

Основы диагностики и лечения синдрома сухого глаза при проведении рефракционных операций

В.Н. Трубилин¹Е.Г. Полунина¹А.В. Трубилин¹В.В. Куренков²Е.В. Ширяева¹, В.С. Закатянский³

¹ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр»
Федерального медико-биологического агентства
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

² Офтальмологическая клиника доктора Куренкова
Рублевское шоссе, 48/1, Москва, 121609, Российская Федерация

³ ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»
проспект Луначарского, 45, корп. 2, Санкт-Петербург, 194291, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(2):231–237

Учитывая распространенность рефракционной хирургии в современной офтальмологической практике, при подготовке пациента к данному виду хирургического вмешательства важно понимать многофакторность механизма развития синдрома сухого глаза у этой группы пациентов. Анализ данных литературы позволил выявить ключевые факторы нарушения процесса слезообразования после рефракционных операций, к которым относятся пересечение нервных окончаний роговицы, что, в свою очередь, снижает частоту моргания и распределение слезной пленки по глазной поверхности, а также вызывает нарушение, касающееся нейротрофических факторов, выделяемых нервными окончаниями роговицы. Наличие послеоперационной воспалительной реакции, которая имеет специфическое течение, проявляющееся в изменении биохимических свойств слезы, повреждение бокаловидных клеток конъюнктивы во время создания вакуума при проведении LASIK и SMILE, приводящее к последующему дефициту муцина в слезе, изменение кривизны роговицы, вызванное лазерной рефракционной хирургией, — факторы, влияющие на развитие синдрома сухого глаза после проведения рефракционных операций. При подготовке пациента к рефракционной операции для снижения риска развития тяжелых форм синдрома сухого глаза, вплоть до изъязвления роговицы, необходимо учитывать наличие в анамнезе системных заболеваний, аллергических реакций, особенно у пациентов с миопией высокой степени. Мало изучено влияние косметологических процедур, таких как наращивание ресниц, татуаж век, блефаропластика, применение ботулотоксина в периорбитальной зоне, на течение послеоперационного периода при проведении рефракционных операций. Исследования в этой области открывают новый спектр возможностей для снижения частоты встречаемости синдрома сухого глаза у пациентов после рефракционных операций и повышения качества жизни и удовлетворенности пациентов проведенным хирургическим вмешательством.

Ключевые слова: офтальмология, LASIK, SMILE, рефракционная хирургия, синдром сухого глаза, поверхность глаза, диагностика синдрома сухого глаза

Для цитирования: Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Трубилин А.В., Куренков В.В., Ширяева Е.В., Закатянский В.С. Основы диагностики и лечения синдрома сухого глаза при проведении рефракционных операций. *Офтальмология*. 2024;21(2):231–237. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-2-231-237>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Basics of Diagnosis and Treatment of Dry Eye Syndrome During Refractive Surgery

V.N. Trubilin¹, E.G. Polunina¹, A.V. Trubilin¹, V.V. Kurenkov², E.V. Shiryayeva¹, V.S. Zakatianskii⁴

¹ Academy of Postgraduate Education of Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

² Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov
Rublevskoe highway, 48, Moscow, 121609, Russian Federation

³ Leningrad Regional Clinical Hospital
Lunacharskogo ave., 45, bld. 2, Saint Petersburg, 194291, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(2):231–237

Given the prevalence of refractive surgery in modern ophthalmological practice, when preparing a patient for this type of surgery, it is important to understand the multifactorial mechanism of the development of dry eye syndrome in this group of patients. Analysis of the literature data made it possible to identify key factors in the disruption of the tear formation process after refractive surgery, which include the intersection of the nerve endings of the cornea, which in turn reduces the frequency of blinking and the distribution of the tear film over the ocular surface, and also causes a violation regarding neurotrophic factors secreted by the nerve endings of the cornea. The presence of a postoperative inflammatory reaction, which has a specific course, manifested in a change in the biochemical properties of the tear, damage to the goblet cells of the conjunctiva during the creation of a vacuum during LASIK and SMILE, leading to a subsequent deficiency of mucin in the tear, changes in the curvature of the cornea caused by laser refractive surgery are factors influencing the development of dry eye syndrome after refractive surgery. When preparing a patient for refractive surgery, to reduce the risk of developing severe forms of dry eye syndrome, including corneal ulceration, it is necessary to take into account a history of systemic diseases and allergic reactions, especially in patients with high myopia. The influence of cosmetic procedures, such as eyelash extensions, eyelid tattooing, blepharoplasty, and the use of botulinum toxin in the periorbital area on the course of the postoperative period during refractive surgery, has been poorly studied. Research in this area opens up a new range of opportunities to reduce the incidence of dry eye syndrome in patients after refractive surgery and improve the quality of life of patients and patient satisfaction with the surgical intervention.

Keywords: ophthalmology, LASIK, SMILE, refractive surgery, dry eye syndrome, ocular surface, diagnosis of dry eye syndrome

For citation: Trubilin V.N., Polunina E.G., Trubilin A.V., Kurenkov V.V., Shiryayeva E.V., Zakatianskii V.S. Basics of Diagnosis and Treatment of Dry Eye Syndrome During Refractive Surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(2):231–237. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-2-231-237>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Множество сообщений указывает на синдром сухого глаза как следствие рефракционной хирургии. Синдром сухого глаза (ССГ) после рефракционной хирургии роговицы имеет многофакторную этиологию. Первичным механизмом является пересечение нервных волокон роговицы, что оказывает влияние на рефлекс моргания, иннервацию поверхности глаза и слезной железы. Это, в свою очередь, приводит к снижению секреции слезы и увеличению нестабильности слезной пленки, а также вызывает нарушение, касающееся нейротрофических факторов, выделяемых нервными окончаниями роговицы. Снижение частоты моргания также может отрицательно повлиять на функцию мейбомиевых желез [1, 2]. Степень повреждения нервных волокон роговицы варьирует в зависимости от типа рефракционной операции. В роговице пучки стромальных нервных волокон идут центростремительно в направлении поверхности, перфорируя боуменову мембрану и образуя суббазальное нервное сплетение. Формирование лоскута роговицы при проведении LASIK приводит к пересечению

всех суббазальных волокон по боковому срезу лоскута на 300–310°. Последующая эксимерлазерная абляция стромы повреждает более глубокие центральные стромальные нервы роговицы [3]. Операция SMILE не требует отсечения большого лоскута роговицы, а периферические нервные волокна пересекаются только там, где расположен небольшой разрез под углом 25–50°. Кроме того, при этом пересекают также волокна, перфорирующие боуменову мембрану при формировании лентикулы, однако волокна, которые прошли в боуменову мембрану за пределами лентикулы, могут остаться неповрежденными. ФРК вообще не требует создания лоскута. Меньший боковой разрез при SMILE и отсутствие необходимости формирования лоскута при ФРК теоретически обуславливают лучшую сохранность суббазального нервного сплетения [3]. Это подтверждается менее выраженным повреждением нервов и более быстрой реиннервацией роговицы, наблюдаемыми после ФРК [4, 5].

Послеоперационная воспалительная реакция, связанная с заживлением ран после лазерной рефракционной

хирургии, также способствует развитию синдрома сухого глаза. Предполагается, что эта нейрогенная воспалительная реакция отличается от реакции при другой этиологии синдрома сухого глаза [6, 7], о чем свидетельствуют повышенные уровни провоспалительных медиаторов слезы (IL-6, MMP-9), нейропептидов (вещество P и ген кальцитонина), связанных с пептидом, и нейромедиаторов (фактор роста нервов) [7–10]. Данные литературы свидетельствуют о том, что восстановление происходит быстрее при использовании SMILE по сравнению с LASIK [7, 11].

Кроме того, прямое повреждение бокаловидных клеток конъюнктивы во время создания вакуума при проведении LASIK и SMILE может привести к последующему дефициту муцина и нестабильности слезной пленки [12]. Сообщалось о большей потере бокаловидных клеток при использовании фемтосекундного (FS) LASIK по сравнению с использованием микрокератома при LASIK [13].

Изменение кривизны роговицы, вызванное лазерной рефракционной хирургией, также может привести и к аномальному распределению и нестабильности слезной пленки. Центральное уплощение роговицы обуславливает неконгруэнтное взаимодействие между поверхностью глаза и задним краем века, что отрицательно сказывается на функции мейбомиевых желез [14]. Применяемое при этом частое закапывание глазных капель, содержащих консерванты, оказывает дополнительное токсическое воздействие на конъюнктиву и роговицу, что еще больше усугубляет послеоперационный ССГ [2]. Более высокая предоперационная аномалия рефракции была связана с повышенным риском сухого глаза после LASIK, возможно, из-за увеличения стромальной абляции у этих пациентов [15–19]. Tuisko и соавт. сообщили, что более половины пациентов, перенесших LASIK по поводу миопии высокой степени, жаловались на субъективные симптомы сухости глаз даже через 2–5 лет после операции. Однако одно недавнее исследование показало, что более низкая предоперационная аномалия рефракции связана с более высоким риском синдрома сухого глаза; авторы объясняют это более высокими ожиданиями после операции, что делает этих пациентов более чувствительными к проявлению симптомов ССГ [20]. Коррекция миопии высокой степени с помощью SMILE была связана с большей нестабильностью слезной пленки, о чем свидетельствует снижение показателей времени разрыва слезной пленки и аномальная толщина липидного слоя слезы [21]. У пациентов, перенесших LASIK, размер, толщина лоскута, расположение разреза, а также профиль и глубина абляции могут влиять на частоту синдрома сухого глаза. Большие лоскуты и большая глубина абляции повышают риск развития послеоперационного ССГ [16, 17].

Авторы других исследований сообщают о том, что гиперметропическая абляция приводит к большей денервации из-за увеличения плотности нервов на периферии по сравнению с центральной зоной роговицы [22].

При более тонких лоскутах отмечается и более быстрое исчезновение симптомов ССГ, а также и восстановление чувствительности роговицы [23]. Возможно, это является следствием того, что менее глубокая диссекция приводит к меньшему объему ткани, через которую должны регенерировать нервы роговицы [24]. Использование фемтосекундного лазера позволяет формировать более тонкие лоскуты с более постоянными размерами, что приводит к меньшему повреждению передних стромальных нервов [25, 26]. Саломео и соавт. сообщили о более низкой частоте возникновения синдрома сухого глаза при использовании FS LASIK по сравнению с LASIK с микрокератомом (9 % против 46 %). Другие исследования не обнаружили такой разницы [27–29]. Сообщалось, что разрез лоскута с носовой стороны вызывает появление меньших проявлений симптомов ССГ в раннем послеоперационном периоде [30] и более быстрое восстановление чувствительности роговицы [30, 31], возможно, из-за лучшей сохранности длинных цилиарных нервов, которые входят в роговицу на 3 и 9 часах условного циферблата. Однако разница не была очевидна при длительном наблюдении в течение 6 месяцев [24]. Формирование узкого лоскута также связано с большей потерей чувствительности роговицы и усилением симптомов сухости глаз [32]. Размер разреза при SMILE (2, 3 или 4 мм) не влиял на частоту послеоперационного синдрома сухого глаза [33]. Таким образом, ССГ после рефракционной хирургии представляет собой спектр заболеваний, включающий нарушение стабильности слезной пленки, нейротрофическую эпителиопатию и дизестезию роговицы [34].

Наличие изменений стабильности слезной пленки после рефракционных операций проявляется не только в виде жалоб пациентов на ощущение сухости и дискомфорта в глазах, но и в виде изменения показателей тестов на слезопродукцию, таких как тест Ширмера, время разрыва слезной пленки, а также витальное окрашивание тканей глазной поверхности, свидетельствующее о нарушении целостности эпителия [35, 36]. Лазер-индуцированная нейротрофическая эпителиопатия (LINE), впервые описанная Уилсоном, представляет собой состояние, подобное сухому глазу, которое в первую очередь характеризуется эпителиальными эрозиями с нормальными результатами тестов на показатели слезопродукции, проявляющимися через несколько дней или недель после операции, его развитию могут способствовать снижение поступления нейротрофических факторов в эпителиальные клетки, снижение выработки слезы и редкое моргание. Это наблюдается в 4–14 % случаев и обычно разрешается в течение первых 6 месяцев после операции [37]. Различные объективные параметры, такие как показатель окрашивания поверхности глаза, ВРСП, тест Ширмера и оценка высоты слезного мениска, могут помочь количественно оценить тяжесть заболевания. Современные инструментальные диагностические

методы, которые можно использовать для лучшей характеристики заболевания, включают конфокальную микроскопию *in vivo*, мейбографию, интерферометрию слезной пленки и анализ слезы для измерения осмолярности и определения медиаторов воспаления.

Выявление пациентов с ранее существовавшим синдромом сухого глаза во время предоперационного обследования имеет решающее значение для обеспечения оптимальных результатов после любой рефракционной операции на роговице. Подробный анамнез и тщательное обследование поверхности глаза могут помочь выявить случаи высокого риска, которые затем требуют серьезного лечения для оптимизации состояния поверхности глаза [38]. Кроме того, особое внимание следует уделять проявлением аллергических реакций и системных заболеваний в анамнезе, таких как сахарный диабет или коллагенозы [2, 39]. Рефракционную хирургию роговицы не следует выполнять пациентам с неконтролируемыми системными нарушениями или воспалительными процессами на поверхности глаза в стадии обострения. Данные отдельных исследований свидетельствуют о том, что хирургическое вмешательство при системных заболеваниях, которые хорошо контролируются нормальной слезной функцией, достаточно безопасно и не вызывает серьезных осложнений [40–42]. При этом следует учитывать, что имеются сообщения о тяжелом рефрактерном синдроме сухого глаза и некротическом кератите после рефракционной хирургии у хорошо контролируемых пациентов с синдромом Шегрена и болезнью Крона, что указывает на то, что этим пациентам не показано проведение рефракционной хирургии [43, 44]. Проявление аллергических реакций на глазах является известным фактором риска развития сухости глаз, и оба этих фактора часто сосуществуют, что может осложнить результаты лазерной рефракционной хирургии. Хроническое воспаление поверхности глаза при аллергических заболеваниях нарушает стабильность слезной пленки, бокаловидных клеток конъюнктивы и функцию мейбомиевых желез, что способствует развитию синдрома сухого глаза [45]. Более того, воспаление поверхности глаза, вызванное лазерной рефракционной хирургией роговицы, может усугубляться у пациентов с атопией [46].

Заменители слезы, желательны без консервантов, являются первой линией лечения послеоперационного синдрома сухого глаза после рефракционной хирургии. Их обычно назначают после операции примерно на 4–6 недель, и этого часто бывает достаточно для лечения преходящего синдрома сухого глаза у большинства пациентов. Было показано, что искусственные слезы на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) более эффективны в отношении стабилизации состояния поверхности глаза после лазерной рефракционной хирургии по сравнению с применением солевого раствора или 0,3 % гидроксипропилметилцеллюлозы из-за ее более сильных мукоадгезивных свойств [47, 48]. Другие

вещества, такие как гиалуроновая кислота (ГК), поливиниловый спирт и полиэтиленгликоль, могут использоваться в зависимости от тяжести и типа синдрома сухого глаза [49, 50]. Гиалуроновая кислота доступна в составе, не содержащем консерванты, и обладает собственными свойствами удержания воды, вязкоэластичности и ускорения заживления эпителиальных ран роговицы [50]. Было обнаружено, что многокомпонентный состав, содержащий 0,5 % КМЦ и 0,1 % ГК, способствует более быстрому восстановлению зрения после LASIK по сравнению с использованием только КМЦ, возможно, из-за опосредованного ГК восстановления эпителия, что улучшает оптику поверхности [51].

По данным различных исследований, послеоперационное воспаление является важным фактором развития синдрома сухого глаза, и его можно контролировать с помощью противовоспалительных средств, таких как топические стероиды и циклоспорин. Местные стероиды являются частью обычного послеоперационного режима, постепенное снижение дозы происходит в течение 4–6 недель. Авторы отдельных исследований считают, что местный циклоспорин эффективен для оптимизации лечения синдрома сухого глаза перед лазерной рефракционной хирургией, а также для лечения впервые возникшего послеоперационного синдрома сухого глаза [52, 53]. Он эффективен для улучшения секреции и стабильности слезы на срок до 1 года у пациентов с симптоматическим синдромом сухого глаза после LASIK [54]. Может потребоваться несколько недель лечения, прежде чем какой-либо эффект станет очевидным, при этом максимальный эффект достигается приблизительно после 6 месяцев [54]. Преимущество включения местного циклоспорина в рутинный послеоперационный режим, однако, остается сомнительным. В то время как в одном исследовании сообщалось об улучшении зрительных результатов и сокращении времени восстановления при местном назначении циклоспорина пациентам, перенесшим LASIK [55], другое исследование не обнаружило существенной пользы с точки зрения улучшения симптомов, связанных с сухостью глаз и медиаторов воспаления слезы [56]. Сообщалось также, что местное применение циклоспорина усиливает регенерацию нервов роговицы и улучшает чувствительность роговицы у пациентов после LASIK [57]. Применение нового состава — катионной эмульсии циклоспорина А 0,1 % показало многообещающие результаты у пациентов с синдромом сухого глаза от умеренной до тяжелой степени с улучшением клинических признаков, очевидным уже через 4 недели, хотя для более устойчивых эффектов рекомендуется до 12 месяцев лечения [58]. Необходимы дальнейшие исследования для оценки его эффективности и безопасности у пациентов с синдромом сухого глаза после рефракционной хирургии.

Важно отметить, что в последние годы появляется большое количество новых факторов риска развития

синдрома сухого глаза, к которым относятся, в частности, косметологические процедуры в периорбитальной зоне [59]. Нередко пациенты, прибегающие к рефракционным операциям, применяют инъекции ботулотоксина в периорбитальной зоне с косметической целью, наращивают ресницы, делают татуаж век. При этом отсутствуют исследования, в которых было бы изучено влияние косметологических процедур, проведенных в периорбитальной зоне, на течение послеоперационного периода после проведения рефракционных операций. Отсутствуют данные о возможности профилактики развития тяжелой формы ССГ у пациентов с косметологическими процедурами в анамнезе, сроках их применения, а также алгоритмы подготовки к рефракционному хирургическому вмешательству.

Таким образом, учитывая распространенность рефракционной хирургии в современной офтальмологической практике, при подготовке пациента к данному виду хирургического вмешательства важно понимать многофакторность механизма развития синдрома сухого глаза у этой группы пациентов. Анализ данных литературы позволил выявить ключевые факторы нарушения процесса слезообразования после рефракционных операций, к которым относятся пересечение нервных окончаний роговицы, что, в свою очередь, снижает частоту моргания и распределение слезной пленки по глазной поверхности, а также вызывает нарушение, касающееся нейротрофических факторов, выделяемых нервными окончаниями роговицы. Наличие послеоперационной воспалительной реакции, которая имеет специфическое

течение, проявляющееся в изменении биохимических свойств слезы, повреждение бокаловидных клеток конъюнктивы во время создания вакуума при проведении LASIK и SMILE, приводящее к последующему дефициту муцина в слезе, изменение кривизны роговицы, вызванное лазерной рефракционной хирургией — факторы, влияющие на развитие синдрома сухого глаза после проведения рефракционных операций.

При подготовке пациента к рефракционной операции для снижения риска развития тяжелых форм синдрома сухого глаза, вплоть до изъятия роговицы, необходимо учитывать наличие в анамнезе системных заболеваний, аллергических реакций, особенно у пациентов с миопией высокой степени. Мало изучено влияние косметологических процедур, таких как наращивание ресниц, татуаж век, блефаропластика, применение ботулотоксина в периорбитальной зоне, на течение послеоперационного периода при проведении рефракционных операций. Исследования в этой области открывают новый спектр возможностей для снижения частоты встречаемости синдрома сухого глаза у пациентов после рефракционных операций, повышения качества жизни и удовлетворенности пациентов проведенным хирургическим вмешательством.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Трубилин В.Н. — научное редактирование;
Полунина Е.Г. — сбор и обработка материала, научное редактирование и написание текста;
Трубилин А.В. — сбор и обработка материала, написание текста;
Куренков В.В. — научное редактирование;
Ширяева Е. В. — сбор и обработка материала, написание текста;
Закатянский В.С. — сбор и обработка материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Toda I. LASIK and dry eye. *Compr Ophthalmol Update*. 2007 Mar-Apr;8(2):79–85; discussion 87–89.
- Cohen E, Spierer O. Dry Eye Post-Laser-Assisted In Situ Keratomileusis: Major Review and Latest Updates. *J Ophthalmol*. 2018 Jan 28;2018:4903831. doi: 10.1155/2018/4903831.
- Denoyer A, Landman E, Trinh L, Faure JF, Auclin F, Baudouin C. Dry eye disease after refractive surgery: comparative outcomes of small incision lenticule extraction versus LASIK. *Ophthalmology*. 2015 Apr;122(4):669–676. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.10.004.
- Bower KS, Sia RK, Ryan DS, Mines MJ, Dartt DA. Chronic dry eye in photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis: Manifestations, incidence, and predictive factors. *J Cataract Refract Surg*. 2015 Dec;41(12):2624–2634. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.06.037.
- He M, Huang W, Zhong X. Central corneal sensitivity after small incision lenticule extraction versus femtosecond laser-assisted LASIK for myopia: a meta-analysis of comparative studies. *BMC Ophthalmol*. 2015 Oct 24;15:141. doi: 10.1186/s12886-015-0129-5.
- Chao C, Tajbakhsh Z, Stapleton F, Mobeen R, Madigan MC, Jalbert I et al. Corneal epithelial dendritic cells, tear neuropeptides and corneal nerves continue to be affected more than 12 months after LASIK. *Acta Ophthalmol*. 2023 May;101(3):e302–e314. doi: 10.1111/aos. 15270.
- Liu YC, Yam GH, Lin MT, Teo E, Koh SK, Deng L, Zhou L, Tong L, Mehta JS. Comparison of tear proteomic and neuromediator profiles changes between small incision lenticule extraction (SMILE) and femtosecond laser-assisted in situ keratomileusis (LASIK). *J Adv Res*. 2020 Nov 5;29:67–81. doi: 10.1016/j.jare.2020.11.001.
- Chao C, Stapleton F, Zhou X, Chen S, Zhou S, Golebiowski B. Structural and functional changes in corneal innervation after laser in situ keratomileusis and their relationship with dry eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2015 Nov;253(11):2029–2039. doi: 10.1007/s00417-015-3120-1.
- González García MJ, Murillo GM, Pinto Fraga J, García N, Fernández I, Maldonado MJ. Clinical and tear cytokine profiles after advanced surface ablation refractive surgery: A six month follow up. *Exp Eye Res* 2020;193:107976. doi: 10.1016/j.exer. 2020.107976.
- Chan TC, Ye C, Chan KP, Chu KO, Jhanji V. Evaluation of point-of-care test for elevated tear matrix metalloproteinase 9 in post-LASIK dry eyes. *Br J Ophthalmol*. 2016 Sep;100(9):1188–1191. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307607.
- Gao S, Li S, Liu L, Wang Y, Ding H, Li L, Zhong X. Early changes in ocular surface and tear inflammatory mediators after small-incision lenticule extraction and femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis. *PLoS One*. 2014 Sep 11;9(9):e107370. doi: 10.1371/journal.pone.0107370.
- Konomi K, Chen LL, Tarko RS, Scally A, Schaumberg DA, Azar D, Dartt DA. Pre-operative characteristics and a potential mechanism of chronic dry eye after LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008 Jan;49(1):168–174. doi: 10.1167/iops.07-0337.
- Rodríguez AE, Rodríguez-Prats JL, Hamdi IM, Galal A, Awadalla M, Alio JL. Comparison of goblet cell density after femtosecond laser and mechanical microkeratome in LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Jun;48(6):2570–2575. doi: 10.1167/iops.06-1259.
- Ju JW, Kim JY, Chin HS, Suh YJ, Kim TI, Seo KY. Assessment of meibomian glands and tear film in post-refractive surgery patients. *Clin Exp Ophthalmol*. 2017 Dec;45(9):857–866. doi: 10.1111/ceo.12993.
- Albietz JM, Lenton LM, McLennan SG. Chronic dry eye and regression after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Mar;30(3):675–684. doi: 10.1016/j.jcrs.2003.07.003.
- De Paiva CS, Chen Z, Koch DD, Hamill MB, Manuel FK, Hassan SS, Wilhelmus KR, Pflugfelder SC. The incidence and risk factors for developing dry eye after myopic LASIK. *Am J Ophthalmol*. 2006 Mar;141(3):438–445. doi: 10.1016/j.ajo.2005.10.006.
- Shoja MR, Besharati MR. Dry eye after LASIK for myopia: Incidence and risk factors. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:16. doi: 10.1177/112067210701700101.
- Zhao PF, Zhou YH, Hu YB, Cao K, Qi Y, Guo N, Gao X, Zhang QW, Zhai CB. Evaluation of preoperative dry eye in people undergoing corneal refractive surgery to correct myopia. *Int J Ophthalmol*. 2021 Jul 18;14(7):1047–1051. doi: 10.18240/ijo.2021.07.13.
- Tuisku IS, Lindbohm N, Wilson SE, Tervo TM. Dry eye and corneal sensitivity after high myopic LASIK. *J Refract Surg*. 2007 Apr;23(4):338–342. doi: 10.3928/1081-597X-20070401-05.
- Shehadeh-Mashor R, Mimouni M, Shapira Y, Sela T, Munzer G, Kaiserman I. Risk Factors for Dry Eye After Refractive Surgery. *Cornea*. 2019 Dec;38(12):1495–1499. doi: 10.1097/ICO.0000000000002152.

21. Li Y, Li S, Zhou J, Liu C, Xu M. Relationship between lipid layer thickness, incomplete blinking rate and tear film instability in patients with different myopia degrees after small incision lenticule extraction. *PLoS One*. 2020 Mar 12;15(3):e0230119. doi: 10.1371/journal.pone.0230119.22.
22. Bandeira F, Yusoff NZ, Yam GH, Mehta JS. Corneal re-innervation following refractive surgery treatments. *Neural Regen Res*. 2019 Apr;14(4):557–565. doi: 10.4103/1673-5374.247421.
23. Nassaralla BA, McLeod SD, Boteon JE, Nassaralla JJ Jr. The effect of hinge position and depth plate on the rate of recovery of corneal sensation following LASIK. *Am J Ophthalmol*. 2005 Jan;139(1):118–124. doi: 10.1016/j.ajo.2004.08.057.
24. Feng YF, Yu JG, Wang DD, Li JH, Huang JH, Shi JL, Ye T, Wang QM, Zhao YE. The effect of hinge location on corneal sensation and dry eye after LASIK: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013 Jan;251(1):357–366. doi: 10.1007/s00417-012-2078-5.
25. Barequet IS, Hirsh A, Levinger S. Effect of thin femtosecond LASIK flaps on corneal sensitivity and tear function. *J Refract Surg*. 2008 Nov;24(9):897–902. doi: 10.3928/1081597X-20081101-08.
26. Salomão MQ, Ambrósio R Jr, Wilson SE. Dry eye associated with laser in situ keratomileusis: Mechanical microkeratome versus femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Oct;35(10):1756–1760. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.05.032.
27. Farjo AA, Sugar A, Schallhorn SC, Majumdar PA, Tanzer DJ, Trattler WB, Caason JB, Donaldson KE, Kymionis GD. Femtosecond lasers for LASIK flap creation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2013 Mar;120(3):e5–e20. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.08.013.
28. Sun CC, Chang CK, Ma DH, Lin YF, Chen KJ, Sun MH, Hsiao CH, Wu PH. Dry eye after LASIK with a femtosecond laser or a mechanical microkeratome. *Optom Vis Sci*. 2013 Oct;90(10):1048–1056. doi: 10.1097/OPX.0b013e31829d9905.
29. Golas L, Manche EE. Dry eye after laser in situ keratomileusis with femtosecond laser and mechanical keratome. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Aug;37(8):1476–1480. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.03.035.
30. Donnenfeld ED, Solomon K, Perry HD, Doshi SJ, Ehrenhaus M, Solomon R, Biser S. The effect of hinge position on corneal sensation and dry eye after LASIK. *Ophthalmology*. 2003 May;110(5):1023–1029; discussion 1029–1030. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00100-3.
31. Vroman DT, Sandoval HP, Fernández de Castro LE, Kasper TJ, Holzer MP, Solomon KD. Effect of hinge location on corneal sensation and dry eye after laser in situ keratomileusis for myopia. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Oct;31(10):1881–1887. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.03.074.
32. Donnenfeld ED, Ehrenhaus M, Solomon R, Mazurek J, Rozell JC, Perry HD. Effect of hinge width on corneal sensation and dry eye after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Apr;30(4):790–797. doi: 10.1016/j.jcrs.2003.09.043.
33. Cetinkaya S, Gulmez M, Mestan E, Ucar F, Ali N. Influence of Incision Size on Dry Eye Symptoms in the Small Incision Lenticule Extraction Procedure. *Cornea*. 2019 Jan;38(1):18–23. doi: 10.1097/ICO.0000000000001782.
34. Moshirfar M, Bhavsar UM, Durnford KM, McCabe SE, Ronquillo YC, Lewis AL, Hoopes PC. Neuropathic Corneal Pain Following LASIK Surgery: A Retrospective Case Series. *Ophthalmol Ther*. 2021 Sep;10(3):677–689. doi: 10.1007/s40123-021-00358-x.
35. Toda I. Dry Eye After LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018 Nov 1;59(14):DES109–DES115. doi: 10.1167/iov.17-23538.
36. Cohen E, Spierer O. Dry Eye Post-Laser-Assisted In Situ Keratomileusis: Major Review and Latest Updates. *J Ophthalmol*. 2018 Jan 28;2018:4903831. doi: 10.1155/2018/4903831.
37. Wilson SE. Laser in situ keratomileusis-induced (presumed) neurotrophic epitheliopathy. *Ophthalmology*. 2001 Jun;108(6):1082–1087. doi: 10.1016/s0161-6420(01)00587-5.
38. Albiets JM, McLennan SG, Lenton LM. Ocular surface management of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg*. 2003 Nov-Dec;19(6):636–644. doi: 10.3928/1081-597X-20031101-05.
39. Donaldson K, Parkhurst G, Saenz B, Whitley W, Williamson B, Hovanesian J. Call to action: treating dry eye disease and setting the foundation for successful surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2022 May 1;48(5):623–629. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000844.
40. Cobo-Soriano R, Beltrán J, Baviera J. LASIK outcomes in patients with underlying systemic contraindications: a preliminary study. *Ophthalmology*. 2006 Jul;113(7):1118.e1–8. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.02.023.
41. Smith RJ, Maloney RK. Laser in situ keratomileusis in patients with autoimmune diseases. *J Cataract Refract Surg*. 2006 Aug;32(8):1292–1295. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.02.059.
42. Schallhorn JM, Schallhorn SC, Hettinger KA, Venter JA, Pelouskova M, Teenan D, Hannan SJ. Outcomes and complications of excimer laser surgery in patients with collagen vascular and other immune-mediated inflammatory diseases. *J Cataract Refract Surg*. 2016 Dec;42(12):1742–1752. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.09.018.
43. Liang L, Zhang M, Zou W, Liu Z. Aggravated dry eye after laser in situ keratomileusis in patients with Sjögren syndrome. *Cornea*. 2008 Jan;27(1):120–123. doi: 10.1097/ICO.0b013e318158312f.
44. Aman-Ullah M, Gimbel HV, Purba MK, van Westenbrugge JA. Necrotizing keratitis after laser refractive surgery in patients with inactive inflammatory bowel disease. *Case Rep Ophthalmol*. 2012 Jan;3(1):54–60. doi: 10.1159/000336567.
45. Leonardi A, Modugno RL, Salami E. Allergy and Dry Eye Disease. *Ocul Immunol Inflamm*. 2021 Aug 18;29(6):1168–1176. doi: 10.1080/09273948.2020.1841804.
46. Bielory BP, O'Brien TP. Allergic complications with laser-assisted in-situ keratomileusis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2011 Oct;11(5):483–491. doi: 10.1097/ACI.0b013e31823834a4e01.
47. Lenton LM, Albiets JM. Effect of carmellose-based artificial tears on the ocular surface in eyes after laser in situ keratomileusis. *J Refract Surg*. 1999 Mar-Apr;15(2 Suppl):S227–231. doi: 10.3928/1081-597X-19990302-17.
48. Albiets JM, Lenton LM, McLennan SG, Earl ML. A comparison of the effect of re-fresh plus and bion tears on dry eye symptoms and ocular surface health in myopic LASIK patients. *CLAO J*. 2002 Apr;28(2):96–100. PMID: 12054380.
49. Durrie D, Stahl J. A randomized clinical evaluation of the safety of Systane Lubricant Eye Drops for the relief of dry eye symptoms following LASIK refractive surgery. *Clin Ophthalmol*. 2008 Dec;2(4):973–979. doi: 10.2147/ophth.s4475.
50. Astakhov YS, Astakhov SY, Lisochkina AB. Assessment of dry eye signs and symptoms and ocular tolerance of a preservative-free lacrimal substitute (Hylabak*) versus a preserved lacrimal substitute (Systane*) used for 3 months in patients after LASIK. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:2289–2297. doi: 10.2147/OPHTH.S50446.
51. Wallerstein A, Jackson WB, Chambers J, Moezzi AM, Lin H, Simmons PA. Management of post-LASIK dry eye: a multicenter randomized comparison of a new multi-ingredient artificial tear to carboxymethylcellulose. *Clin Ophthalmol*. 2018 May 7;12:839–848. doi: 10.2147/OPHTH.S163744.
52. Salib GM, McDonald MB, Smolek M. Safety and efficacy of cyclosporine 0.05% drops versus unpreserved artificial tears in dry-eye patients having laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2006 May;32(5):772–778. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.10.034.
53. Torricelli AA, Santhiago MR, Wilson SE. Topical cyclosporine a treatment in corneal refractive surgery and patients with dry eye. *J Refract Surg*. 2014 Aug;30(8):558–564. doi: 10.3928/1081597X-20140711-09.
54. Kanellopoulos AJ. Incidence and management of symptomatic dry eye related to LASIK for myopia, with topical cyclosporine A. *Clin Ophthalmol*. 2019 Mar 25;13:545–552. doi: 10.2147/OPHTH.S188521.
55. Ursea R, Purcell TL, Tan BU, Nalgirkar A, Lovaton ME, Ehrenhaus MR, Schanzlin DJ. The effect of cyclosporine A (Restasis) on recovery of visual acuity following LASIK. *J Refract Surg*. 2008;24:473–476. doi: 10.3928/1081597X-20080501-04.
56. Hessert D, Tanzer D, Brunstetter T, Kaupp S, Murdoch D, Mirzaoff M. Topical cyclosporine A for postoperative photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2013 Apr;39(4):539–547. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.11.024.
57. Peyman GA, Sanders DR, Batlle JF, Féliz R, Cabrera G. Cyclosporine 0.05% ophthalmic preparation to aid recovery from loss of corneal sensitivity after LASIK. *J Refract Surg*. 2008 Apr;24(4):337–343. doi: 10.3928/1081597X-20080401-04.
58. Labetoulle M, Leonardi A, Pisella PJ, Baudouin C. Cyclosporin A cationic emulsion 0.1% for the management of dry eye disease: Facts that matter for eye care providers. *Ocul Immunol Inflamm*. 2023 Oct;31(8):1707–1715. doi: 10.1080/09273948.2022.2088566.59.
59. Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Куренков В.В., Анджелова Д.В., Капкова С.Г., Чиненова К.В. Влияние косметологических процедур в периорбитальной области на орган зрения: Обзор. *Офтальмология*. 2018;15(3):233–241. doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-233-241.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Академия постдипломного образования ФБГУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства
Трубилин Владимир Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

Академия постдипломного образования ФБГУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства
Полунина Елизавета Геннадьевна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-8551-0661>

ABOUT THE AUTHORS

Academy of Postgraduate Education of Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency
Trubilin Vladimir N.
MD, Professor, Head of the of Ophthalmology Department
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

Academy of Postgraduate Education of Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency
Polunina Elizabet G.
MD, Professor of the of Ophthalmology Department
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8551-0661>

В.Н. Трубилин, Е.Г. Полунина, А.В. Трубилин, В.В. Куренков, Е.В. Ширяева, В.С. Закатянский

Академия постдипломного образования ФБГУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства
Трубилин Александр Владимирович
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

Офтальмологическая клиника доктора Куренкова
Куренков Вячеслав Владимирович
доктор медицинских наук, профессор
Рублевское шоссе, 48/1, Москва, 121609, Российская Федерация

Академия постдипломного образования ФБГУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства
Ширяева Екатерина Владимировна
врач-офтальмолог
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»
Закатянский Владимир Сергеевич
офтальмохирург
проспект Луначарского, 45, корп. 2, Санкт-Петербург, 194291,
Российская Федерация

Academy of Postgraduate Education of Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency
Trubilin Alexander. V.
PhD, Associate Professor of the of Ophthalmology department
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov
Kurenkov Vyacheslav V.
MD, Professor
Rublevskoe highway, 48, Moscow, 121609, Russian Federation

Academy of Postgraduate Education of Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency
Shiryaeva Ekaterina V.
Ophthalmologist
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

Leningrad Regional Clinical Hospital
Zakatianskii Vladimir S.
ophthalmic surgeon
Lunacharskogo ave., 45, bld. 2, St. Petersburg, 194291,
Russian Federation