

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2020-3-46-49>  
УДК 617.713

## Сравнительный анализ изменений биомеханических свойств роговицы после FemtoLASIK и SMILE на примере однояйцевых близнецов

М.М. Бикбов, А.В. Гиззатов, Р.И. Хикматуллин  
ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ», Уфа

### РЕФЕРАТ

**Цель.** Провести сравнительный анализ изменений биомеханических свойств роговицы после FemtoLASIK и SMILE на примере однояйцевых близнецов.

**Материал и методы.** В исследовании участвовало 2 пациента (4 глаза) – однояйцевые близнецы. Обоим пациентам диагностирована миопия средней степени с астигматизмом. Пациенту S. проведена лазерная коррекция зрения по методу ReLEx SMILE, пациенту F. – эксимерлазерная коррекция с фемтосекундным формированием роговичного лоскута на установке Femto LDV Z 8.

**Результаты.** Параметры амплитуды деформации, пикового расстояния, радиуса вдавления и скорректированного ВГД у пациента S.

менее вариабельны, ближе к исходным значениям и имеют тенденцию к стабилизации, по сравнению с пациентом F. SMILE имеет более стабильные и предсказуемые показатели биомеханики роговицы по сравнению с FemtoLASIK.

**Заключение.** Согласно нашим исследованиям технология SMILE обеспечивает существенно лучшие послеоперационные показатели биомеханики роговицы, вероятно, из-за того, что отсутствует роговичный клапан и практически не повреждаются поверхностные слои, где прочность роговицы человека максимальна.

**Ключевые слова:** биомеханика роговицы, FemtoLASIK, SMILE, близнецы. ■

Точка зрения. Восток – Запад. 2020;3:46–49.

### ABSTRACT

## Comparative analysis of changes in the biomechanical properties of the cornea after FemtoLASIK and SMILE on the example of identical twins

M.M. Bikbov, A.V. Gizzatov, R.I. Khikmatullin  
Ufa Eye Research Institute, Ufa

**Purpose.** To conduct a comparative analysis of changes in the biomechanical properties of the cornea after FemtoLASIK and SMILE using the example of identical twins.

**Material and methods.** The study involved 2 patients (4 eyes) – identical twins. Both patients were diagnosed with moderate myopia with astigmatism. Patient S. underwent laser vision correction using the ReLExSMILE method, patient F. underwent excimer laser correction with femtosecond corneal flap formation using the Femto LDV Z8 device.

**Results.** The parameters of the deformation amplitude, peak distance, impression radius, and corrected IOP in patient S. are less variable, closer

to the initial values and tend to stabilize compared to patient F. SMILE has more stable and predictable indicators of corneal biomechanics compared to FemtoLASIK.

**Conclusion.** According to our research, SMILE technology provides significantly better postoperative indicators of corneal biomechanics, probably due to the fact that there is no corneal valve and practically no damage to the surface layers, where the strength of the human cornea is maximum.

**Key words:** corneal biomechanics, FemtoLASIK, SMILE, twins. ■

Point of View. East – West. 2020;3:46–49.

Сравнительный анализатор представляет собой сложную оптическую систему, в которой правильное преломление лучей роговицей и устойчивость ее к внешним воздействиям определяются в том числе ее структурными особенностями и биомеханическими свойствами. В данной работе приведены результаты изучения изменения биомеханических свойств роговицы после кераторефрак-

ционных вмешательств как одного из внешних факторов, снижающих вязкоэластичные свойства роговицы.

До недавнего времени единственным доступным устройством для оценки свойств роговицы был анализатор реакций глаза (ORA, Reichert, США). Дальнейшее развитие в этом направлении привело к появлению более совершенного оборудования [1].

Corvis® ST – бесконтактный тонометр, оснащенный функцией оптической пахиметрии. Прибор измеряет внутриглазное давление без контакта с глазом, применяя только воздушный поток. Во время воздушной аппланации встроенная высокоскоростная камера записывает движение глаза, делая более чем 4000 изображений в секунду. Высокоскоростная камера использует последовательность из 140 Шаймп-

флюг изображений роговицы, которая затем анализируется встроенным компьютером. Важную информацию дает амплитуда деформации, радиус изгиба во время максимальной деформации и пиковое расстояние аппланации.

Поддержание механической целостности предполагает стабильность кривизны роговицы и ее устойчивость к различным нагрузкам [2]. Нельзя исключить возможное влияние ВГД на показатели биомеханических свойств, поскольку механическому усилию противодействуют две близкие по своей направленности силы: ВГД и «упругость» роговицы [3].

В настоящее время возросло число ятрогенных кератэктазий после эксимерлазерной коррекции аметропий вследствие нарушения биомеханики роговицы [4, 5]. Широко применяемые в практике фоторефракционные операции эволюционировали от радиальной кератотомии до FemtoLASIK и, наконец, технологии SMILE, более щадящая технология которой заключается в вырезании внутри роговицы оптической линзы и последующей ее эвакуации.

Представилось целесообразным изучить изменения свойств роговицы в зависимости от техники кер-

торефракционной операции на сопоставимых пациентах.

## ЦЕЛЬ

Провести сравнительный анализ изменений биомеханических свойств роговицы после FemtoLASIK и SMILE на примере одноячецевых близнецов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовало 2 пациента (4 глаза) – одноячецевые близнецы. Обоим пациентам диагностирована миопия средней степени с астигматизмом. Пациенту S. проведена лазерная коррекция зрения по методу ReLEx SMILE на установке VisuMax, пациенту F. – эксимерлазерная коррекция с фемтосекундным формированием роговичного лоскута на установке Femto LDV Z 8. Диаметр лентиккулы и зона абляции составили 6,0 мм у обоих пациентов.

Было проведено полное офтальмологическое обследование, включающее авторефрактометрию, визометрию с коррекцией, биомикроскопию, офтальмоскопию, оптическую когерентную томогра-

фию (ОКТ). Были также проведены дополнительные методы исследования: сканирующая проекционная кератотопография на аппарате Pentacam (Oculus, Германия), бесконтактная пневмотонометрия, пахиметрия и измерение биомеханических свойств роговицы на аппарате Corvis ST (Oculus, Германия), фоторегистрация переднего сегмента глаза на цифровой фото-щелевой лампе DC-1 (Торсон, Япония).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты обследования обоих глаз сравниваемых пациентов до, через 1 день, 7 и 30 дней после операции представлены ниже в виде таблиц 1-2 и рисунков 1-4.

Амплитуда деформации (Deformation amplitude) отображает движение вершины роговицы по вертикали. Она состоит из суммы амплитуды отклонения роговицы и общего движения глаза. У пациента S. отмечались крайне незначительные изменения по сравнению с пациентом F.

Пиковое расстояние (Highest Concavity) описывает расстояние между двумя наивысшими точками роговицы во время вогнутой фазы деформации. Изменения расстоя-

Таблица 1

Пациент S. Данные кератометрии, биомеханических параметров OD по Pentacam и Corvis

Исследуемый параметр	Значение параметра до операции		Значение параметра через 1 день после операции		Значение параметра через 7 дней после операции		Значение параметра через 30 дней после операции	
	OD	OS	OD	OS	OD	OS	OD	OS
Кератометрия слабого меридиана K1, D	45,7	45,5	43,7	44,1	43,4	44,0	42,9	43,9
Кератометрия сильного меридиана K2, D	48,4	49,1	45,3	45,2	44,3	44,4	43,8	44,1
Астигматизм/ Astigmatism in the center, D	2,7	3,5	1,5	1,2	0,9	0,4	0,9	0,2
Пахиметрия на вершине / Pachyapex, D	564	556	532	517	465	452	467	449
Скорректированное ВГД / bIOP, mmHg	13,7	14,5	13,4	13,0	16,6	18,3	14,1	15,1
Амплитуда деформации / Deformation amplitude, mm	1,21	1,19	1,23	1,23	1,15	1,08	1,14	1,12
Пиковое расстояние / Highestconcavity, mm	5,07	5,01	5,26	5,29	5,21	5,07	5,21	5,02
Радиус вдавления / Radiusconcavity, mm	6,36	6,32	5,40	6,06	5,56	5,84	5,41	5,71

Таблица 2

## Пациент F. Данные кератометрии, биомеханических параметров OD по Pentacam и Corvis

Исследуемый параметр	Значение параметра до операции		Значение параметра через 1 день после операции		Значение параметра через 7 дней после операции		Значение параметра через 30 дней после операции	
	OD	OS	OD	OS	OD	OS	OD	OS
Кератометрия слабого меридиана K1, D	41,8	42,2	43,5	43,6	42,9	43,3	42,9	43,3
Кератометрия сильного меридиана K2, D	46,8	47,2	45,5	45,2	44,1	44,2	44,1	44,2
Астигматизм/ Astigmatism in the center, D	5,0	5,0	2,0	1,6	1,2	0,9	1,2	0,9
Пахиметрия на вершине / Pachyarex, D	572	14,6	585	13,5	527	18,9	524	24,3
Скорректированное ВГД / bIOP, mmHg	14,3	567	10,9	558	16,4	509	18,4	509
Амплитуда деформации / Deformation amplitude, mm	1,05	1,16	1,23	1,24	1,03	0,98	0,96	0,76
Пиковое расстояние / Highestconcavity, mm	4,97	5,07	5,24	5,23	4,8	4,72	4,61	4,3
Радиус вдавления / Radiusconcavity, mm	5,76	6,45	5,93	6,03	5,98	5,5	42,9	5,51

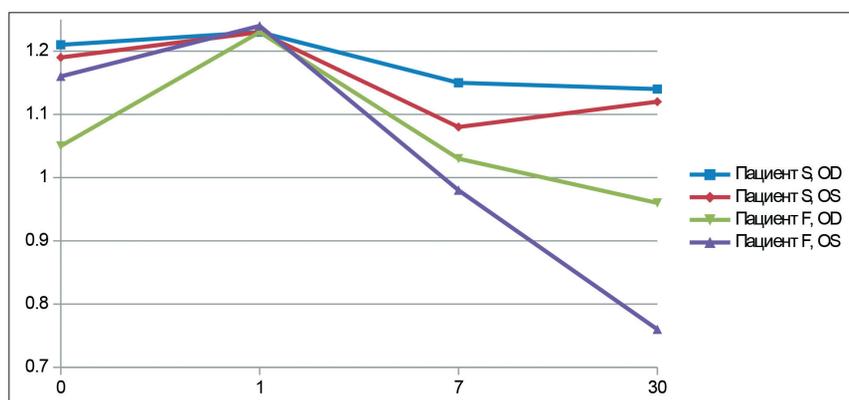


Рис. 1. Амплитуда деформации до операции, на 1-й, 7-й и 30-й день после операции у обоих пациентов, мм

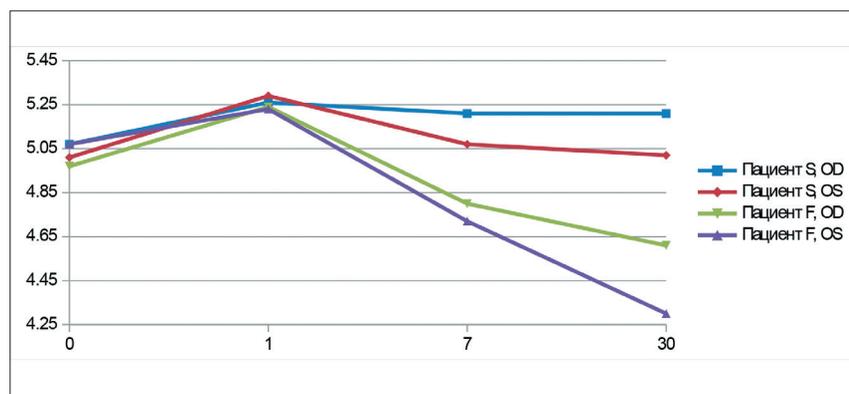


Рис. 2. Пиковое расстояние до операции, на 1-й, 7-й и 30-й день после операции у обоих пациентов, мм

ния у пациента S. практически нет, несмотря на то, что размер лентиклы и зона абляции сопоставимы.

Обратный вогнутый радиус (Inverse Concave Radius) – максимальное значение радиуса обратного изгиба во время вогнутой фазы деформации. Уменьшение этого параметра наблюдалось у обоих пациентов и в большей степени отражало изменение толщины роговицы и уровень ВГД в послеоперационном периоде.

Скорректированное ВГД (biomechanical corrected IOP) – ВГД, рассчитанное с учетом пахиметрии и биомеханических свойств роговицы. Стабилизация этого параметра наблюдается только у пациента S.

Исходя из представленных графиков 1-4, можно сказать, что параметры амплитуды деформации, пикового расстояния, радиуса вдавления и скорректированного ВГД у пациента S. менее вариабельны, ближе к исходным значениям и имеют тенденцию к стабилизации, по сравнению с таковыми у пациента F. Таким образом, SMILE имеет более стабильные и предсказуемые показатели биомеханики роговицы по сравнению с FemtoLASIK.

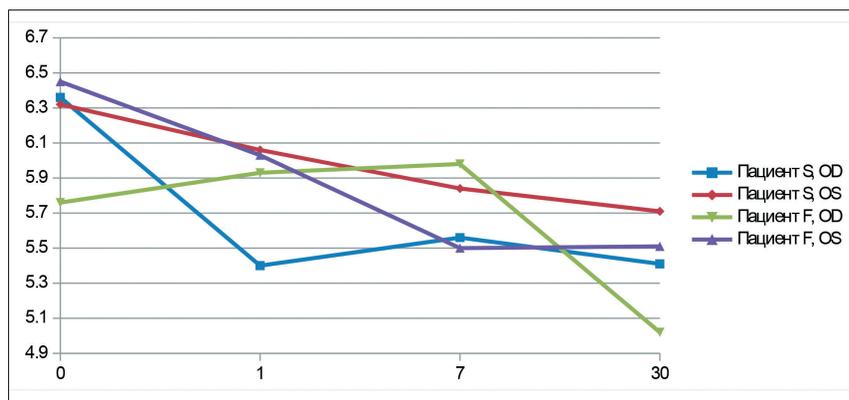


Рис. 3. Радиус вдавlenia до операции, на 1-й, 7-й и 30-й день после операции у обоих пациентов, мм

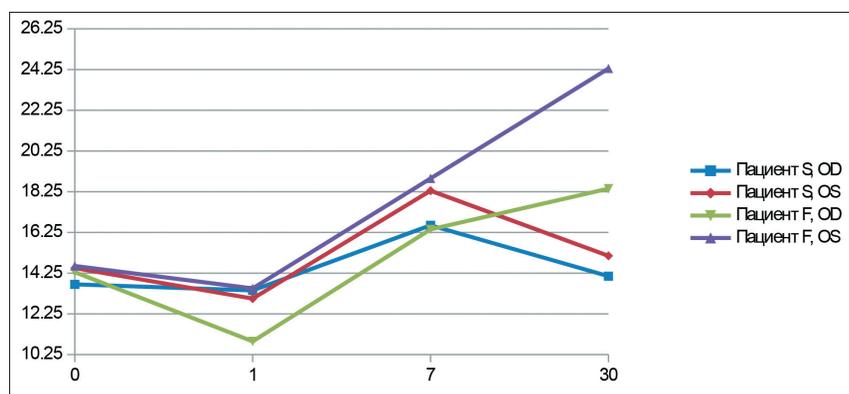


Рис. 4. Скорректированное ВГД до операции, на 1-й, 7-й и 30-й день после операции у обоих пациентов, мм рт. ст.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно нашим исследованиям, технология SMILE обеспечивает существенно лучшие послеопе-

рационные показатели биомеханики роговицы, вероятно, из-за того, что отсутствует роговичный клапан и практически не повреждаются поверхностные слои, где прочность роговицы человека максимальна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров С.Ю., Подгорная Н.Н., Рецикова В.С., и др. Исследование биомеханических свойств различных структур глаза: настоящее и перспективы. Офтальмология. 2015; 1: 8–14.
2. Rom ME, Keller WB, Meyer CJ, Meisler DM, Chern KC, Lowder CY, Secic M. Relationship between corneal edema and topography. CLAO J. 1995; 21 (3): 191-194.
3. Бубнова И.А. Теоретическое обоснование изменений кривизны роговицы после формирования роговичного лоскута при проведении интрастромальной кератэктомии. Вестник офтальмологии. 2005; 6: 31-33.
4. Seiler T, Quirke AW. Iatrogenic keratectasia after LASIK in a case of forme fruste keratoconus. J. Cataract Refract. Surg. 1998; 24 (7): 1007-1009.
5. Бикбов М.М., Бикбова Г.М. Эктазии роговицы (патогенез, патоморфология, клиника, диагностика, лечение). М.: Офтальмология; 2011, 168 с.