

УДК 612.844

Субфракционный состав слёзной жидкости после выполнения фемтосекундной рефракционной операции с малым разрезом по методу ReLex Smile. Сравнительное исследование

Куклева О.Ю.¹, Яковенко Е.Н.², Степанова М.А.¹, Давтян К.К.¹, Карганов М.Ю.², Эскина Э.Н.¹¹ ООО Клиника лазерной медицины «Сфера» профессора Эскиной Э.Н., 117628, Москва, ул. Старокачаловская д.10² ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», Москва, 125315, ул. Балтийская, д.8.

Цель исследования состояла в изучении особенностей реакции глазной поверхности и ткани роговицы на операцию по методу ReLex Smile по сравнению с другими типами рефракционной хирургии. **Материалы и методы.** В исследование были включены 65 пациентов (129 глаз) с миопией (в среднем $4,85 \pm 1,77D$): 16 (32 глаза) после операции фоторефракционной кератэктомии (ФРК; photorefractive keratectomy, PRK), 16 (32 глаза) после операций трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомии (Транс ФРК; transepithelial photorefractive keratectomy, Trans PRK), выполненных на эксимерном лазере Schwind Amaris (SCHWIND eye-tech-solutions) и 33 пациента (65 глаз) после операции по методу ReLex Smile (CZM VISUMAX). Смывы с глаз проводились во всех группах до операции, в первый день после операции, на 4-й день в группах PRK и Trans PRK, на 7-й день в группе ReLex Smile. Полученные смывы слезной жидкости (СЖ) были исследованы с помощью лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС). **Результаты.** В 1-й день после операции во всех группах наблюдался сдвиг спектра ЛКС в сторону увеличения содержания частиц среднего размера (100–600 нм). Были обнаружены различия в диапазоне средномолекулярных частиц (93–223 нм) между группой PRK и группой Trans PRK ($p < 0,05$), доля которых составила 17,2% и 5,2% соответственно. Процент высокомолекулярных частиц (600–2000 нм) в СЖ в группах PRK, Trans PRK и ReLex Smile составлял соответственно 3,1%, 6,0% и 1,8%. Через неделю после операции в группе ReLex Smile указанные параметры восстанавливались до уровня, близкого к исходному. В других группах в СЖ сохранялось повышенное содержание средномолекулярных частиц. **Выводы.** Можно полагать, что менее значительные и продолжительные изменения в составе СЖ в группе ReLex Smile связаны с меньшей травматизацией роговицы фемтосекундным лазером. Кроме того, малый размер вреза и быстрая его герметизация могут привести к ограничению выхода белковых фракций в СЖ и уменьшить выраженность изменений ее состава.

Ключевые слова: фемтосекундная ламеллярная экстракция, фоторефракционная кератэктомия, трансэпителиальная фоторефракционная кератэктомия, лазерная корреляционная спектроскопия, слёзная жидкость, интрастромальная лентикюла, роговица

Для цитирования: Куклева О.Ю., Яковенко Е.Н., Степанова М. А., Давтян К.К., Карганов М.Ю., Эскина Э.Н. Субфракционный состав слёзной жидкости после выполнения фемтосекундной рефракционной операции с малым разрезом по методу ReLex Smile. Сравнительное исследование. Патогенез. 2017; 15(1): 65–71.

Для корреспонденции: Куклева Ольга Юрьевна, врач-ординатор клиники лазерной медицины «Сфера», Москва, e-mail: olga.kukleva@sfe.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 08.02.2017

Subfractional composition of tear fluid after RLEX Smile femtosecond refractive surgery. Comparative study

Kukleva O.Yu.¹, Yakovenko E.N.², Stepanova M.A.¹, Davtyan K.K.¹, Karganov M.Yu.², Eskin E.N.¹¹ Laser surgery clinic «SPHERE», 10, Starokachalovskaja str., Moscow, Russia, 117628² The Institute of General Pathology and Pathophysiology, 8, Baltiyskaya st., Moscow, Russia, 125315

Purpose. Investigating the characteristics of the ocular surface and corneal tissue reaction after ReLEX Smile surgery by analyzing the subfractional composition of tear fluid using laser correlation spectroscopy and compared with other types of refractive corneal surgery. **Materials and methods.** The prospective research included 65 patients (129 eyes) with myopia (mean $4,85 \pm 1,77D$): 16 patients (32 eyes) after PRK surgery, 16 patients (32 eyes) after Trans PRK surgery, these operations were performed on the excimer laser Schwind Amaris (SCHWIND eye-tech-solutions), and 33 patients (65 eyes) after ReLEX Smile surgery, performed on the femto laser VISUMAX (CZM). The eye washout containing tear film was taken before, one day and within a week after surgery: on day of epithelization (day 4th) in PRK and Trans PRK groups and on 7th day for patients of the ReLex Smile group. Afterwards, the laser correlation spectroscopy (LCS) analysis of washout was performed and data

were compared, taking into account that degenerative processes are increasing low weight molecules proportions and cellular metabolism changes are increasing the proportion of moderate weight molecules. **Results.** On the 1st day after surgery, LCS in all groups shown a spectrum shift in middle-size fractions (100–600 nm), with a statistically significant difference ($p < 0.05$). We discovered the differences between PRK and Trans PRK in middle range particles (91–223 nm) — 17,2%, 5,2% accordingly, and in high weight range (600–2000 nm) for PRK, Trans PRK group and ReLex Smile — 3.1%, 6.0% and 1.8% accordingly. After 1 week, only in the ReLex Smile group, the overall picture of the spectrum is became almost the same as it was before surgery. In the other groups, we observed an increase of middle size particles. **Conclusions.** We consider a less tissue damage in ReLex SMILE group according to a shorter and less significant changes in tear film in this group. It associated with less traumatization of the cornea by a femtosecond laser. Also, a smaller size and faster sealing of the corneal incision could explain it. We assume that ReLex Smile has a less traumatic effect on the cornea than other investigated types of corneal laser refractive surgery.

Keywords: femtosecond lamellar extraction, intrastromal cornea lenticule, photorefractive keratectomy, transepithelial photorefractive keratectomy, laser correlation spectroscopy, tear fluid, cornea.

For citation: Kukleva O.Yu., Yakovenko E.N., Stepanova M.A., Davtyan K.K., Karganov M.Yu., Eskina E.N. Subfractional composition of tear fluid after RLEX Smile femtosecond refractive surgery. Comparative study. *Patogenez.* 2017; 15(1): 65–71 (In Russian).

For correspondence: Kukleva Olga Yurievna, resident physician at the «Sfera» Laser Medicine Clinic, Moscow, Russia, e-mail: olga.kukleva@sfe.ru

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 08.02.2017

Введение

Несмотря на то, что существуют различные консервативные методы коррекции аномалий рефракции (очки, контактные линзы и др.) все больше пациентов отдают предпочтение хирургическому лечению. Опрос пользующихся контактными линзами пациентов, проведенный Л.И. Балашевичем в 2009 г. показал, что 77% из них готовы прибегнуть к альтернативным методам коррекции, которые избавили бы их от необходимости носить линзы [1]. Высокие зрительные функции без очков и контактных линз, полученные с помощью рефракционной хирургии, улучшают качество жизни пациентов, а низкий процент осложнений у современных кераторефракционных операций, высокая предсказуемость результатов соответствуют требованиям современной медицины.

Роговичная рефракционная хирургия — быстро и успешно развивающаяся отрасль офтальмологии. В настоящее время лазерная коррекция является общепризнанным методом коррекции зрения. Применение фемтосекундных лазеров в рефракционной хирургии — революционное нововведение. Развитие фемтосекундных технологий привело к возможности создания интрастромальной лентикулы, которую можно удалить и в один этап исправить близорукость. Таким образом, устраняется необходимость добавочной абляции с помощью эксимерного лазера. Эта процедура получила название ReLex Smile (Refractive Lenticule Extraction; Small Incision Lenticule Extraction) — способ, при котором лентикула удаляется через небольшой надрез без необходимости создания лоскута. Первые опубликованные результаты проспективных исследований показали, что данный метод обладает рефракционной предсказуемостью и безопасностью [2–4]. Отмечена высокая удовлетворённость полученным эффектом у пациентов через 3 месяца после вмешательства. Преимущество данного метода заключается в том, что боуменова мембрана остаётся неизменной, сохраняя, таким образом, механическую прочность роговицы, что делает операцию менее травматичной [5]. Кроме того, этот метод практически не повреждает поверхностное нервное сплетение роговицы, что позволяет сохранить её чувствительность и минимизировать вероятность развития синдрома сухого глаза [6].

Цель исследования состояла в сопоставлении особенностей реакции глазной поверхности и ткани роговицы на операцию по методу ReLex Smile с другими методами рефракционной хирургии роговицы — фоторефракционной кератэктомией (ФРК; photorefractive keratectomy, PRK) и транsepителиальной фоторефракционной кератэктомией (Транс ФРК; transepithelial photorefractive keratectomy, Trans PRK). Поскольку дегенеративные процессы увеличивают процентное содержание низкомолекулярных частиц, а клеточные изменения метаболизма повышают содержание частиц среднего диаметра в слезной жидкости (СЖ), то степень травматичности сравнимых оперативных вмешательств оценивали по изменению спектра частиц в СЖ с помощью лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС) [7].

Материалы и методы

В исследовании участвовали 65 пациентов (129 глаз) с миопией (в среднем $4,85 \pm 1,77$ Д), из которых: 16 больных (32 глаза) после операции PRK, 16 пациентов (32 глаза) после операции Trans PRK выполненных на эксимерном лазере Schwind Amaris (SCHWIND eye-tech-solutions) и 33 пациента (65 глаз) после операции по методу ReLex Smile (CZM VISUMAX). Как видно из таблицы, исследованные группы мало различались по возрасту, степени миопии и срокам ношения или снятия мягких контактных линз (МКЛ). Пациенты находились на амбулаторном лечении в клинике «Сфера». У всех пациентов ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Биологический материал получен с согласия испытуемых.

Критериями включения в группы являлись:

1. Миопия любой степени;
2. Отсутствие сопутствующей соматической патологии;
3. Отсутствие сопутствующей офтальмопатологии;
4. Снятие МКЛ не менее, чем за 14 дней до проведения операции;
5. Отсутствие постоянного режима инстилляций, лекарственных средств не менее чем в течение 14 дней до операции.

Для оценки травматичности и эффективности оперативных вмешательств изучали субфракционный состав СЖ. Смывы с глаз проводились до, в первый день и в течение недели после операции: а именно, в группах PRK и Trans PRK в день эпителизации (4-й день) и на 7-й день для пациентов группы ReLex Smile. Затем данные смывы были исследованы с помощью лазерной корреляционной спектроскопии (ЛКС). В послеоперационном периоде в каждой группе проводилась противовоспалительная терапия по схеме (антибиотики, кортикостероиды) и репаративная, слезозаместительная терапия. Для группы ФРК и Транс ФРК: в первые 4 дня Офтаквикс и Таурин, затем Максидекс по нисходящей схеме и Хилогар-комод в течение 11 недель. Для группы ReLex Smile: 1–7 день Тобрадекс и Корнерегель, 8–14 день — Максидекс и Корнерегель; 15–21 день Корнерегель; с 22 дня и далее 1 месяц — Теалоз.

Операцию ReLex Smile проводили на фемтосекундном лазере VisuMax, Carl Zeiss Meditec. Длина излучаемой прибором волны 1043 нм, при длительностях импульса 220–580 фс. Размер пятна минимален и составляет 1 мкм, а время создания лоскута составляет 30 секунд. Возможная толщина лоскута варьируется от 80 микрон до 220 микрон. Ультракороткие импульсы дают возможность создавать высокую плотность мощности, порядка 1010 Вт/см² в фокусе оптической системы. Таким образом, они способны проводить высокоточное рассеечение биологических тканей без ее коллатерального повреждения. В облучаемой зоне возникает оптический пробой, лежащий в основе плазмо-индуцированной абляции и фотодеструкции. При этом вероятность термического повреждения ткани практически исключена за счёт ультракороткого импульса.

Операции PRK и Trans PRK проводились на эксимер-лазерной установке Schwind Amaris® 500E с длиной волны 193 нм и частотой импульсов 500 Гц и со специальным алгоритмом «летающего пятна». Воздействие эксимерного лазера на роговицу вызывает процесс фотоабляции. Суть явления заключается в разложении органических твердых тел фотонами и выбросе фрагментов этих тел при сверхзвуковых скоростях. В результате получается «вытравленный» фрагмент ткани со строго заданной геометрией, определенной световым пучком. Изменяется кривизна передней поверхности роговицы с целью ослабления или усиления преломляющей силы. Морфологическими механизмами, определяющими рефракционный эффект и зрительные функции после поверхностной абляции являются: нарушение регенерации эпителия и дифференцировки эпителиального пласта, разрушение межэпителиальных и эпителиально-стромальных связей, отек собственного вещества роговицы, изменение состава экстрацеллюлярного матрикса роговицы, дезориентация

коллагеновых волокон, нарушение функции заднего эпителия роговицы. Отличия методик Trans PRK и PRK заключаются в следующем: при проведении Trans PRK эпителий удаляется одномоментно, при этом нет необходимости в хирургическом инструментарии (как при PRK, где эпителий удаляется скарификатором); зона абляции соответствует зоне эрозии и имеет гладкий край [8]; уменьшение травматизации роговицы [9]; меньший дискомфорт во время и после процедуры [10]; ускорение заживления [11] и полного послеоперационного восстановления до 2–3 недель [12].

У обследуемых проводились смывы с глаз 0,9% раствором хлорида натрия объемом 0,4–0,5 мл. Полученный материал помещали в пробирки типа «Эппендорф». Образцы были заморожены при температуре –20°C на срок не более 5 суток. Непосредственно перед регистрацией спектра СЖ размораживали и центрифугировали 15 минут при 3000 об./мин для получения прозрачного супернатанта. Для изучения субфракционного состава СЖ сравнимых групп использован лазерный корреляционный спектрометр ЛКС-03-«ИНТОКС» [7]. С помощью этого метода оценивали в СЖ распределение частиц по размерам, средние значения вклада частиц в светорассеяние в низко- и среднемoleкулярном диапазоне. Низкомoleкулярные биосубстраты белковой природы (около 120 нм) содержат преимущественно альбумины и глобулины, а среднемoleкулярные (120–600 нм) — гликопротеиновые комплексы, высокомолекулярные (600–2000 нм) — иммунные комплексы [7]. Затем было проведено сопоставление с полученными нами ранее данными об изменении субфракционного состава СЖ после проведения операций Trans PRK и PRK [9].

Результаты

Как уже отмечалось, дегенеративные процессы увеличивают процентное содержание низкомолекулярных частиц, а клеточные изменения метаболизма повышают содержание частиц среднего диаметра [7]. На рис. 1 видно, что в 1-й день после операции во всех группах наблюдался сдвиг спектра ЛКС в сторону увеличения частиц среднего размера — в диапазоне 100–600 нм, что свидетельствует об дегенеративных процессах в ранний послеоперационный период.

При этом содержание частиц в среднемoleкулярном диапазоне (122–300 нм) в группе PRK было выше, чем в группе Trans PRK — соответственно 17,2%, и 5,2% (p<0,05) (рис. 2). Данные размеры частиц соответствуют глико-липпротеиновой фракции. Их появление вызвано разрушением коллагеновых волокон и клеток стромы роговицы. Фрагменты этих частиц преобладают в данных спектрах СЖ.

Таблица

Характеристика групп пациентов, включённых в исследование

Метод коррекции	Средний возраст (лет)	Средняя степень миопии (Дптр)	Средний срок ношения/снятия МКЛ
PRK	24,7 ± 4,7	4,1 ± 1,2	6 ± 1,1 года / 14 дней
Trans PRK	27,6 ± 5,2	4,3 ± 0,9	6 ± 1,3 года / 14 дней
ReLex Smile	29,4 ± 7,2	4,4 ± 1,8	6 ± 1,5 года / 14 дней

Примечание. МКЛ — мягкие контактные линзы

Далее сопоставляли субфракционный состав СЖ в день эпителизации в группах PRK и Trans PRK (4-е сутки после операции) и через 7 дней после операции в группе ReLex Smile, то есть в разные сроки после операций. Для такого подхода необходимо пояснить, что эпителизация — это заживление раны на поверхности роговицы, то есть полное восстановление целостности эпителия роговицы после поверхностных вмешательств. По методике PRK и Trans PRK эпителизация происходит на 4-е сутки после операции. Этот срок является стандартным для наблюдения этих пациентов, так как необходимо оценить эффективность регенерации в послеоперационном периоде. Важно подчеркнуть, что у пациентов после операции по методу ReLex Smile эпителий остается неповрежденным, интактным, и в течение операции и, соответствен-

но, после нее (кроме зоны вреза — 3 мм). Поэтому пациенты приходят на осмотр на 7-й день после операции (что является стандартом наблюдения). Учитывая это обстоятельство, важно было сравнить состав СЖ в сроки, когда состояние роговицы в сравниваемых группах было сходным, то есть для операций PRK и Trans PRK это 4 суток, а для ReLex Smile — это 7 суток.

На рис. 3 видно, что в диапазоне средне- и высокомолекулярных частиц (400—1000 нм) для PRK, Trans PRK и ReLex Smile групп средние значения содержания частиц составили 3,1%, 6,0% и 1,8% соответственно. Однако достоверно значимых различий обнаружено не было. В диапазон частиц данного размера, как отмечалось выше, входят большие глико-липопротеиновые и иммунные комплексы.

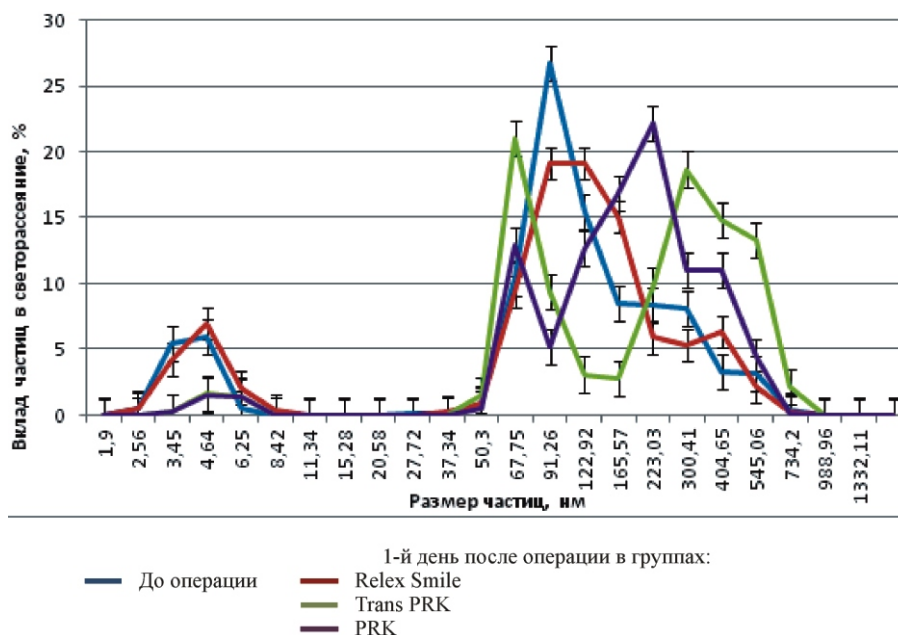


Рис. 1. Распределение частиц СЖ по размерам до операций и в первый день после вмешательства. Примечание: кривая голубого цвета — до операции Relex Smile, красная, зеленая и сиреневая — первый день после операции соответственно методами Relex Smile, Trans PRK и PRK. Здесь и далее: по оси ординат — вклад частиц соответствующего радиуса в светорассеяние частиц (%), по оси абсцисс — радиус частиц (нм).

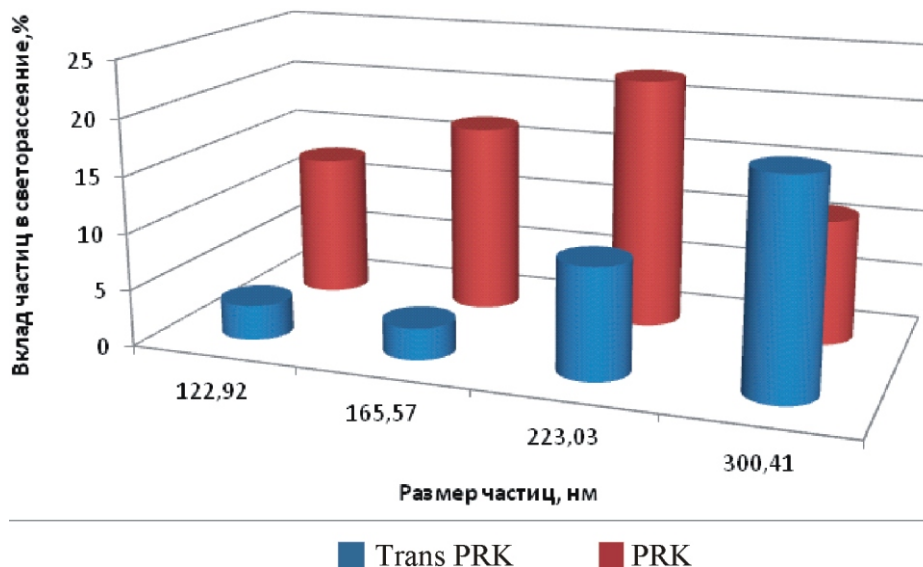


Рис. 2. Средние значения вклада частиц в светорассеяние в 1-й день после операции в группах соответственно Trans PRK (синий цвет) и PRK (красный цвет).

Через одну неделю после операции в группе, оперированной по методу ReLex Smile, в отличие от групп PRK и Trans PRK на 4-й день после операции (то есть, день эпителизации), общая картина спектра стала почти такой же, как перед операцией (рис. 4 и 5).

В диапазоне низкомолекулярных частиц наблюдались существенные различия между группами PRK, Trans PRK и ReLex Smile: средние значения составили 0,83%, 0,61% и 4,6% соответственно ($p < 0,05$). До операции доля низкомолекулярных частиц составляла в среднем 4,4%. Этот диапазон соответствует белковым ингредиентам, таким, как альбумины, глобулины, факторы роста и цитокины белковой природы. Этот факт свидетельствует о более вы-

раженной активности репаративных процессов в группе оперированных по методу ReLex Smile (рис. 6).

Обсуждение

Результаты анализа лазерно-корреляционных спектров, полученных в ходе исследования, показали, что у пациентов в первый день после операции во всех группах наблюдается тенденция к появлению глико-липпротеиновых фракций в составе СЖ. Предположительно, это явление связано с разрушением коллагеновых волокон и клеток стромы роговицы. Их фрагменты дают преобладание среднемолекулярных спектров (200–600 нм) в соста-

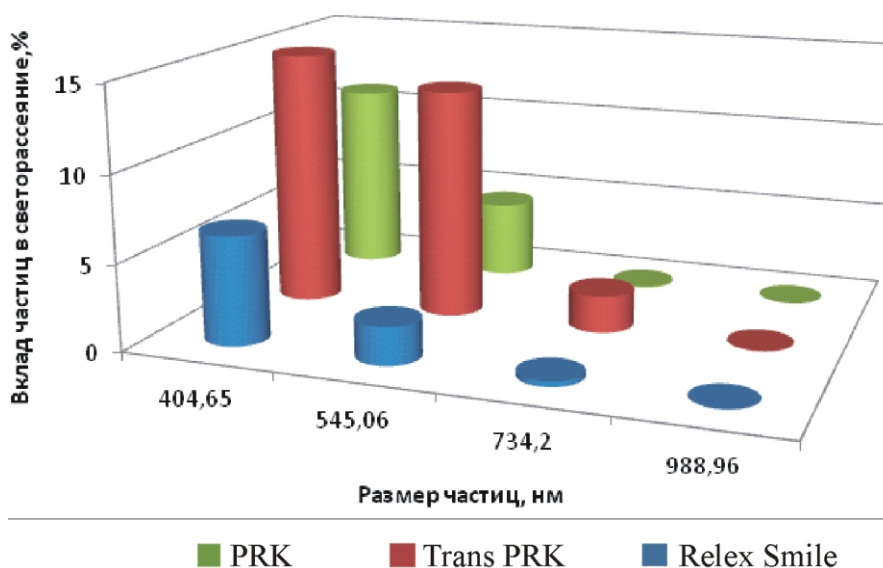


Рис. 3. Средние значения вклада частиц в светорассеяние в среднемoleкулярном и высокомолекулярном диапазонах на 4-й день после операции в группах PRK (зеленый цвет), Trans PRK (красный цвет) и через 1 неделю после операции ReLex Smile (синий цвет).

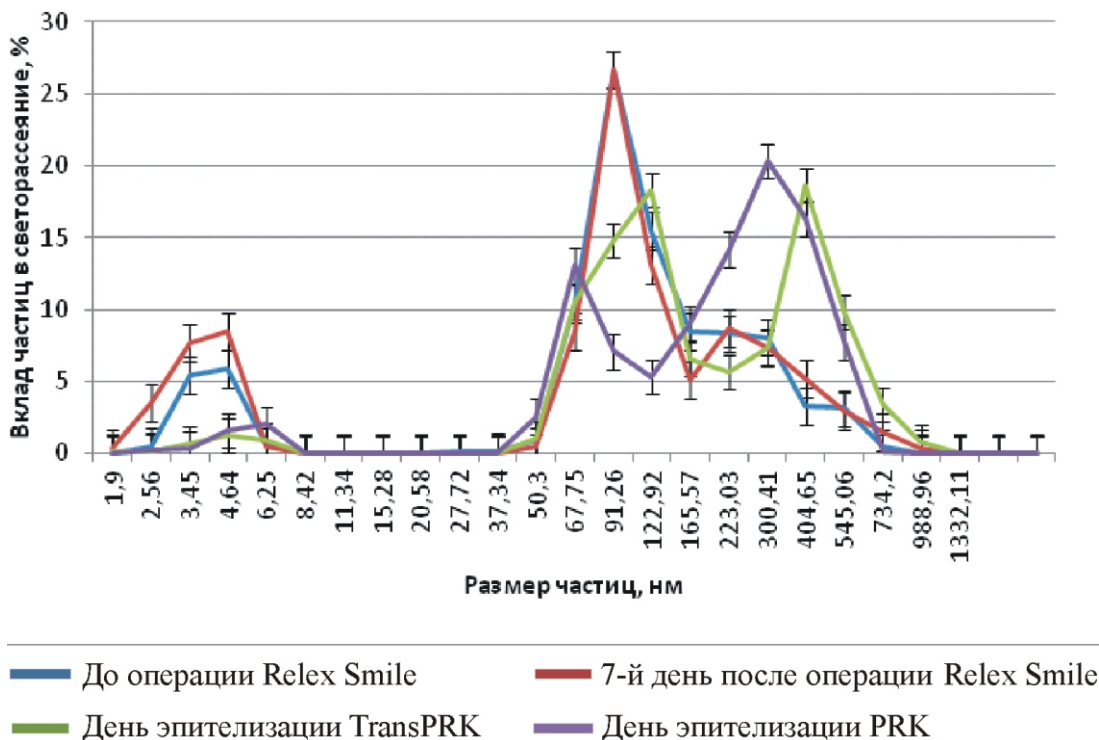


Рис. 4. Распределение частиц в СЖ по размерам до операций (синий цвет), на 4-й день для поверхностных операций в группе Trans PRK (зеленый цвет), PRK (фиолетовый) и через 7 дней после операции ReLex Smile (красный цвет).

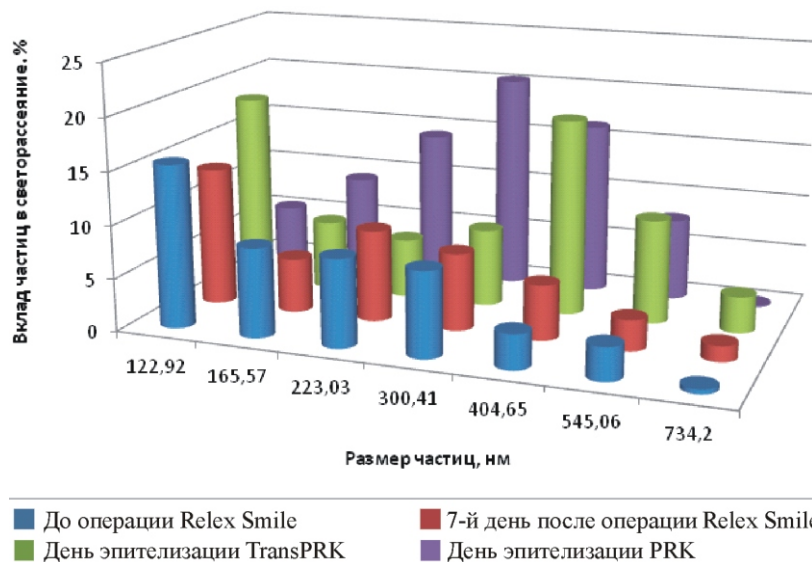


Рис. 5. Средние значения вклада частиц в светорассеяние в среднемoleкулярном диапазоне до операции (синий цвет), на 4-й день в группе Trans PRK (зеленый цвет), PRK (фиолетовый) и через 7 дней после операции ReLex Smile (красный цвет).

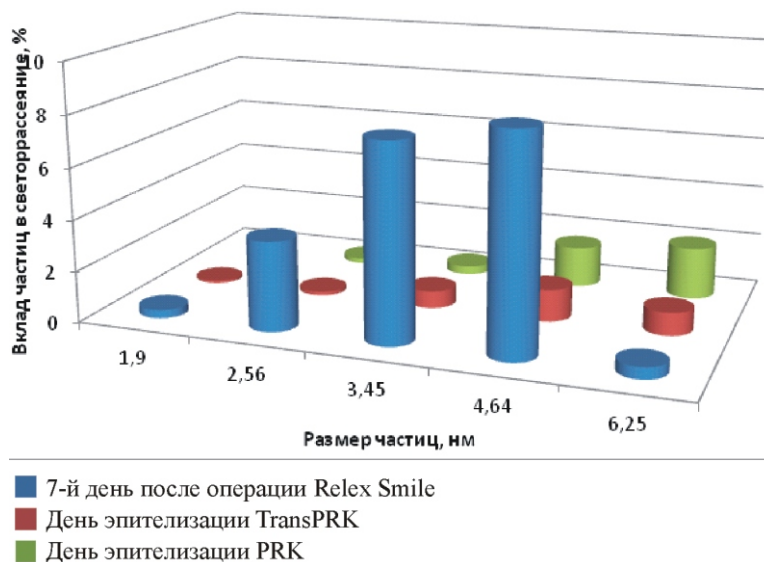


Рис. 6. Средние значения вклада низкомолекулярных частиц в светорассеяние на 4-й день в группах PRK (зеленый цвет) и Trans PRK (бордовый) и через 7 дней после операции ReLex Smile (синий цвет).

ве СЖ. Со статистически значимым различием ($p < 0,05$) было обнаружено увеличение процентного содержания частиц данной фракции в группе PRK по сравнению с Trans PRK. Для группы оперированных по методу ReLex Smile процентный вклад данных частиц в светорассеяние оказался самым низким. Через 1 неделю только в группе оперированных по методу ReLex Smile полученный спектр стал практически таким же, как перед операцией, что, вероятно, указывает, на быстрое восстановление роговицы после хирургического вмешательства. Также этот факт может быть обусловлен малым размером и быстрой герметизацией операционного разреза. В диапазоне низкомолекулярных белковых ингредиентов — альбуминов, глобулинов, цитокинов и факторов роста — в группе ReLex Smile процентное содержание частиц оказалось значительно выше, чем в группах PRK и Trans PRK, что может свидетельствовать о более быстром начале репаративных процессов.

Заключение

Исходя из результатов исследований, проведённых нами методом лазерной корреляционной спектроскопии, можно предположить, что операция по методу ReLex Smile с формированием интрастромальной линтикулы менее травматична по сравнению с другими исследованными методами лазерной коррекции зрения и является методом выбора для пациентов с любой степенью миопии при отсутствии противопоказаний.

Список литературы

1. Балашевич Л.И. *Рефракционная хирургия*. СПб; 2009. 296 с.
2. Shah R, Shah S, Sengupta S. Results of small incision lenticule extraction: All-in-one femtosecond laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37: 127-37.
3. Hjortdal JO, Vestergaard AH, Ivarsen A, et al. Predictors for the outcome of small-incision lenticule extraction for Myopia. *J Refract Surg*. 2012; 28: 865-71
4. Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small lenticule extraction (smile) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: result of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol*. 2011; 95: 335-9
5. Neuhann T.F. First Experiences With SMILE. *Cataract and Refractive Surgery today Europe*. 2014; 5.
6. Mastorpasqua L., Nubile M. Preserving Corneal Neural Architecture. *Cataract and Refractive surgery today Europe*. 2014; 15.
7. Бажора Ю.И., Носкин Л.А. *Лазерная корреляционная спектроскопия в медицине*. Одесса. Друк; 2002.
8. Arba M.S., Awwad S.T. Theoretical analyses of the refractive implications of transepithelial PRK ablations. *Br J Ophthalmol*. 2013; 97(7): 905-11.
9. Степанова М.А., Архипова Е.Н., Медведева Ю.С., Карганов М.Ю., Эскина Э.Н. Роль изменений субфракционного состава слезной жидкости в оценке повреждающего действия мягких контактных линз и эксимерлазерной абляции роговицы при коррекции аметропий. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2014; 1: 32-6.
10. Fadlallah A., Fahed D., Khalil K., Dunia I., Menassa J., El Rami H., Chlela E., Fahed S. Transepithelial photorefractive keratectomy: clinical results. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(10): 1852-7.
11. Celik U., Bozkurt E., Celik B., Demirok A., Yilmaz O.F. Pain, wound healing and refractive comparison of mechanical and transepithelial debridement in photorefractive keratectomy for myopia: results of 1 year follow-up. *Cont Lens Anterior Eye*. 2014; 37(6): 420-6.
12. Eskina E.N., Riabenko O.I., Parshina V.A. Six-month outcomes in high myopia patients who underwent Trans-PRK treatments: Processing of the American Academy of Ophthalmology. Chicago; 2012. 225 p.

References

1. Balashevich L.I. *Refractive surgery*. SPb; 2009. 296 p. (in Russian)
2. Shah R., Shah S., Sengupta S. Results of small incision lenticule extraction: All-in-one femtosecond laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37: 127-37.
3. Hjortdal J.O., Vestergaard A.H., Ivarsen A. et al. Predictors for the outcome of small-incision lenticule extraction for Myopia. *J Refract Surg*. 2012; 28: 865-71
4. Sekundo W., Kunert K.S., Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small lenticule extraction (smile) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: result of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol*. 2011; 95: 335-9
5. Neuhann T.F. First Experiences With SMILE. *Cataract & Refractive Surgery Today Europe*. 2014: 5.
6. Mastorpasqua L., Nubile M. Preserving Corneal Neural Architecture. *Cataract and Refractive surgery today Europe*. 2014: 15.
7. Bazhora Yu.I., Noskin L.A. *Laser correlation spectroscopy in medicine*. Odessa:Druk; 2002. (in Russian)
8. Arba M.S., Awwad S.T. Theoretical analyses of the refractive implications of transepithelial PRK ablations. *Br J Ophthalmol*. 2013; 97(7): 905-11.
9. Stepanova M.A., Arkhipova E.N., Medvedeva Y.S., Karganov M.Y., Eskina E.N. The role of changes in the subfractional compound of tear fluid in the assessment of damaging effect from soft contact lenses and the excimer laser ablation of the cornea. *Patol Fiziol Eksp Ter*. 2014; (1): 32-6 (in Russian)
10. Fadlallah A., Fahed D., Khalil K., Dunia I., Menassa J., El Rami H., Chlela E., Fahed S. Transepithelial photorefractive keratectomy: clinical results. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37(10): 1852-7.
11. Celik U., Bozkurt E., Celik B., Demirok A., Yilmaz O.F. Pain, wound healing and refractive comparison of mechanical and transepithelial debridement in photorefractive keratectomy for myopia: results of 1 year follow-up. *Cont Lens Anterior Eye*. 2014; 37(6): 420-6.
12. Eskina E.N., Riabenko O.I., Parshina V.A. *Six-month outcomes in high myopia patients who underwent Trans-PRK treatments; Processing of the American Academy of Ophthalmology*. Chicago; 2012. 225 p.

Сведения об авторах

Куклева Ольга Юрьевна (Kukleva O.Yu.), врач-ординатор клиники «Сфера», e-mail: olga.kukleva@sfe.ru

Яковенко Елена Николаевна (Yakovenko E.N.), канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории физико-химической и экологической патофизиологии ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», e-mail: hippova@gmail.com

Степанова Мария Анатольевна (Stepanova M.A.), врач-офтальмолог клиники «Сфера», e-mail: m.stepanova@sfe.ru

Давтян Карина Кареновна (Davtyan K.K.), врач-офтальмолог клиники «Сфера», e-mail: karina.davtyan@sfe.ru

Карганов Михаил Юрьевич (Karganov M.Yu.) — доктор биол. наук, профессор, зав. лабораторией физико-химической и экологической патофизиологии ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», e-mail: mkarganov@mail.ru

Эскина Эрика Наумовна (Eskina E.N.) — доктор мед. наук, профессор кафедры офтальмологии ФГБОУ ДПО ИПК ФМБА России, главный врач клиники «Сфера», e-mail: erika.eskina@sfe.ru