

**Блинкова Е.С., Солодкова Е.Г.**  
Волгоградский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза»  
им. акад. С.Н. Федорова», г. Волгоград  
E-mail: mntk@isee.ru

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ И СТАНДАРТНОЙ АБЛЯЦИИ НА УРОВЕНЬ АБЕРРАЦИЙ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА ПОСЛЕ МИОПИЧЕСКОГО ЛАЗИК**

Проведены исследования аббераций высокого порядка в фотопических и скотопических условиях по результатам 82 билатеральных операций ЛАЗИК на эксимерном лазере Schwind Amaris (Германия) у 41 пациента с миопией. После ЛАЗИК уровень аббераций высокого порядка в оптической зоне роговицы (4 мм) в фотопических условиях не увеличивается. Для оптической зоны, соответствующей скотопическим условиям, характерно после ЛАЗИК увеличение уровня аббераций высокого порядка. При расчете оптической зоны необходимо учитывать размер зрачка в скотопических условиях. ЛАЗИК по данным роговичного волнового фронта позволяет получить большую эффективную оптическую зону, что способствует снижению риска возникновения побочных скотопических эффектов для пациентов с широкими зрачками.

**Ключевые слова:** миопия, ЛАЗИК, оптическая зона роговицы, зрачок, абберации высокого порядка.

### **Актуальность**

На современном этапе развития кераторефракционной хирургии, помимо основного требования к результату коррекции зрения по методике ЛАЗИК в виде получения запланированной, как правило, эметропии и полного достижения дооперационного уровня максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), большое значение уделяется качеству полученного после операции пациентами зрения [1,3,7]. Исследователями было отмечено, что выполнение миопического ЛАЗИК с асферическим профилем абляции с радиальной компенсацией и учетом данных роговичного волнового фронта, способствует расширению эффективной оптической зоны роговицы и снижает уровень аббераций высокого порядка. Снижение уровня аббераций высокого порядка повышает качество полученного после операции зрения: уменьшается количество побочных оптических эффектов в сумеречное и ночное время суток [2,4,5,6].

### **Цель работы**

Проанализировать изменение уровня аббераций высокого порядка в оптических зонах роговицы при фотопических и скотопических условиях после различных методик ЛАЗИК.

### **Материалы и методы**

Проведено сравнительное исследование по результатам 82 билатеральных операций ЛАЗИК на эксимерном лазере Schwind Amaris (Гер-

мания), выполненных у 41 пациента с миопией в Клинике Волгоградского филиала ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза». Формирование роговичного лоскута осуществлялось с помощью микрокератома MORIA M2 (Франция) с применением головок SU90. Сроки послеоперационного наблюдения составили 3 мес. Критерием включения в исследование являлось достижение целевой эметропической рефракции и некорректированной остроты зрения (НКОЗ) после операции не менее МКОЗ до операции. Пациенты были разделены на 2 группы по степени миопии и по характеру выполнения миопического ЛАЗИК – с учетом (CF) или без учета (AF) данных роговичного волнового фронта. В 1 группу вошли 31 пациент с миопией слабой степени. Средний возраст составил  $26 \pm 1,2$  лет. Во 2 группу – 51 пациент с миопией средней степени. Средний возраст –  $25 \pm 0,83$  лет. В 1 группе миопический ЛАЗИК AF был проведен в 13 случаях, с учетом CF – 18 случаев; во 2-й группе – с учетом CF – 21 и AF – 30 случаев.

Всем пациентам проводилось расширенное офтальмологическое обследование, включающее, помимо стандартных методов, определение диаметра зрачка в скотопических условиях исследование общего уровня аббераций высокого порядка (Wave ab), сферической абберации (Sph ab) и комы (Coma) по данным общего волнового фронта (OF) и по данным роговичного волнового фронта (CF) (Ocular Wavefront Analyzer, Keratron Scant Optikon 2000). Определение уровня аббераций высокого порядка проводилось в

двух видах оптических зон: оптической зоне диаметром 4 мм, соответствующей диаметру зрачка в фотопических условиях, и в зоне роговицы, соответствующей размеру зрачка в скотопических условиях (OZR), рассчитанной по формуле, предложенной в Волгоградском филиале ФГБУ МНТК «Микрохирургия глаза»:  $OZR = Dзр \times ПЗР / (ПЗР - ПК)$ , где

OZR – диаметр оптической зоны роговицы, Dзр – диаметр зрачка в скотопических условиях, ПЗР – переднезадний размер глазного яблока, ПК – глубина передней камеры

Анализ результатов проводился по трем видам оптических зон: OZ - зона, рассчитанная хирургом до операции; OZR – необходимая зона для ночного зрения; EОZ – кератотопографический диаметр эффективной оптической зоны роговицы с отклонением от рефракции в центре в пределах 0,5 Дптр после операции ЛАЗИК. При проведении расчета хирургического вмешательства, для профилактики побочных световых эффектов, расчетная оптическая зона (OZ), определяемая хирургом, использовалась большей либо равной OZR.

### Результаты

Исходное значение сферэквивалента миопической рефракции в первой группе составило  $-2,02 \pm 0,16$  дптр и во второй группе –  $4,4 \pm 0,13$  дптр. Диаметр зрачка в скотопических условиях: в 1-й группе –  $5,81 \pm 0,25$  мм, во 2-й группе –  $5,6 \pm 0,1$  мм. Различие между средними значениями диаметра зрачка в первой и во второй группах статистически недостоверно ( $t=0,8$ ;  $P<0,05$ ).

При увеличении степени миопии отмечалось достоверное уменьшение OZ ( $P<0,05$ ). Это

было связано с необходимостью минимизации глубины абляции и сохранения безопасной толщины роговицы (табл.1).

Наряду с этим, программное обеспечение эксимерлазерной установки обеспечивает компенсацию, выражающуюся в увеличении так называемой «транс-зоны» и соответствующем увеличении общей зоны абляции. Значение общей зоны абляции составило в 1-й и 2-й группах  $7,37 \pm 0,15$  мм и  $7,48 \pm 0,05$  мм соответственно, и во всех случаях превосходило OZR. Различие между средними значениями общей зоны абляции в первой и второй группах статистически недостоверно ( $t=0,7$ ;  $P>0,05$ ).

У пациентов с миопией слабой степени диаметр EОZ, при проведении ЛАЗИК АF, был достоверно меньше, чем размер OZ. При проведении ЛАЗИК СF отмечено достоверное расширение диаметра EОZ ( $P<0,05$ ).

У пациентов с миопией средней степени диаметр EОZ был достоверно меньше значений диаметров OZ и OZR ( $P<0,05$ ). Во 2-й группе диаметр EОZ при проведении ЛАЗИК СF был также достоверно больше, чем диаметр EОZ при проведении ЛАЗИК АF (табл.1).

Диаметр OZR, рассчитанный в зависимости от переднезаднего размера глаза и диаметра зрачка в скотопических условиях, при проведении ЛАЗИК СF был также достоверно больше, чем при ЛАЗИК АF ( $t=2,0$ ;  $P<0,05$ ).

После проведения операций ЛАЗИК общий уровень абраций высокого порядка (Wave ab) в OZR у пациентов с миопией средней степени имел достоверное увеличение, тогда как в зоне 4 мм уровень Wave ab – либо не изменился, либо снизился (уменьшился досто-

Таблица 1. Средние значения оптических зон роговицы после ЛАЗИК у пациентов с миопией слабой и средней степени

Исследуемые оптические зоны роговицы	1 группа - пациенты с миопией слабой степени		2 группа - пациенты с миопией средней степени	
	AF n=13 (M±m)	CF n=18 (M±m)	AF n=30 (M±m)	CF n=21 (M±m)
OZ	6,67± 0,04	6,71±0,05	6,56±0,01	6,6±0,05
OZR	6,57±0,24*	7,12±0,18**	6,4±0,15	6,8±0,14
EОZ	6,38±0,08*	7,21±0,22**	5,92±0,13*	6,35±0,15**

Различие между средними значениями, отмеченные знаками \* и \*\* статистически достоверно ( $P < 0,05$ )

верно после ЛАЗИК АФ в первой группе и после ЛАЗИК СФ во второй группе) (табл.2).

При анализе данных СФ у пациентов с миопией средней степени отмечались достоверные изменения аберраций Сомы после ЛАЗИК АФ в ОZR. По данным ОФ увеличение аберраций Сомы в ОZR отмечались при миопии слабой степени после ЛАЗИК АФ и ЛАЗИК СФ, а также после ЛАЗИК СФ при миопии средней степени (табл.3).

В таблице 3 достоверные различия имеются между значениями аберрации Сомы в 4 мм оптической зоне после ЛАЗИК АФ по данным ОФ и СФ при миопии слабой степени. При этом изменение общего уровня аберраций во всех группах было минимальным.

В ОZR отмечено увеличение Sph ab по данным СФ и ОФ (кроме ЛАЗИК СФ в 1 группе по данным ОФ). Статистически достоверным увеличение Sph ab отмечено после ЛАЗИК АФ в первой группе и после ЛАЗИК АФ и ЛАЗИК СФ во второй группе.

В оптической зоне 4 мм получено достоверное увеличение уровня Sph ab по данным ОФ после ЛАЗИК СФ во второй группе (табл.4).

### Обсуждение

Исходно по данным СФ в ОZR имеется увеличение общего уровня аберраций высокого порядка, аберраций Сомы и Sph ab по сравнению с 4 мм зоной. При этом по данным ОФ этой разницы не прослеживается, что можно объяснить компенсацией перечисленных аберраций за счет адаптационных механизмов, присущих внутренним структурам оптической системы глаза.

Проведение ЛАЗИК по данным СФ с асферическим профилем абляции и радиальной компенсацией способствует расширению ЕОZ, по сравнению со стандартной методикой.

После проведения миопического ЛАЗИК по данным роговичного фронта отмечено увеличение уровня Sph ab и общего уровня аберраций высокого порядка в оптической зоне ро-

Таблица 2. Изменение Wave ab в различных зонах у пациентов после ЛАЗИК

Исследуемые оптические зоны	1 группа		2 группа	
	AF n=13 (M±m)	CF n=18 (M±m)	AF n=30 (M±m)	CF n=21 (M±m)
OZR	0,68±0,15	1,2±0,25	0,56±0,04*	0,88±0,1*
	1,01±0,23	1,4±0,43	1,68±0,23**	1,98±0,38**
4 мм зона	0,12±0,02*	0,13±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01*
	0,02±0,01**	0,1±0,02	0,1±0,02	0,08±0,01**

Примечание: верхние цифры в вертикальных столбцах соответствуют показателям до операции, нижние – после операции. Различие между средними значениями, отмеченные знаками \* и \*\* статистически достоверно (P < 0,05).

Таблица 3. Средние значения аберраций Сомы в различных зонах в результате коррекции ЛАЗИК в группах по данным СФ и ОФ

Виды аберраций		Coma CF (M±m)		Coma OF (M±m)	
		OZR	4 мм зона	OZR	4 мм зона
1 группа	AF n=13	0,2±0,016	0,12±0,02*	-0,07±0,012*	-0,131±0,01*
		0,138±0,04	0,05±0,03**	-0,11±0,02**	-0,1±0,012*
	CF n=18	0,23±0,02	0,13±0,01	-0,09±0,02*	-0,09±0,01*
		0,24±0,04	0,1±0,02	-0,15±0,02**	-0,17±0,019**
2 группа	AF n=30	0,17±0,03*	0,12±0,018	-0,12±0,03	-0,1±0,022
		0,35±0,05**	0,15±0,01	-0,15±0,05	-0,11±0,02
	CF n=21	0,15±0,02*	0,128±0,02	-0,08±0,01*	-0,12±0,02
		0,2±0,01**	0,1±0,01	-0,17±0,02**	-0,12±0,017

Примечание: верхние цифры в вертикальных столбцах соответствуют показателям до операции, нижние – после операции. Различие между средними значениями, отмеченные знаками \* и \*\* статистически достоверно (P < 0,05).

Таблица 4. Изменение Sph ab в различных зонах в результате коррекции ЛАЗИК в группах по данным CF и OF

Виды аберраций		Sph ab CF (M±m)		Sph ab OF (M±m)	
		OZR	4 мм зона	OZR	4 мм зона
1 группа	AF n=13	0,16±0,02*	0,07±0,017	-0,006±0,03*	-0,085±0,02
		0,27±0,04**	0,054±0,003	-0,09±0,032**	-0,008±0,037
	CF n=18	0,25±0,02	0,1±0,005*	-0,07±0,027	-0,005±0,015*
		0,38±0,07	0,06±0,01**	-0,04±0,05	0,058±0,03**
2 группа	AF n=30	0,16±0,01*	0,06±0,006*	-0,08±0,03*	-0,02±0,013
		0,53±0,06**	0,09±0,01**	-0,21±0,04**	0,13±0,09
	CF n=21	0,22±0,017*	0,1±0,002	-0,017±0,017	0,017±0,022*
		0,63±0,01**	0,084±0,01	-0,07±0,03	0,084±0,012**

Примечание: верхние цифры в вертикальных столбцах соответствуют показателям до операции, нижние – после операции. Различие между средними значениями, отмеченные знаками \* и \*\* статистически достоверно (P < 0,05).

роговицы, соответствующей скотопическим условиям. Для зоны роговицы, соответствующей фотопическим условиям, характерны стабильность или незначительное уменьшение уровня аберраций высокого порядка.

При анализе изменении уровня аберраций по данным общего волнового фронта в 4 мм зоне не выявлено значимых отклонений, имелось достоверное увеличение аберрации С<sub>04</sub> в группе с миопией слабой степени по данным CF и Sph Ab в группе с миопией средней степени по данным CF.

### Заключение

Проведение ЛАЗИК в оптической зоне роговицы, соответствующей зрачку в фотопичес-

ких условиях сохраняет уровень аберраций высокого порядка в минимальных значениях.

В оптической зоне роговицы, соответствующей зрачку в скотопических условиях после ЛАЗИК происходит прогрессивное увеличение аберраций.

При проведении ЛАЗИК необходимо учитывать величину зрачков в скотопических условиях.

Для пациентов с широкими зрачками рекомендуется проводить ЛАЗИК по данным роговичного волнового фронта, т. к. позволяет получить большую эффективную оптическую зону, что является необходимым для снижения риска возникновения побочных скотопических эффектов.

12.03.2013

### Список литературы:

1. Корниловский И.М., Шишкин М.М., Карпов В.Е. Побочные оптические эффекты в фоторефракционной и катарактальной хирургии // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2009. – С. 222-333.
2. Arba-Mosquera I S., Hollerbach L. T. Ablation Resolution in Laser Corneal Refractive Surgery: The Dual Fluence Concept of the AMARIS Platform. Advances in Optical Technologies.– 2010, Article ID 538541, 13 p.– doi:10.1155/2010/538541.
3. Bühren J., Kuhne C., Kohnen T. Influence of pupil and optical zone diameter on higher-order aberrations after wavefront-guided myopic LASIK// J. Cataract. Refract. Surg. – 2005. – Vol. 31. – P. 2272-2280.
4. Gatinel D., Malet J., Hoang -Xuan T., Azar D.T. Analysis of Customized Corneal Ablations: Theoretical Limitations of Increasing Negative Asphericity // Invest. Ophthalmol.– 2002. – Vol. 43 (4). – P. 941-948.
5. Holladay J. T., Janes J.A. Topographic changes in corneal asphericity and effective optical zone after laser in situ keratomileusis// J. Cataract Refract. Surg. 2002. – Vol. 28 (6). – P. 942-947.
6. Nader N. Aspheric treatments reduce spherical aberration after cataract, refractive surgery// Refractive surgery Ocular surgery news U.S. Edition June 15, 2005 www.osnsupersite.com.
7. Shallhorn S.C., Kapp S.E., Janzer D., Tidwell J., Bbourque L. Pupil size and quality of vision after LASIK// Ophthalmol.– 2003. – Vol. 110(8) – P. 1606-1614.

Сведения об авторах:

**Блинкова Елена Станиславовна**, врач-офтальмолог офтальмологического отделения коррекции аномалий рефракции

**Солодкова Елена Геннадьевна**, врач-офтальмолог офтальмологического отделения коррекции аномалий рефракции