипертензией: замена дексаметазона на р-р Циклоспорина А 0,05 % 2 раза в день в течение 1–2 месяцев в зависимости от длительности предшествующей терапии стероидами.

Дата обслед.	Ф.И.О.	Возраст:	№ файла ____
Vis в/о / НКОЗ	OD	OS	Ф.И.О.врача / № каб проверки
Срок снятия МКЛ			
Манифест. рефр. 1	sph____D cyl____ D ax____=	sph____D cyl____D ax____=	
Манифест. рефр. 2	sph____D cyl____D ax____=	sph____D cyl____D ax____=	
Аutoreфрактометрия (узкий зрачок)	sph____D cyl____D ax____	sph____D cyl____D ax____	
Субъективная корр. (циклоплегия)	sph____D cyl____D ax____=	sph____D cyl____ Dax____=	
Аutoreфрактометрия (циклоплегия)	sph____D cyl____D ax____	sph____D cyl____D ax____	
Характер зрения/ Ведущий глаз			
Тест Ширмера 2, мм/ Время разрыва СП, мм/	первое среднее	первое среднее	
Пневмотоном., мм Hg			
ПЗО, мм	Pentacam/ А-скан / ИОЛ-мастер	Pentacam/ А-скан / ИОЛ-мастер	
Пахиметрия, мкм	(Y3/ Pentacam (S	S) Y3/Pentacam)	
D зр.в Phot/ Mesop/ Scot. услов.,мм.,мм	/ / / /	/ / / /	
D роговицы, мм			
Кератотопограмма 3 mm	K1____D____ R____ax	K1____D____ R____ax	
Cyl 3 mm Cyl total	K2____D____ R____ax	K2____D____ R____ax	Cyl 3 mm Cyl total
K average			
Pupil offset., mm			

Дата обслед.	Ф.И.О.	Возраст:	№ файла ____
Keratoconus screening			
Глазное дно: центр			
периферия			
Тип операции			
Объем операции	sph____D Cyl____D Ax____	sph____D Cyl____D Ax____	
Планируемая рефр. п/о			
TAZ, mm			
OZ, mm			
Ablation, mm			
RST, мкм			
разметчик			
Pre op pachy			
Epithelial thickness/ Pachy pre ablation /	/ / / /	/ / / /	
Post op pachy			
Time, сек			
Temperature, C/ Humidity, %			

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

лк — люкс, единица измерения освещённости в Международной системе единиц СИ
мкм — микрометр, единица измерения
МКЛ — мягкая контактная линза
МКОЗ — максимально скорректированная острота зрения
НКОЗ — некорректированная острота зрения
ОЗ — оптическая зона
ОЗА — общая зона абляции
ОКТ — оптическая когерентная томография
ОТР — остаточная толщина роговицы
ПЗ — переходная зона
СЭ — сферозэквивалент
СЭФ — субэпителиальная фиброплазия
ФРК — фоторефракционная кератэктомия
ЦТР — центральная толщина роговицы
ЭОЗ или ФОЗ — эффективная или функциональная оптическая зона
FDA — Food and drug administration
LASIK — laser-assisted in situ keratomileusis
SMILE — small incision lenticule extraction
TAZ — total ablation zone, общая зона абляции (ОЗА)
TGF- β — transforming growth factor beta, трансформирующий фактор роста β

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов, Э. С. Близорукость / Э. С. Аветисов. — 2-е изд. — Москва: Медицина, 1999. — 287 с.
2. Бржевский В.В., Воронцова Т.Н., Вержанская Т.Ю., Догадова Л.П., Жаров В.В., Жукова О.В., Иомдина Е.Н., Кушнаревич Н.Ю., Маркосян Г.А., Милаш С.В., Пантелеева О.А., Проскурина О.В., Сайдашева Э.И., Смирнова Т.С., Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., Шелудченко В.М. Миопия. Федеральные клинические рекомендации. 2017. 46 с.
3. E. L. Smith 3rd, Li-F. Hung, J. Huang, T. L. Blasdel, T. L. Humbird, K.H. Bockhorst. Effects of optical defocus on refractive development in monkeys: evidence for local, regionally selective mechanisms // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. — 2010 — Vol. 51 — No 8 — P. 3864 DOI:10.1167/iov.09-4969
4. Smith E.L. 3rd. Prentice award lecture 2010: A case for peripheral optical treatment strategies for myopia // Optom. Vis. Sci. 2011. — Vol. 88 — No 9. — P. 1029–1044. DOI:10.1097/oxp.0b013e3182279cfa
5. B.A. Holden, T.R. Fricke, D.A. Wilson, M. Jong, K.S. Naidoo, P. Sankaridurg, T.Y. Wong, T.J. Naduvilath, S. Resnikoff / Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 // Ophthalmology. — 2016 — Vol.123 — No 5 — P.1036–1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006. Epub 2016 Feb 11.
6. О.В. Проскурина, Е.Ю. Маркова, В.В. Бржевский, Е.Л. Ефимова, М.Н. Ефимова, Н.В. Хватова Н.Н. Слышалова, А.В. Егорова // Распространенность миопии у школьников некоторых регионов России / Офтальмология. — 2018 — Т.15 — No 3 — С. 348–353. DOI:10.18008/1816-5095-2018-3-348-353
7. И.М. Корниловский [и др.] // Патогенез субэпителиальной фиброплазии после ФРК и новые подходы к ее профилактике на основе фотопротекции / Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. — 2013 — С. 259.
8. А.В. Дога [и др.] // Фемтосекундный лазер — новые возможности в рефракционной хирургии / Федоровские чтения: Сборник тезисов по материалам конференции — Москва, 2009 — С. 184.
9. Э.Н. Эскина, В.А. Паршина, М.А. Степанова // Результаты коррекции миопии высокой степени методом трансэпителиальной ФРК на установке SCHWIND AMARIS / Современные технологии в офтальмологии. — 2014 — No 3 — С. 239.
10. Балашевич, Л.И. Рефракционная хирургия / Л.И. Балашевич // — СПб.: «Человек», 2002. — 296 с.
11. Макаров, Р.А. Трансэпителиальная топографически ориентированная фоторефрактивная кератэктомия в лечении стромальных помутнений роговицы

в сочетании с иррегулярным астигматизмом / Р.А. Макаров [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. — 2016. — No 4. — С.137–139.

12. Мушкова, И.А. Новые методы диагностики и лечения стромальных помутнений роговицы в сочетании с рефракционными нарушениями / И.А. Мушкова, Н.В. Майчук, Д.Ю. Майчук // Современные технологии в офтальмологии. — 2015 — No 4 — С. 172.
13. Мушкова, И.А. Совершенствование диагностической и хирургической тактики при коррекции посткератотомических рефракционных нарушений (клинический случай) / И.А. Мушкова, Ю.И. Кишкин, Н.В. Майчук // Современные технологии в офтальмологии. — 2015 — No 4 — С. 168.
14. Федоров, С.Н. Применение метода передней дозированной кератотомии с целью хирургической коррекции миопии / С.Н. Федоров, В.В. Дурнев // Актуальные вопросы современной офтальмологии: сб. науч. тр. — М., 1977. — С. 47–48.
15. Trokel, S.L. Excimer laser surgery of the cornea / S.L. Trokel, R. Srinivasan, B. Braren // Am. J. Ophthalmol. — 1983 — Vol.96 — No 36 — P.710–715.
16. Куренков В.В. Эксимерлазерная коррекция аметропий. — М.: Издательство РАМН, 2002 — 400 с.
17. Дутчин, И.В. Отдаленные результаты коррекции миопии методом ФРК у пациентов с исходно тонкой роговицей / И.В. Дутчин, И.В. Васильева // Новые технологии диагностики и лечения заболеваний органа зрения в Дальневосточном регионе: сборник научных работ. — Хабаровск, 2012. — С.
18. А.В. Дога [и др.] // Пятилетние результаты коррекции «сверхвысокой» миопии с помощью операции суббоуменового фемтокератомилеза с тканесохраняющей абляцией / Современные технологии в офтальмологии. — 2012 — No 3 — С. 129.
19. И.М. Корниловский [и др.] // Патогенез субэпителиальной фиброплазии после ФРК и новые подходы к ее профилактике на основе фотопротекции / Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. — 2013 — С.259.
20. Балашевич, Л.И. Рефракционная хирургия / Л.И. Балашевич // — СПб.: «Человек», 2002 — 296 с.
21. Tariq Alasbali. Transepithelial Photorefractive Keratectomy Compared to Conventional Photorefractive Keratectomy: A Meta-Analysis. Hindawi. Journal of Ophthalmology. Volume 2022, Article ID 3022672, 10 pages. DOI: 10.1155/2022/3022672
22. Sutphin Jr. JE et al. External Disease and Cornea. San Francisco. AAO, 2008
23. Gil-Cazorla R, Teus MA, Hernández-Verdejo JL, De Benito-Llopis L, García-González M. Comparative study of two silicone hydrogel contact lenses used as bandage contact lenses after LASEK. Optom Vis Sci — 2008 — Vol. 85 — No 9 — P. 884–8.
24. Szaflik JP, Ambroziak AM, Szaflik J. Therapeutic use of a lotrafilcon A silicone hydrogel soft contact lens as a bandage after LASEK surgery. Eye Contact Lens — 2004 — Vol. — No 1 — P. 59–62.

25. Эскина Э.Н. Оценка и прогнозирование результатов ФРК. Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук. Москва, 2000 г.
26. Arba —Mosquera S., de Ortueta D. Geometrical analysis of the loss of ablation efficiency at non — normal incidence // Opt. Express. — 2008. — Vol. 17 — 16 — No. 6 — 3877 — 3895.
27. Ghadhfan F, Al —Rajhi A., Wagoner M.D. Laser in situ keratomileusis versus surface ablation: visual outcomes and complications // J. Cataract Refract. Surg. — 2007 — Dec. — 33 — No. 12 — P. 2041 — 2048.
28. Reinstein D.Z., Archer T.J., Gobbe M., Silverman R.H., Coleman D.J. Epithelial thickness in the normal cornea: three —dimensional display with Artemis very high —frequency digital ultrasound // J. Refract Surg. — 2008. — Jun. — 24 — No. 6 — 571–581.
29. Ghadhfan F, Al —Rajhi A., Wagoner M.D. Laser in situ keratomileusis versus surface ablation: visual outcomes and complications // J. Cataract Refract. Surg. — 2007. — Dec. — 33 — No. 12 — 2041–2048.
30. Camellin M, Arba Mosquera S. Aspheric Optical Zones: The Effective Optical Zone with the SCHWIND AMARIS. J Refract Surg. — 2011 — Vol. 27 — No 2 — P.135–146.
31. Jun I, Yong Kang DS, Arba-Mosquera S, et al. Clinical outcomes of mechanical and transepithelial photorefractive keratectomy in low myopia with a large ablation zone. J Cataract Refract Surg. — 2019 — Vol. 45 — No 7 — P. 977–984.
32. Shen Y, Chen Z, Knorz MC, Li M, Zhao J, Zhou X. Comparison of corneal deformation parameters after SMILE, LASEK, and femtosecond laser-assisted LASIK. J Refract Surg. — 2014 — Vol. 30 — No 5 — P. 310–318.
33. Эскина Э.Н., Паршина В.А. ТрансФРК — история возможностей, или что выбирают для себя офтальмологи. // Российская офтальмология онлайн № 40
34. Sin S, Simpson TL. The repeatability of corneal and corneal epithelial thickness measurements using optical coherence tomography. Optom Vis Sci — 2006 — Vol. 83 — P. 360–365.
35. Эскина ЭН, Рябенко ОИ, Юшкова ИС, Паршина ВА, Степанова МА. Оценка результатов трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомии (ФРК) в коррекции миопии высокой степени (6 месяцев наблюдения). Практическая медицина. — 2012 — Vol. 1–4 — No 59 — P. 59–60.
36. Kosuke Ogasawara, Tsuyoshi Onodera. Residual stromal bed thickness correlates with regression of myopia after LASIK. Clin Ophthalmol. — 2016 Oct 12; — No 10 — P. 1977–1981. doi: 10.2147
37. Santhiago, M., Smadja, D., Gomes, B., Mello, G., Monteiro, M., Wilson, S., & Randleman, J. (2014). Association Between the Percent Tissue Altered and Post-Laser In Situ Keratomileusis Ectasia in Eyes With Normal Preoperative Topography. American Journal of Ophthalmology, — 2014 — Vol. 158 — P. 87–95.
38. Al-Mohaimmed et al. Effect of the Optical Zone Ablation Diameter on Higher Order Aberrations After Transepithelial Photorefractive Keratectomy: A Cohort Study. Cureus. — 2021 Sep; 13 — No. 9 — P. e17630. Published online 2021 Sep 1. doi: 10.7759/cureus.17630

39. Ozulken K, Gokce SE. Evaluation of the effect of optic zone diameter selection on high-order aberrations in photorefractive keratectomy excimer laser treatment. *Lasers Med Sci.* — 2020 — Vol. 35 — P. 1543–1547
40. Mostafa Naderi, MD, Khosrow Jadidi, MD and Seyed Aref Daneshi, MD. Transepithelial Photorefractive Keratectomy for Low to Moderate Myopia in Comparison with Conventional Photorefractive Keratectomy. *J Ophthalmic Vis Res.* — 2016 Oct-Dec; Vol.11 — No 4 — P. 358–362. doi: 10.4103/2008-322X.194070
41. R K Maloney. Corneal topography and optical zone location in photorefractive keratectomy. *J Refract Surg.* — 1990 Sep-Oct; — Vol.6 — No 5 — P. 363–71. doi.org/10.3928/1081-597X-19900901-14
42. Muller LJ, Pels L, Vrensen GF. Novel aspects of the ultrastructural organization of human corneal keratocytes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1995 — Vol. 36 — No. 13 — P. 2557–2567.
43. C A Gauthier I, D Epstein, B A Holden, B Tengroth, P Fagerholm, H Hamberg-Nyström, R Sievert. Epithelial alterations following photorefractive keratectomy for myopia. *J Refract Surg.* 1995 Mar-Apr; — Vol. 11– No 2 — P. 113-8. doi: 10.3928/1081-597X-19950301-11.
44. Charline A Gauthier, Brien A Holden, Daniel Epstein, Björn Tengroth, Per Fagerholm, Helene Hamberg-Nystrom. Role of epithelial hyperplasia in regression following photorefractive keratectomy. *British Journal of Ophthalmology* 1996 — Vol. 80 — P. 545-548. doi: 10.1136/bjo.80.6.545
45. Mustonen RK, McDonald MB, Srivannaboon S, Tan AL, Doubrava MW, Kim CK. Normal human corneal cell populations evaluated by in vivo scanning slit confocal microscopy. *Cornea.* 1998 — Vol. 17 — No 5 — P. 485–492. doi: 10.1097/00003226-199809000-00005
46. Shaan N. Somani; Majid Moshirfar; Bhupendra C. Patel. *Photorefractive Keratectomy.* StatPearls Publishing; 2023 Jan.
47. C.W. Roberts, C.J. Koester. Optical zone diameters for photorefractive corneal surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993 Jun; — Vol. 34 — No. 7 — P. 2275-81.
48. Руководство пользователя (инструкция по эксплуатации) SCHWIND AMARIS. Версия 6.1.2 от 23-03-2017.
49. Давтян К.К. Повышение клинической эффективности коррекции миопии и миопического астигматизма методом микроинвазивной фемтолазерной экстракции роговичной линтики через малый разрез. Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. Москва, 2020 год.
50. Trockel S., Shrinivasan S., Braren B. Excimer laser surgery of the cornea // *Amer. J. Ophthalmol.* — 1983. — Vol. 96. — p. 710–715.
51. Tenner A. et al. Excimer laser radial keratotomies in the living eye: preliminary report // *J. Refract. Surg.* — 1988. — Vol. 4. — P. 5–7.
52. Э.Н. Эскина, А.В. Белогурова, В.А. Паршина, М.Х. Мовсесян. Предсказуемость рефракционного эффекта при выполнении лазерной коррекции зрения. Определяющие факторы. Обзор литературы. *Офтальмология.* 2023 — Vol. 20 — No. 1 — P. 41– 52. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2023-1-41-52>
53. Mohammadi S.F, Nabovati P, Mirzajani A., Ashrafi E., Vakilian B. Risk factors of regression and undercorrection in photorefractive keratectomy. *Int J Ophthalmol.* 2015 — Vol. 8– No. 5 — P. 933–937.
54. Randleman J.B., White A.J., Lynn M.J., Hu M.H., Stulting R.D. Incidence, outcomes, and risk factors for retreatment after wavefront-optimized ablations with PRK and LASIK. *J Refract Surg.* 2009 — Vol. 25 — No. 3 — P. 273–276.
55. Shin D.H., Lee Y.W., Song J.E., Choi C.Y. Comparison of refractive outcomes after photorefractive keratectomy with different optical zones using Mel 90 excimer laser. *BMC Ophthalmol.* 2020 Jul 9 — Vol. 20– No. 1 — P. 270. DOI: 10.1186/s12886-020-01537-3
56. Saad, A.; Binder, P.S.; Gatineau, D. Evaluation of the Percentage Tissue Altered as a Risk Factor for Developing Post-Laser in Situ Keratomileusis Ectasia. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2017 — Vol. 43 — P. 946–951.
57. E. Eskina, O. Klokova, R. Damashauskas, K. Davtyan, B. Pajic, M. Movsesian. Visual Outcomes of Small-Incision Lenticule Extraction (SMILE) in Thin Corneas. *J. Clin. Med.* 2022 — Vol. 11 — No. 14 — P. 4162; doi.org/10.3390/jcm11144162
58. H. Rashdan, M. Shah, D. M Robertson. The frequency of non-pathologically thin corneas in young healthy adults. *Clin Ophthalmol.* 2019 — Vol. 13 — P. 1123–1135. doi: 10.2147/OPTH.S188935
59. Руководство по планированию лечения с помощью модуля ORK-CAM. Версия 5.2.1 ORK-CAM/ 23.03.2017 г.
60. Эскина Э.Н., Паршина В.А., Мовсесян М.Х., Малахова А.В. Коррекция аметропии у пациентов с задней элевацией роговицы. *Офтальмология.* 2022 — Vol. 19– No. 3 — P. 24–531. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-524-531>
61. Румянцева О.А., Эскина Э.Н., Арефьева Ю.А. Проблемы регенерации роговицы при фоторефракционной хирургии на эксимерном лазере InProGauss. В сб.: *Материалы Международного Конгресса “Лазер и здоровье”.* М.; 1999: 228–229.
62. Степанова М.А., Архипова Е.Н., Зыкова А.В., Эскина Э.Н. Оценка состояния слезной жидкости после операции методом Trans PRK. В сб.: *Материалы VIII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии».* М.; — 2013 — 241–244.
63. Erika N. Eskina. Moderate and High Myopia Correction Using Transepithelial PRK Treatment (Presented in Russian). *Proc. of ASCRS, Boston, 2014.*
64. Kim WJ, Shah S, Wilson SE. Differences in keratocyte apoptosis following transepithelial and laser-scrape photorefractive keratectomy in rabbits. *J Refract Surg.* 1998 Sep-Oct; — Vol. 14 — No. 5 — P. 526–33
65. Schraepel P, Eskina E, Gobin L, Trau R, Timmermans J, Tassignon MJ. Gaussian broad-beam excimer laser: clinical and experimental results. *Bull Soc Belge Ophthalmol.* 2005 — Vol. 297 — P. 81–96
66. Buzzonetti L, Petrocelli G, Laborante A, Mazzilli E, Gaspari M, Valente P, Francia E. A new transepithelial phototherapeutic keratectomy mode using the NIDEK CXIII excimer laser. *J Refract Surg.* 2009 Jan;2 — Vol. 5(1 Suppl):S122–4

67. Корниловский И.М. Новые технологии лазерной рефракционной хирургии роговицы на основе трансэпителиального подхода, предложенного академиком С.Н. Фёдоровым. Современные технологии в офтальмологии. 2017 — № 6 — С. 172–175.
68. Корниловский И.М. Способ удаления эпителия при фоторефракционных и фототерапевтических операциях на роговице. Патент RU 2 718 260. 01.04.2020. Бюл. №10.
69. Netto MV, Mohan RR, Ambrósio R Jr, Hutcheon AE, Zieske JD, Wilson SE. Wound healing in the cornea: a review of refractive surgery complications and new prospects for therapy. *Cornea*. — 2005 — Vol. 24— No. 5 — P. 509–522.
70. Эскина Э.Н., Паршина В.А., Степанова М.А. Опыт применения препарата на основе трегалозы у пациентов после эксимерлазерных операций. Офтальмология. 2016 — Vol. 13 — No. 3 — P. 213–218.
71. Jester JV. Corneal crystallins and the development of cellular transparency. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 2008 — Vol. 19— No. 2 — P. 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2007.09.015>.
72. Fagerholm P, Hamberg-Nyström H, Tengroth B, Epstein D. Effect of postoperative steroids on the refractive outcome of photorefractive keratectomy for myopia with the Summit excimer laser. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1994 — Vol. 20 — No. 1 — P. 212–215. [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(13\)80755-9](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(13)80755-9)
73. McGhee CNJ, Dean S, Danesh-Meyer H. Locally administered ocular corticosteroids: benefits and risks. *Drug Safety*. 2002 — Vol. 25— No. 1 — P. 33–55. <https://doi.org/10.2165/00002018-200225010-00004>.
74. Girard B. Corticosteroids and ophthalmology. *La Revue du praticien*. 1990 — Vol. 40 — No. 6 — P. 536–540. (In French).
75. Jonas J.B. Intravitreal triamcinolone acetonide for treatment of intraocular oedematous and neovascular diseases. *Acta ophtalmologica Scandinavica*. 2005 — Vol. 83 — No. 6 — P. 645–663. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2005.00592>.
76. Reichle ML. Complications of intravitreal steroid injections. *Optometry*. 2005 — Vol. 76 — No. 8 — P. 450–460. <https://doi.org/10.1016/j.optm.2005.06.013>
77. Holland EJ, Bartlett JD, Paterno MR, Usner DW, Comstock TL. Effects of loteprednol/tobramycin versus dexamethasone/tobramycin on intraocular pressure in healthy volunteers. *Cornea*. 2008 — Vol. 27 — P. 50–55. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e31815873c7>.
78. Donnenfeld E, Pflugfelder SC. Topical ophthalmic cyclosporine: pharmacology and clinical uses. *Survey of Ophthalmology*. 2009 — Vol. 54 — 3 — P. 321–338. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2009.02.002>.
79. Майчук Д.Ю., Васильева О.А. Особенности применения 0,05% циклоспорина (Рестасис) при лечении рецидивирующей инфильтративной формы аденовирусного кератоконъюнктивита. Офтальмохирургия. 2014 — Vol. 2 — P. 66–72. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2014-2-66-72>.
80. Schultz C. Safety and Efficacy of Cyclosporine in the Treatment of Chronic Dry Eye. *Ophthalmology and Eye Diseases*. 2014 — Vol. 6 — P. 37–42. <https://doi.org/10.4137%2FOED.S16067>.
81. Эскина Э.Н., Н.В. Майчук, В.А. Паршина, О.Ю. Куклева. Медикаментозная коррекция патоморфологических изменений глазной поверхности у пациентов с непереносимостью стероидной терапии после фоторефракционной кератэктомии. Вестник офтальмологии 2019 — том 135 — №3 — стр. 67–77. doi.org/10.17116/oftalma201913503167.
82. Gum SI, Kim YH, Jung JC, Kim IG, Lee JS, Lee KW, Park YJ. Cyclosporine A inhibits TGF- β 2-induced myofibroblasts of primary cultured human pterygium fibroblasts. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2017 — Vol. 482 — No. 4 — P. 1148–1153. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.12.002>.
83. Щуко А.Г., Городецкий Б.К., Горенский А.А., Букина В.В., Попова Е.Г., Малышев В.В. Патогенетически обоснованная система реабилитационных мероприятий в эксимерлазерной хирургии. Клиническая офтальмология. 2001 — Vol. 3 — P. 87.
84. Apostolos Lazaridis, Bogdan Spiru, Elefterios Giallourous, Konstantinos Droutsas, Anke Messerschmidt-Roth, Walter Sekundo. Corneal Remodeling After Myopic SMILE Versus FS-LASIK: A Spatial Analysis of Short- and Mid-Term Corneal Thickness, Volume, and Shape Changes. *Cornea*. 2022 Jul 1 — Vol. 41— No. 7 — P. 826–832. doi: 10.1097/ICO.0000000000002833.
85. Bogdan Spiru, Sabine Kling, Farhad Hafezi, Walter Sekundo. Biomechanical Properties of Human Cornea Tested by Two-Dimensional Extensimetry Ex Vivo in Fellow Eyes: Femtosecond Laser-Assisted LASIK Versus SMILE. *J Refract Surg*. 2018 Jun 1 — Vol. 34 — No. 6 — P. 419–423. doi: 10.3928/1081597X-20180402-05.
86. S Charpentier, C Keilani, M Maréchal, C Friang, A De Faria, F Froussart-Maille, M Delbarre. Corneal haze post photorefractive keratectomy. *J Fr Ophtalmol* . 2021 Nov; — Vol. 44 — No. 9 — P. 1425–1438. doi: 10.1016/j.jfo.2021.05.006.
87. Tabernero, J. Functional optical zone of cornea / J. Tabernero, S. Klyce, E. Sarver, P. Artal // *Invest Ophtalmol Vis Sci*. — 2007 — Vol. 48 — No. 3 — P. 1053–1060.
88. Погодина Е.Г. Оптимизированная технология асферической абляции, ориентированная по Q-фактору, при коррекции миопии на эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум». Диссертация на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. Москва, 2020 год.
89. Alarcon A., Rubino M., Perez — Ocon F., Jimenez J.R. Theoretical analysis of the effect of pupil size, initial myopic level, and optical zone on quality of vision after corneal refractive surgery // *J. Refract Surg*. — 2012. — Dec. — 28 (12). — P. 901–906.
90. E. Eskina, V. Parshina, O. Kukleva. Functional optical zone after corneal refractive surgery of ESCRS, Copenhagen, 2016.

АКАДЕМИЯ ПОСТДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВИДОВ
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНСТВА»

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ОПЕРАЦИИ ТРАНСЭПИТЕЛИАЛЬНОЙ ФОТОРЕФРАКЦИОННОЙ КЕРАТЭКТОМИИ

Учебно-методическое пособие

Издаётся в авторской редакции

Издательская группа

Валерия Чернякина

Тимофей Андросов

Андрей Высоцкий

Александра Логинова

Издательство «ДПК Пресс»

г. Москва, ул. Самокатная, д. 4а

+7 (495) 724-34-86; +7 (495) 788-83-81

www.dpk-press.ru

Формат 60х90/32. Гарнитура «Minion Pro».

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Подписано в печать 06.12.2023 г.

Тираж 100 экз.

Отпечатано в типографии «ДПК Пресс»