

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С МИОПИЕЙ ПОСЛЕ КЕРАТОРЕФРАКЦИОННОЙ ХИРУРГИИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Того Е.С.*^{1,2}, Бойко Э.В.^{1,2}, Качанов А.Б.^{1,2}, Титов А.В.¹

DOI: 10.25881/20728255_2025_20_4_S1_135

¹ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза»

им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России,
Санкт-Петербургский филиал, Санкт-Петербург

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России,
Санкт-Петербург

Резюме. Цель — изучить изменения пространственно-контрастной чувствительности (ПКЧ) у пациентов с миопией слабой и средней степени после проведения кераторефракционных вмешательств по методикам SMILE, FemtoLASIK и фоторефракционной кератэктомии (ФРК).

Материал и методы. Группу SMILE составили 36 пациентов (36 глаз) со сферической рефракцией $-3,6 \pm 1,6$ дптр, группу FemtoLASIK составили 34 пациента (34 глаза) со сферической рефракцией $-3,4 \pm 1,5$ дптр и группу ФРК — 36 пациентов (36 глаз) со сферической рефракцией $-3,6 \pm 1,5$ дптр. Для исследования пространственной контрастной чувствительности использовали программу для визоконтрастостометрии «Зебра» в версии 3.02 (Астроинформ СПЕ, Россия). Исследование проводили перед кераторефракционным вмешательством и через 1 месяц после.

Результаты. Анализ сравнения дооперационного уровня ПКЧ с данными через 1 месяц после кераторефракционного вмешательства, у пациентов группы «SMILE» выявил статистически значимое ее снижение в диапазоне 11,3 цикл/град ($p = 0,01$) и 16 цикл/град ($p = 0,005$), в группе «ФРК» снижение наблюдалось в диапазоне высоких частот 11,3 цикл/град ($p = 0,003$), 16 цикл/град ($p = 0,002$), в группе «FemtoLASIK» снижение ПКЧ не являются статистически значимыми ($p > 0,05$).

Заключение. Проведение FemtoLASIK позволяет сохранить контрастную чувствительность глаза в раннем послеоперационном периоде, т.е. не приводит к ее значимому снижению.

Ключевые слова: рефракционная хирургия, миопия, фемтолазер, пространственная контрастная чувствительность, Зебра.

Актуальность

Одной из тенденций в офтальмологии стал быстрый глобальный рост миопии [1]. Распространенность миопии превышает 28% во всем мире, есть прогнозы, что примерно половина населения мира, или пять миллиардов человек, будет иметь некоторую степень миопии к 2050 году [2]. Наряду с остротой зрения, не менее важным критерием оценки качества зрения является исследование пространственной контрастной чувствительности органа зрения [3].

Ряд исследователей отмечает изменения пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ) в области высоких пространственных частот у пациентов с миопией [4–6]. В частности, такие пациенты часто жалуются на трудности визуализации объектов при низкой освещен-

CHANGES SPATIAL CONTRAST SENSITIVITY OF THE EYE AFTER REFRACTIVE SURGERY IN PATIENTS WITH MYOPIA LOW AND MODERATE DEGREE

Togo E.S.*^{1,2}, Bojko E.V.^{1,2}, Kachanov A.B.^{1,2}, Titov A.V.¹

¹ St. Petersburg Branch S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution,
St. Petersburg

² Department of Ophthalmology Mechnikov North-West State Medical University,
St. Petersburg Russia

Abstract. Aim. The aim of the study is to compare changes in contrast sensitivity in patients with mild to moderate myopia after keratorefractive interventions using the SMILE, FemtoLASIK and PRK techniques.

Material and methods. The SMILE group consisted of 36 eyes with spherical refraction $-3,6 \pm 1,6$ dpt, the FemtoLASIK group consisted of 34 eyes with spherical refraction $-3,4 \pm 1,5$ dpt and the PRK group of 36 eyes with spherical refraction $-3,6 \pm 1,5$ dpt. The Zebra visiocontrastostometry program, version 3.02 (Astroinform SPE, Russia), was used to investigate spatial contrast sensitivity (CS). The study was performed before and 1 month after keratorefractive intervention.

Results. Analysis of the comparison between the preoperative CS level and the 1 month after keratorefractive intervention in SMILE group patients revealed a statistically significant CS decrease at high frequencies in the range 11,3 cycle/deg ($p = 0,01$) and 16 cycle/deg ($p = 0,005$), in PRK group patients revealed a statistically significant CS decrease at high frequencies in the range 11,3 cycle/deg ($p = 0,003$), 16 cycle/deg ($p = 0,002$). In the FemtoLASIK group changes in spatial CS were not statistically significant ($p > 0,05$).

Conclusion. FemtoLASIK allows us to preserve eye contrast sensitivity, i.e. does not lead to its significant decrease.

Keywords: refractive surgery, myopia, femtolasar, spatial contrast sensitivity, Zebra.

ности, повышенную ослепляемость, светорассеивание при взгляде на источники света, снижение контрастности изображения в помещениях с искусственным освещением и нестабильность зрения, что обусловлено снижением ПКЧ [7; 8]. Однако у пациентов с миопией, обращающихся за рефракционными операциями, исходное состояние ПКЧ, как правило, не оценивается, хотя эти данные могли бы способствовать планированию методики хирургического вмешательства на роговице с учётом индивидуальных особенностей ПКЧ [7].

Цель исследования

Изучить изменения пространственно-контрастной чувствительности (ПКЧ) у пациентов с миопией слабой и средней степени после проведения керато-

* e-mail: togoelena@gmail.com

рефракционных вмешательств по методикам SMILE, FemtoLASIK и фоторефракционной кератэктомии (ФРК).

Материалы и методы

Пациенты

В проспективное исследование было включено 106 пациентов (106 глаз) с миопией. Участвующие в исследовании пациенты были распределены на 3 группы в зависимости от выбранной методики кераторефракционного вмешательства. В первой группе (группа SMILE, 36 глаз) проводили рефракционное вмешательство по методике ReLEx SMILE. Во второй группе (группа FemtoLASIK, 34 глаза) рефракционное вмешательство проводили по методике FemtoLASIK. И третья группа – ФРК (36 глаз) – пациенты, которым проводилась лазерная коррекция зрения по технологии фоторефрактивной кератэктомии. Контролем служили показатели тех же пациентов перед проведением рефракционного вмешательства.

Критерии включения в исследование: миопия менее 6,25 дптр, роговичный астигматизм не более 2,0 дптр, стабильная рефракция на протяжении не менее 12 месяцев, толщина роговицы в центре не менее 500 мкм. Критерии исключения: ранее перенесенные операции на роговице, кератэктазия, миопия высокой степени, осевая миопия с длиной передне-задней оси более 26,5 мм, сопутствующая глазная патология.

Анализ пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ)

Кроме стандартных методов обследования, проводимых перед рефракционными операциями, всем пациентам проводили исследование пространственной контрастной чувствительности глаза с помощью компьютерной программы для визоконтрастометрии «Зебра» в версии 3.02 (Астроинформ СПЕ, Россия). Исследование проводили в мезопических условиях перед кераторефракционным вмешательством (в условиях полной коррекции) и после – через 1 месяц, при этом некорригированная острота зрения должна была составлять не менее 0,7. Пациенту предъявлялись вертикальные ахроматические (чёрно-белые) решётки определённой пространственной частоты (0,5; 0,7; 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11,3; 16 цикл/град). Низкими считались частоты от 0,5 до 2,8, средними от 4 до 8, высокими от 11,3 до 16 цикл/град.

Техника хирургического вмешательства

Пациентам группы лентикулярной хирургии выполнялась операция по технологии ReLEx SMILE на фемтосекундном лазере VisuMax (Carl Zeiss, Германия), пациентам группы FemtoLasik – по технологии FemtoLasik на лазерах VisuMax (Carl Zeiss, Германия) и MEL-80 (Carl Zeiss, Германия), пациентам третьей группы (ФРК) – по технологии фоторефрактивной кератэктомии на лазере MEL-80 (Carl Zeiss, Германия). Все вмешательства выполнялись одним хирургом.

Табл. 1. Предоперационные показатели пациентов

Показатель	Группа		
	SMILE n = 36	FemtoLASIK n = 34	ФРК n = 36
Мужчины / женщины	17 / 19	17 / 17	20 / 16
Возраст, лет	23,4±4,8	25,3±6,4	26,0 ± 4,2

Примечание: $p > 0,05$.

Результаты и обсуждение

Демографические и общие параметры перед лечением представлены в таблице 1.

Сформированные при проведении исследования группы значимо не отличались друг от друга по сопоставляемым демографическим параметрам: в группах было сходное распределение по полу ($p = 0,3$) и возрасту ($p = 0,5$). Распределение в группах по степени миопии также значимо не отличалось: группа «SMILE» сферический компонент составил $-3,6 \pm 1,6$ дптр, в группе «FemtoLASIK» $-3,4 \pm 1,5$ дптр и группа «ФРК» $-3,6 \pm 1,5$ дптр ($p = 0,77$).

Динамика показателей ПКЧ после проведения кераторефракционных вмешательств

Через 1 месяц после операции, субъективно, пациенты были удовлетворены, прежде всего тем, что у них повысилось зрение без коррекции и отпала необходимость в ношении очков. Однако, несмотря на высокие показатели визометрии в раннем послеоперационном периоде (Табл. 2), пациенты предъявляли жалобы на снижение остроты зрения в сумерках, повышенную ослепляемость, увеличение рассеивания света от автомобильных фар. Поскольку, оценивая функциональное состояние органа зрения, врачи в первую очередь исследуют остроту зрения, забывая, что визометрия имеет ряд недостатков, прежде всего связанных с тем, что традиционная визометрия проводится при максимальном контрасте изображения опто типов, в то время как в реальной жизни глазу приходится работать в самых различных условиях освещенности объектов. Визометрия дает грубую информацию о том, как видит испытуемый самые мелкие объекты, но ничего не говорит о том, как видит испытуемый объекты, превышающие по размеру, а эти измерения крайне важны для диагностики многих заболеваний [3; 4].

Анализ полученных данных выявил, что через 1 месяц после проведения кераторефракционных вмешательств показатели ПКЧ в опытных группах отклоняются от дооперационных значений в сторону снижения на всем диапазоне пространственных частот (Табл. 3). Клинические наблюдения и данные экспериментальных исследований показывают, что после рефракционных операций, когда нет хирургических осложнений, контрастная чувствительность, особенно в мезопических условиях оказывается ниже, чем была до операции с коррекцией очками или контактными линзами [13].

На предоперационном этапе показатели ПКЧ в группах были сопоставимы $p > 0,05$ (Табл. 3).

Табл. 2. Показатели средних значений НКОЗ и МКОЗ в группах, М±m

Срок наблюдения	НКОЗ, отн ед			МКОЗ, отн ед		
	SMILE (n = 36)	Femto LASIK (n = 34)	ФРК (n = 36)	SMILE (n = 36)	Femto LASIK (n = 34)	ФРК (n = 36)
До операции	0,07±0,04	0,08±0,21	0,09±0,02	0,98±0,02	0,99±0,02	0,98±0,02
1 мес	0,98±0,02	0,99±0,02	0,84±0,19	0,98±0,02	0,99±0,02	0,90±0,32

Табл. 3. Показатель ПКЧ групп пациентов до и после операции, (М±m)

Цикл/ град	Группа					
	SMILE		FemtoLASIK		ФРК	
	36 глаз		34 глаза		36 глаз	
	До, дБ	После, дБ	До, дБ	После, дБ	До, дБ	После, дБ
0,5	12,3±2,4	8,2±2,1	11,6±2,2	8,7±2,3	13,2±3,0	10,2±2,8
0,7	14,4±3,2	10,3±3,3	15,3±4,1	10,4±4,6	15,1±2,6	11,2±3,3
1	19,1±3,5	16,1±2,2	17,4±2,6	14,3±3,2	20,2±4,1	16,4±2,1
1,4	22,2±2,3	17,5±5,2	20,1±3,3	17,6±5,3	21,5±3,2	19,0±5,3
2	24,2±2,5	22,8±5,4	23,6±3,8	22,4±4,3	23,1±2,7	22,0±2,6
2,8	24,5±2,5	22,3±5,6	23,1±3,2	22,3±3,5	24,5±3,1	23,7±3,2
4	27,2±4,4	25,6±7,1	26,9±2,7	23,3±5,6	27,1±4,5	24,3±6,2
5,6	25,1±5,3	21,9±6,4	23,6±4,8	20,2±5,4	24,4±3,5	20,3±6,3
8	19,8±5,3	17,4±5,3	21,2±3,6	21,0±3,6	21,2±4,2	19,5±6,7
11,3	17,0±5,2	11,1±5,2*	16,6±4,2	11,2±5,4	18,3±3,8	13,3±4,5*
16,0	10,6±2,3	6,0±2,1*	11,1±3,1	8,5±3,3	10,4±3,3	6,1±3,3*

Примечание: *p<0,05.

При сравнении показателей ПКЧ до и после операции, удалось получить статистически достоверные изменения (Табл. 3). У пациентов, прооперированных по технологии ReLEx SMILE, выявлено статистически значимое ее снижение в диапазоне высоких частот 11,3 цикл/град с 17,0 ±5,2 до 11,1 ±5,2 дБ (p = 0,01) и 16 цикл/град с 10,6 ±2,3 до 6,0 ±2,1 дБ (p = 0,005), в группе «ФРК» снижение наблюдались схожие изменения в диапазоне 11,3 цикл/град с 18,3 ±3,8 до 13,3 ±4,5 дБ (p = 0,003), 16 цикл/град с 10,4 ±3,3 до 6,1 ±3,3 дБ (p = 0,002).

В группе FemtoLASIK статистически достоверной разницы с дооперационными данными получить не удалось (p>0,05), что совпадает с данными проведенных ранее исследований [3]. Однако, в литературе также имеются сведения об увеличении ПКЧ в ранние сроки после ФРК, по сравнению с дооперационным уровнем [3; 4].

Из проведенных ранее исследований известно, что на сохранность зрительных функций в диапазоне высоких пространственных частот влияет прежде всего состояние оптики глаза (прозрачность преломляющих сред) [3; 6; 8; 9]. Несмотря на то, что в нашем исследовании, при послеоперационном осмотре роговица была прозрачной, тонкие, невидимые при биомикроскопии оптические неоднородности, могут снижать показатель ПКЧ и обуславливать ранее описанные жалобы пациентов. Снижение контрастного зрения является следствием образования шероховатой поверхности в зоне действия лазера – зона абляции и выкраивание лоскута. Часть светового потока диф-

фузно рассеивается на шероховатостях, в результате чего рассеянное излучение складывается с прямо прошедшим излучением, что приводит к уменьшению контрастности тест-объекта на сетчатке и это может влиять на качество зрения особенно при условиях низкого освещения [10].

Технология ReLEx SMILE исключает разделение светового потока на уровне лоскута, но механический разрыв тканевых мостиков приводит к возникновению шероховатости стромального ложа. Имеются исследования, которые показывают, что после операции SMILE уровни контрастной чувствительности через полгода или год после операции не показывали значительного снижения контрастной чувствительности зрения [11; 12].

Факторами, лимитирующими данное исследование, является непродолжительный период наблюдения, тем не менее результаты позволяют сделать предварительные выводы об изменениях ПКЧ в раннем послеоперационном периоде. Увеличение выборки и расширение сроков наблюдения в дальнейшем позволят более детально оценить возможные изменения контрастной чувствительности после кераторефракционных операций у пациентов с миопией.

Выводы

При оценке показателей ПКЧ через 1 месяц после кераторефракционной хирургии было выявлено, что все три вида кераторефракционного вмешательства приводят к снижению ПКЧ органа зрения, однако технология FemtoLASIK в большей степени позволяет сохранить ПКЧ по сравнению с технологиями ФРК и SMILE.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Foster PJ, Jiang Y Epidemiology of myopia. Eye (Lond) 2014;28(2):2-02–208.
2. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. Ophthalmology. 2016;123(5):1036–1042.
3. Эскина Э.Н., Шамшинова А.М., Белозеров А.Е. Контрастная чувствительность при различных аномалиях рефракции до и после фоторефракционной кератэктомии // Клиническая офтальмология. – 2001. – Т. 2, №2. – С. 75-79. Eskina E.N., Shamshinova A.M., Belozеров A.E. Contrast sensitivity in various refractive errors before and after photorefractive keratectomy // Clinical ophthalmology. – 2001. – Vol. 2, No. 2. – Pp. 75-79.
4. Бейсенбаева Б.С., Тулетова А.С. Показатели контрастной чувствительности глаз у студентов. Федоровские чтения: Сб. тезисов. М., 2011. С. 218. Beisenbayeva B.S., Tuletova A.S. Indicators of contrast sensitivity of eyes in students. Fedorov Readings: Collection of Abstracts. Moscow, 2011, p. 218.

Того Е.С., Бойко Э.В., Качанов А.Б., Титов А.В.

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С МИОПИЕЙ ПОСЛЕ КЕРАТОРЕФРАКЦИОННОЙ ХИРУРГИИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

5. Коскин С. А., Бойко Э. В., Соболев А. Ф., Шелепин Ю. Е. Механизмы распознавания контурных «исчезающих» опто типов // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2005. Т. 91. № 10. С. 1080–1090. Koskin S. A., Boyko E. V., Sobolev A. F., and Shelepin Yu. E. Mechanisms of Recognition of Contour “Disappearing” Optotypes // Russian Physiological Journal named after I. M. Sechenov. 2005. V. 91. No. 10. P. 1080–1090.
6. Коскин С. А., Шелепин Ю. Е. Визоконтрастометрия // Современная офтальмология /Под ред. В. Ф. Даниличева. СПб.: Изд-во «Питер». 2000. Гл. 5. С. 195–209. Koskin S. A., Shelepin Yu. E. Vizokontラストメトリーヤ // Modern Ophthalmology / Ed. V. F. Danilichev. SPb.: Publishing House “Peter”. 2000. Chapter 5. Pp. 195–209.
7. Татанова О.Ю., Сорокин Е.Л., Исследование исходного состояния пространственной контрастной чувствительности у пациентов с миопической рефракцией перед планированием фоторефракционных операций. // Практическая медицина -2018, №3- с 171-173. Tatanova O.Yu., Sorokin E.L., Research of the initial state of spatial contrast sensitivity in patients with myopic refraction before planning photorefractive surgeries. // Practical medicine -2018, No. 3- p. 171-173. 8. Pershin K.B., Ovechkin I.G., Pashinova N.
8. Першин К.Б., Овечкин И.Г., Пашинова Н.Ф. и др. Профессиональные критерии восстановления зрения после фоторефракционных операций, Труды международного симпозиума «Близорукость, нарушения рефракции и глазодвигательного аппарата» – М.,-2001, – С.255-256. Pershin K.B., Ovechkin I.G., Pashinova N.F. et al. Professional criteria for restoring vision after photorefractive surgery, Proceedings of the International Symposium “Myopia, Refractive and Oculomotor Disorders” – Moscow, 2001, pp. 255-256.
9. Першин К.Б., Овечкин И.Г., Прокофьев А.Б. и др. Динамика частотно-контрастных характеристик зрительной системы после проведения фоторефракционной кератэктомии при близорукости слабых степеней. // Теоретические и клинические исследования как основа медикаментозного и хирургического лечения травм органа зрения. Тезисы докладов научно- практической конференции. – М. – 2000 – С. 172. Pershin K.B., Ovechkin I.G., Prokofiev A.B. et al. Dynamics of frequency-contrast characteristics of the visual system after performing photorefractive keratectomy in myopia of weak degrees. // Theoretical and clinical research as a basis for medical and surgical treatment of eye injuries. Abstracts of reports of the scientific and practical conference. – M. – 2000 – P. 172.
10. Семчишен А.В., Семиногов В.Н., Семчишен В.А Роль роговичных шероховатостей в контрастной чувствительности зрения после фоторефрактивных операций. Альманах клинической медицины -2008. С 150-154. Semchishen A.V., Seminogov V.N., Semchishen V.A. The role of corneal roughness in the contrast sensitivity of vision after photorefractive operations. Clinical Medicine Almanac, 2008, pp. 150-154
11. Sekundo W, Gertner J, Bertelmann T, Solomatin I. One-year refractive results, contrast sensitivity, high-order aberrations and complications after myopic small-incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2014 May;252(5):837-43.
12. Tan DK, Tay WT, Chan C, Tan DT, Mehta JS. Postoperative ocular higher-order aberrations and contrast sensitivity: femtosecond lenticule extraction versus pseudo small-incision lenticule extraction. J Cataract Refract Surg. 2015 Mar;41(3):623-34.