

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 aberrаций 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 aberrаций высокого порядка в оптической зоне роговицы (4 мм) в фотопических условиях не увеличивается. Для оптической зоны, соответствующей скотопическим условиям, характерно после ЛАЗИК увеличение уровня aberrаций 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, aberrации 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 aberrаций высокого порядка. Снижение уровня aberrаций 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 aberrаций 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 aberrаций высокого порядка (Wave ab), сферической aberrации (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 aberrаций 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	
	АФ n=13 (M±m)	СФ n=18 (M±m)	АФ n=30 (M±m)	СФ n=21 (M±m)
ОZR	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)	
		ОZR	4 мм зона	ОZR	4 мм зона
1 группа	АФ 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*
	СФ 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	АФ 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
	СФ 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).

говицы, 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 С₀₄ 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