

# ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАСИК ПРИ МИОПИИ: АСФЕРИЧЕСКАЯ АБЛЯЦИЯ РОГОВИЦЫ + ТОНКИЙ ЛОСКУТ

*Пархоменко Г. Я., Манойло Т. В., Коваленко Л. Н.*

*Офтальмохирургическая клиника «Новый Зир», Киев, Днепропетровск, Украина*

Проанализированы результаты ретроспективного исследования применения ЛАСИК с асферической абляцией и тонким лоскутом для коррекции миопии высокой степени у 296 пациентов (566 глаз). Оценка клинических результатов показала высокие и стабильные результаты рефракционных показателей, индекса безопасности и эффективности, снижение индукции сферических аберраций на протяжении всего периода наблюдения (24 месяца).

**Ключевые слова:** ЛАСИК с тонким роговичным лоскутом, асферическая абляция, миопия, аберрации, биомеханические свойства роговицы.

Близорукость занимает одну из лидирующих позиций среди аномалий рефракции. Прогрессирование миопии, особенно на фоне высоких зрительных нагрузок, достигает высокой степени в молодом возрасте, причём 70% из числа этих больных составляют лица в возрасте 20–40 лет, т. е., в период наивысшего расцвета физических и творческих сил [1].

Развитие рефракционной офтальмохирургии показало ее преимущество перед другими способами лечения миопии. В современной рефракционной хирургии лидирующее положение сохраняется за методиками эксимер-лазерной коррекции (ЭЛК) [3].

На сегодняшний день основными методиками коррекции нарушения рефракции являются фоторефракционная кератэктомия (ФРК), лазерная субэпителиальная кератэктомия (ЛАСЭК), лазерный *in situ* кератомилез (ЛАСИК). Рефракционные операции на роговице имеют ограниченный предел допустимой коррекции, зависящий от исходных параметров роговицы и степени миопии. Эффективность любой рефракционной операции можно оценить по полученным результатам, а также по их стабильности с течением времени [6].

Лазерный кератомилез (ЛАСИК) чрезвычайно распространен в мире как наиболее безопасная хирургическая процедура для коррекции различного вида аметропий. Количество подобных операций неуклонно растет, а спектр и частота осложнений уменьшаются [1, 2].

Обязательными этапами проведения ЛАСИК – ламеллярный срез (формирование роговичного лоскута) и фотоабляция роговицы неизбежно изменяют механические свойства этой самой сильной в глазу биологической линзы [4]. До недавнего времени, при выполнении ЛАСИК стандартной и идеальной толщиной роговичного

лоскута считалась толщина 130  $\mu\text{m}$ . Истончение роговицы, даже в разумных пределах, вызывает ее ответ, который может быть различным по силе. Этот ответ характеризуется существенным сдвигом роговичных слоев кпереди, что клинически нередко может проявляться регрессом рефракционного результата, искажениями аппланационных измерений ВГД, а в крайних случаях, кератэктазией в частоте 1:10 000 [2, 3].

Применение микрокератомов с головками, формирующими «тонкие» роговичные лоскуты (90–110  $\mu\text{m}$ ), позволяет уменьшить влияние на биомеханику роговицы, снизить индукцию аберраций высокого порядка [16, 3]. Сочетание асферической абляции с тонкими лоскутами является современным направлением ЭЛК.

**Цель:** проанализировать отдаленные результаты ЛАСИКа с асферической абляцией роговицы и «тонким» роговичным лоскутом.

## Материалы и методы

В ретроспективное исследование были включены 296 пациентов (566 глаз) с миопией от –1,0 до –7,5 дптр. СЭ (–4,55 $\pm$ 2,73 дптр). С миопией слабой степени – 124 пациента (244 глаза), с миопией средней степени – 118 пациентов (218 глаз), с миопией высокой степени – 54 пациента (104 глаза). Возраст пациентов от 18 до 43 лет, Некоррегированная острота зрения (НКОЗ) до операции – 0,05 $\pm$ 0,01, корригированная острота зрения (КОЗ) – 0,95 $\pm$ 0,02. Среднее квадратичное взвешенное сферических аберраций (RMS) составило 0,45 $\pm$ 0,19  $\mu\text{m}$ .

Кроме стандартного офтальмологического обследования всем пациентам проводилась кератотопография с измерением и анализом роговичных аберраций на кератотопографе KERATRON

Scout Optikon 2000 (Schwind, Germany), изучение переднего отрезка глазного яблока с помощью оптического когерентного томографа 3D OCT-100 Mark II (Topcon, Japan), ультразвуковая пахиметрия.

ЛАСИК с асферической абляцией выполняли на эксимерном лазере «Esiris» (Schwind, Germany) с алгоритмом абляции «летающая точка» по программе асферической абляции. Диаметр оптической зоны 6,5–7,5 мм. Роговичный лоскут формировали с использованием микрокератома «Carriazo-Pendular» с головкой 110 μm и одновременным компьютерным контролем параметров микрокератома в процессе реза. Толщину лоскута определяли интраоперационно методом ультразвуковой пахиметрии, путем вычитания от данных исходной толщины роговицы данных толщины роговицы, после поднятия роговичного лоскута. В послеоперационном периоде толщину роговичного лоскута определяли с помощью оптического когерентного томографа 3D OCT-100 Mark II (Topcon, Japan). Средняя предоперационная толщина роговицы составила 552±32 μm (от 505 до 612 μm), средняя толщина лоскута 108±13 μm (от 85 до 130 μm), средняя глубина абляции 82±23 μm.

Срок послеоперационного наблюдения составил 24 месяца. Пациенты обследовались на 1, 7 день, через 1, 3, 6, 12, 24 месяца. Анализировали остроту зрения, рефракционный результат, его стабильность, индукцию аберраций высокого порядка, индекс безопасности и эффективности методики, влияние интраоперационных осложнений на рефракцию и остроту зрения после коррекции.

Индекс безопасности (отношение количества глаз, без снижения скорректированной остроты зрения на 1 строчку после коррекции к общему числу глаз, выраженное в процентах)

Индекс эффективности – отношение числа глаз, у которых послеоперационная острота зрения без коррекции была 0,5 и выше и 1,0 и выше.

**Результаты**

Средняя некорректированная острота зрения (НКОЗ) составила 0,92±0,08 на следующий день. Через 24 месяца после коррекции в исследуемой группе средняя некорректированная острота зрения (НКОЗ) была 1,0±0,12 в 98,6% случаев (рис. 1).

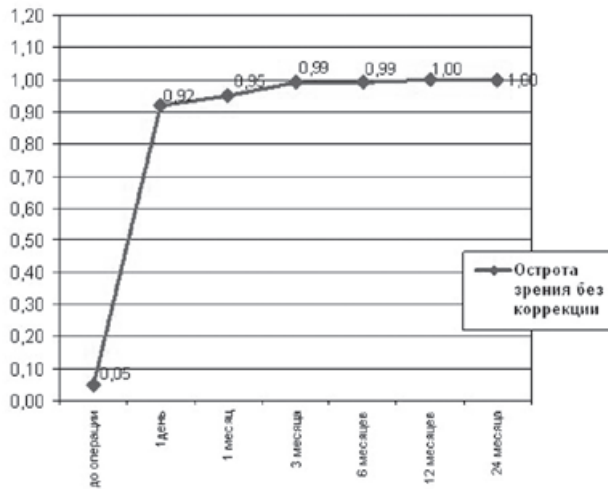


Рис. 1. Динамика остроты зрения

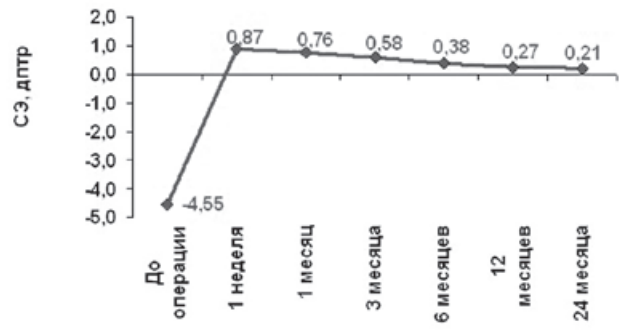


Рис. 2. Динамика рефракционных показателей

Таблица 1

**Динамика индекса безопасности и эффективности**

Период	%		
	Безопасность	Эффективность	
		≥0,5	≥1,0
1 месяц	97,5	100	98,1
3 месяц	97,9	100	98,3
6 месяц	98,3	100	98,5
12 месяцев	98,6	100	98,6
24 месяца	98,6	100	98,6

Рефракционный результат (по сферозквиваленту) стабилен в течение периода наблюдения (24 месяца) и в 94% случаев послеоперационная рефракция находилась в пределах  $0,0 \pm 0,5$  дптр от запланированной, в 100% случаев полученная рефракция была в пределах  $0,0 \pm 1,0$  дптр от запланированной (рис. 2).

Индукция сферических аберраций составила  $0,24 \pm 0,15 \mu\text{m}$ , что достоверно не отличалось от данных через 1 месяц после ЭЛК, но значительно меньше индукции, которую вызывает Ласик со стандартной программой абляции в сопоставимых по исходной рефракции группах [10,11,12]. Индекс безопасности и эффективности был стабильным на протяжении всего периода наблюдения (табл.1).

Средняя толщина роговичного лоскута составила  $102 \pm 15 \mu\text{m}$  и оставалась стабильной на протяжении всего периода наблюдения.

В данной группе были следующие интраоперационные осложнения:

1) неполное формирование лоскута (остановка микрокератома в оптической зоне, абляция не проводится) – 5 глаз (0,8%) – через 6 месяцев проведена поверхностная абляция роговицы (ЛАСЕК);

2) «button hole» на лоскуте (неполные, вне оптической зоны, позволили провести абляцию) – 9 глаз (2%) – острота зрения, рефракция – стабильны, не зафиксировано снижение скорректированной остроты зрения.

3) формирование стрий лоскутов – 12 глаз (2,2%) – потребовали подъема лоскута, гидратации и последующей адаптации с наложением МКЛ на сутки. Данное состояние не привело к снижению НКОЗ или изменению рефракции в отдаленном периоде наблюдения.

Также, не наблюдалось ни одного случая дислокации лоскута.

### Обсуждение результатов исследования

За время эволюции эксимер-лазерной хирургии были различными взгляды на остаточную толщину роговицы после формирования роговичного лоскута и лазерной абляции. P. Vinciguerra (1998 г.) утверждал, что она может составлять, не менее  $250 \mu\text{m}$ ; I.G. Pallikaris et al [13] считает безопасной для возникновения ятрогенных кератэктазий, толщину роговицы после абляции не менее  $325 \mu\text{m}$ .

Правило «250 микрон» часто непреднамеренно нарушается при проведении хирургической процедуры, поскольку микрокератомы, которые формируют клапан стандартной толщины ( $130 \mu\text{m}$ ) при ЛАСИК, слабо предсказуемы и формируют клапан разной толщины [10]. По этой причине толщина клапана должна измеряться в ходе операции. Большинство хирургов не используют эти важные измерения в ходе операции, чем под-

вергают пациентов с более толстым, чем ожидалось, сформированным клапаном, повышенному риску [6, 7].

Формирование ламеллярного лоскута роговицы с последующей абляцией глубоких слоев стромы изменяет биомеханические свойства роговицы, снижает ее ригидность и устойчивость к деформациям. Особенно это актуально при уже имеющейся тонкой роговице и может служить провоцирующим фактором в развитии ятрогенных кератэктазий [3, 4, 8].

Созданные математические модели реструктурированной роговицы в основном схоластичны и не могут в полной мере описать изменение ее биомеханических свойств.

С точки зрения биофизики глаз представляет собой уникальную физиологическую систему, в которой функционирование значительной части структурных элементов подчиняется общим законам биомеханики [5, 13].

Биомеханический ответ тканей роговицы на срез клапана и лазерную абляцию приводит к дополнительным изменениям формы роговицы. Анатомическая особенность роговицы такова, что в зависимости от глубины среза, чем толще клапан, тем более толстые коллагеновые волокна пересекаются и сокращаются к периферии, учитывая их склерально-лимбающее прикрепление. Это приводит к эффекту уплощения центра роговицы еще до проведения абляции. Кроме того, после проведения абляции направленная наружу сила натяжения неповрежденных волокон, расположенных на периферии аблированной зоны, приводит к уплощению центра роговицы, утолщению ее периферии и увеличению кривизны. Это усиливает эффект миопической абляции путем добавления дополнительного биомеханического уплощения и снижает эффект гиперметропической абляции, так как чем глубже удаляется роговичная ткань, тем сильнее роговица реагирует центральным уплощением [9, 15].

Так же при выполнении коррекции миопии высокой степени методом ЛАСИК у пациентов с тонкой роговицей основным способом является уменьшение оптической зоны, что экономит толщину роговицы. С другой стороны, это индуцирует оптические аберрации и ухудшает качество зрения. Размер оптической зоны – важный фактор в получении наилучшего качества зрения после ЛАСИК. Оптические зоны при традиционной абляции имеют градиент рефракции по направлению к краям, что приводит к искажению изображения. Градиент рефракции в результате персонализированной абляции практически равен нулю, что позволяет сохранить оптимальный профиль абляции и значительно снизить число индуцированных сферических аберраций. Это одно из наиболее важных положений, подтверждающих физиологичность оптики рого-

вицы в пределах зоны абляции [11, 12, 14, 15]. По результатам нашего ретроспективного исследования применение ЛАСИК с асферической абляцией и тонким лоскутом для коррекции миопии высокой степени позволило уменьшить индукции сферических аберраций, добиться предсказуемого и стабильного рефракционного результата: в 94% случаев послеоперационная рефракция находилась в пределах  $0,0 \pm 0,5$  дптр от запланированной, в 100% случаев полученная рефракция была в пределах  $0,0 \pm 1,0$  дптр от запланированной через 24 месяца после коррекции. Полученная НКОЗ была высокой и стабильной, что отражает хорошие показатели безопасности в течение периода наблюдения – 96,9% через 2 года.

ЛАСИК с тонким лоскутом и персонализированной абляцией обеспечивает более толстое стромальное ложе, снижает риск развития керато-

тоэктазии и позволяет расширить показания к лазерной коррекции за счет этих факторов [15].

### Выводы

1. Анализ отдаленных результатов коррекции миопии методикой Ласик с асферической абляцией и тонким лоскутом показал высокую предсказуемость данной технологии, стабильность рефракционного результата, эффективность и безопасность, низкую индукцию аберраций высокого порядка.

2. Методика Ласик с асферической абляцией и тонким лоскутом позволяет выполнять коррекцию миопии высокой степени в сочетании с тонкой роговицей.

3. Возникшие интраоперационные осложнения (суммарно – 5%) не повлияли на послеоперационную рефракцию и остроту зрения пациентов.

### Литература

1. Аветисов Э. С. Классификация рефракционных операций и принципы оценки их результатов// Рефракционная хирургия и офтальмология.– 2003.– Т.2.– № 3.– С.33–39.
2. Балашевич Л. И., Качанов А. Б., Никулин С. А. и др. О некоторых факторах, связанных с формированием поверхностного лоскута роговицы во время операции LASIK// Биомеханика глаза: Семинар, 3-й: Сб. тр.– М., 2002.– С. 60–62
3. Карамян А. А., Гаджиева Д. З., Бубнова И. А. Особенности биомеханики роговицы при формировании поверхностного лоскута при поведении LASIK// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2005: Сб. науч. Статей/ ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза». – М., 2005. С. 373–377.
4. Коновалов М. Е., Милова С. В. Возможности кераторефракционной хирургии при сверхвысокой миопии (предварительное сообщение) // Научно-практ. конф. «Федоровские чтения – 2002»: Тез. докл.– М., 2002.– С. 205–207.
5. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория упругости. – М., 1987.– 246 с.
6. Першин К. Б., Пашинова Н. Ф., Азербайев Т. Э., Баталина Л. В. Клинико-функциональные отдаленные результаты ЛАЗИК // Научно-практ. конф. «Федоровские чтения–2002»: Тез. докл.– М., 2002.– С. 268–271.
7. 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):438–45
8. Erie JC, Patel SV, McLaren JW, Hodge DO, Bourne WM. Corneal keratocyte deficits after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *J. Ophthalmol.* 2006 May; 141(5):799–809.
9. Flanagan GW, Binder PS. Precision of flap measurements for laser in situ keratomileusis in 4428 eyes. *J. Refract Surg.* 2003 Mar–Apr; 19(2):113–23.
10. Kohnen T, Bühren J, Kuhne C, Mirshahi A. Wavefront-guided LASIK with the Zyoptix 3.1 system for the correction of myopia and compound myopic astigmatism with 1-year followup: clinical outcome and change in higher order aberrations. *Ophthalmology.* 2004; 111: 2175–2185.
11. Manoylo T., Parkhomenko G. Induction of corneal HOAs after myopic lasik with the Esirisork-cam aspherical profile. Abstract, XXVI Congress of the ESCRS, 2008; p.100.
12. Netto MV, Dupps W Jr, Wilson SE. Wavefront-guided ablation: evidence for efficacy compared to traditional ablation. *Am. J. Ophthalmol.* 2006 Feb; 141(2):360–368
13. Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI. Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg.*– 2001.– Nov; 27(11):1796
14. Roberts CW, Koester CJ. Optical zone diameters for photorefractive corneal surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993 Jun; 34(7):2275–81.
15. Roberts C. Biomechanics of the cornea and wavefront guided laser refractive surgery// *J. Refract. Surg.*– 2002.– Vol. 18 (suppl).– S584–592.
16. Stonecipher KG, Dishler JG, Ignacio TS, Binder PS. Transient light sensitivity after femtosecond laser flap creation: clinical findings and management. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006 Jan; 32(1):91

## ВІДДАЛЕНІ РЕЗУЛЬТАТИ ЛАСИК ПРИ МІОПІЇ: АСФЕРИЧНА АБЛЯЦІЯ РОГІВКИ + ТОНКИЙ КЛАПОТЬ

*Пархоменко Г. Я., Манойло Т. В., Коваленко Л. М.*  
*Київ, Дніпропетровськ, Україна*

Проаналізовані результати ретроспективного дослідження застосування ЛАСИК з асферичною абляцією і тонким клаптом для корекції міопії високого ступеню у 296 пацієнтів (566 очей).

Оцінка клінічних результатів показала високі і стабільні результати показників рефракцій, індексу безпеки і ефективності, зменшення індукції сферичних аберацій впродовж всього періоду спостереження (24 місяці).

## REMOTE RESULTS OF LASIK IN MYOPIA: ASPHERICAL ABLATION OF THE CORNEA PLUS THIN FLAP

*Parkhomenko G. Ya., Manoylo T. V., Kovalenko L. N.*  
*Kyiv, Dnepropetrovsk, Ukraine*

This retrospective study enrolled 296 myopic patients (566 eyes). Who underwent thin flap Lasik with aspherical ablation. Predictability, efficacy, safety index and refraction stability were analyzed after 24 months. Evaluation of clinical results showed that thin flap Lasik for the correction of myopia was effective, safe and predictable in 24 months of follow-up.