

## Фемтолазерная передняя послойная кератопластика: пилотное клиническое исследование

Б.Э. Малюгин<sup>1</sup>, Н.П. Паштаев<sup>2</sup>, А.Н. Паштаев<sup>1</sup>, Ю.Н. Елаков<sup>2</sup>, К.И. Кустова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва;

<sup>2</sup> Чебоксарский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России

### РЕФЕРАТ

**Цель.** Разработка технологии фемтолазерной передней послойной кератопластики с оценкой ее безопасности и клинической эффективности.

**Материал и методы.** В ходе исследования на 13 глазах 13 пациентов (11 – с кератоконусом, 2 – с поверхностным помутнением роговицы) проведены операции фемтолазерной передней послойной кератопластики (на 80% толщины роговицы) с помощью прибора IntraLase FS 60 кГц (AMO, США). Мы использовали настройки для плоскостного среза в роговице донора: расстояние между импульсами – 4/4 мкм, энергия – 1 мкДж; в роговице реципиента – 4/4 мкм и 2 мкДж соответственно. Средний возраст пациентов соответствовал 30,3±9,5 годам. Срок наблюдения после операции составил до 2 лет.

**Результаты.** У всех пациентов отмечали прозрачное приживление трансплантата. Потеря эндотелиальных клеток на сроке 1 год достигла 3,5%. Исследование биомеханических

свойств роговицы на сроке наблюдения 1 год выявило достоверное повышение значений CRF и CH по сравнению с дооперационными данными: с 5,7±1,28 и 6,92±1,32 мм рт.ст. до 10,92±1 и 10,61±1,3 мм рт.ст. (p<0,001) соответственно, что соотносится с показателями нормальной роговицы. Средний срок снятия швов составил 6 мес. Среднее значение послеоперационного астигматизма на сроке 1 год – 4,7±1,5 дптр. Среднее значение нКОЗ на сроке 1 год составило 0,1±0,02, КОЗ – 0,22±0,07; на сроке 2 года – 0,2±0,03 и 0,3±0,05 соответственно. Максимальная достигнутая КОЗ на сроке наблюдения 1 год равнялась 0,4 у 2 пациентов.

**Заключение.** Полученная низкая послеоперационная острота зрения, по-видимому, связана с неравномерностью зоны интерфейса «донор-реципиент» и происходящим в ней выраженным светорассеянием, приводящим к снижению качества изображения, фокусируемого на сетчатке.

**Ключевые слова:** фемтосекундный лазер, глубокая передняя послойная кератопластика (ГППК), кератопластика. ■

Офтальмохирургия.– 2014.– № 2.– С. 24-28.

### ABSTRACT

#### Femtosecond laser-assisted anterior lamellar keratoplasty: pilot clinical trial

B.E. Malyugin<sup>1</sup>, N.P. Pashtaev<sup>2</sup>, A.N. Pashtaev<sup>1</sup>, Y.N. Elakov<sup>2</sup>, K.I. Kustova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> The Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Cheboksary, Russia

**Purpose.** To work out a technology of a femtosecond laser assisted anterior lamellar keratoplasty and evaluate its safety and clinical efficiency.

**Material and methods.** We report 13 cases of femtosecond laser-assisted anterior lamellar keratoplasty. Both circular trepanation and lamellar dissection (80% of the corneal thickness) were performed with the IntraLase FS 60 kHz (AMO). Lamellar cut settings for the donor cornea were: spot/line separation 4/4µm, energy 1µJ; for the recipient 4/4µm and 2µJ, respectively. Eyes of 13 patients (11 with keratoconus, 2 with superficial corneal scarring) in the mean age 30.3±9.5 years were observed up to 2 years after the surgery.

**Results.** All corneal grafts were transparent, with the mean endothelial cell loss at 12 months equal to 3.5%. Evaluation of biomechanical properties of patients' corneas 1 year after the surgery

showed a reliable improvement of the CRF and CH meanings, comparable to preoperative data, from 5.7±1.28 and 6.92±1.32mmHg to 10.92±1 and 10.61±1.3mmHg (p<0.001), respectively, which correlates with the rates of normal cornea. Sutures were removed 6 months after surgery. The mean postoperative astigmatism at 12 months was 4.7±1.5 D. The mean UCVA at 12 months was 0.1±0.02 and the BCVA was 0.22±0.07. After 2 years the values were 0.2±0.03 and 0.3±0.05, respectively. The highest BCVA was achieved 0.4 in 2 cases at 12 months.

**Conclusions.** The obtained low postoperative visual acuity is explained, apparently, by irregularities of the donor-recipient interface and a pronounced light scattering occurred in it which leads to a reduction of the retinal image quality.

**Key words:** femtosecond laser, deep anterior lamellar keratoplasty (DALK), endothelium, astigmatism. ■

Ophthalmosurgery.– 2014.– No. 2.– P. 24-28.

В Российской Федерации насчитывается более 500 тысяч слабовидящих и слепых, из них до 18% приходится на пациентов с патологией роговицы. Представляя собой наиболее часто встречаемую форму дистрофии роговицы (распространённость в популяции 0,033-0,054%), кератоконус является одним из типичных показаний к проведению сквозной кератопластики (СКП) [2]. Последняя, хотя и широко применяется при различных дистрофиях и помутнениях роговицы, имеет ряд известных недостатков, таких как высокий риск операционных и послеоперационных осложнений, длительная зрительная реабилитация, послеоперационный астигматизм высокой степени, отторжение и ограниченный срок жизни трансплантата, нарушение архитектоники переднего отрезка глаза, низкая прочность послеоперационного рубца [6]. Все вышесказанное обуславливает поиск путей по усовершенствованию методов кератопластики.

Послойная кератопластика в этом отношении является перспективной, обладая целым рядом преимуществ. К ним относят: отсутствие риска эндотелиального отторжения, меньший послеоперационный астигматизм, сохранность структуры переднего сегмента глаза и, как следствие, – ускоренная зрительная реабилитация, больший срок жизни трансплантата, снижение требований к отбору донорского материала, в частности, к плотности клеток эндотелия [3, 6]. Ее выполняют при

помутнениях роговицы, не занимающих всю толщу, при условии наличия нормального эндотелия и отсутствии дефектов десцеметовой мембраны (ДМ). Как правило, это большие с кератоконусом II-III стадий, помутнениями после инфекционных кератитов, травм и фоторефракционных вмешательств на роговице.

Однако послойная кератопластика имеет ряд недостатков: техника операции сложнее, она более продолжительна по времени, всегда имеется риск перфорации задних слоев роговицы и возможности помутнения интерфейса «донор-реципиент».

Последняя проблема нивелируется, если производится полная замена стромы роговицы вплоть до ДМ, т.е. операция проводится по методике глубокой передней послойной кератопластики (ГППК). Однако ДМ весьма деликатна и легко травмируется в ходе оперативного вмешательства. Именно поэтому существенным стало предложение Anwar и Teichmann формировать так называемый «большой пузырь» из воздуха, отделяющий заднюю строму роговицы от ДМ, что упростило ГППК, сделало её более прогнозируемой и способствовало популяризации [5].

Распространение ГППК не стало повсеместным, поскольку нерешенным является ряд ключевых вопросов, связанных с безопасностью и повторяемостью данной методики. Даже самые опытные хирурги не могут полностью исключить разрыва ДМ, и поэтому вплоть до 23% опе-

раций ГППК завершаются как сквозная кератопластика [12].

В этой связи определенный интерес представляет направление по внедрению фемтосекундных (ФС) лазеров для трепанации и выкраивания роговицы. Данная технология хорошо зарекомендовала себя при проведении СКП, обеспечив беспрецедентный уровень точности и предсказуемости. Лазер позволяет формировать краевые разрезы со сложным профилем, обеспечивающим наилучшее сопоставление тканей донора и реципиента и высокий функциональный результат [7]. Помимо этого, применение ФС-лазера позволяет формировать плоскостные срезы в глубоких слоях роговицы высокого качества и на точно заданном расстоянии от передней поверхности. Это происходит без существенного влияния на количество и морфологию эндотелиальных клеток [10, 15].

Ряд исследований показал, что при помощи ФС-лазера можно частично стандартизировать процедуру послойной кератопластики, повышая её безопасность и предсказуемость [4, 8, 9]. В доступной литературе нами встречены лишь единичные упоминания о возможности проведения передней послойной кератопластики (ППК) исключительно при помощи ФС-лазера, не прибегая к процедурам мануальной или пневматической очистки ДМ [11, 13, 14]. Однако количество наблюдений крайне мало, как правило, отсутствует полноценное описание методики и исходов операции. Все это не только затрудняет оценку результативности ППК, но и не позволяет определить четкие перспективы ее дальнейшего развития.

## ЦЕЛЬ

Разработка технологии фемтолазерной передней послойной кератопластики с оценкой ее безопасности и клинической эффективности.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовали ФС-лазер IntraLase FS 60 kHz (АМО, США), обладающий следующими характери-

### Для корреспонденции:

*Малюгин Борис Эдуардович*, докт. мед. наук, профессор, зам. ген. директора по научной работе;

*Паштаев Алексей Николаевич*, канд. мед. наук, мл. научн. сотрудник  
ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва  
Адрес: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, 59а  
E-mail: info@mntk.ru

*Паштаев Николай Петрович*, докт. мед. наук, профессор, директор Чебоксарского филиала ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России;

*Елаков Юрий Николаевич*, зав. отделением хирургии роговицы;

*Кустова Ксения Игоревна*, врач-офтальмолог

Чебоксарский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России

Адрес: 428028, Чебоксары, просп. Тракторостроителей, 10

Тел.: (8352) 36-91-39

стиками: длина волны – 1053 нм, продолжительность импульса – 600-800 фемтосекунд, энергия – 0,5-2,8 мкДж на импульс, максимальный диаметр горизонтального среза – 9,5 мм, максимальная глубина формирования среза – 1200 мкм, время выкраивания трансплантата – 60-120 сек.

План клинической работы получил одобрение локального этического комитета ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова». Все пациенты были проинформированы о сути предстоящего лечения и дали на него свое письменное согласие.

В ходе исследования в клинике выполнено в общей сложности 13 операций фемтолазерной ППК. При этом 11 пациентов оперированы по поводу кератоконуса III степени и 2 пациента – по поводу поверхностных помутнений роговицы воспалительной этиологии. Средний возраст больных составил  $30,3 \pm 9,5$  лет (от 13 до 52 лет).

**Техника операции:** в самом начале из донорской роговицы выкраивали трансплантат необходимого диаметра. Глубину послойного лазерного среза рассчитывали индивидуально после ультразвуковой пахиметрии донорской роговицы. Использовали следующие параметры ФС-лазера: для го-

ризонтового среза – энергия 1 мкДж, расстояние между импульсами – 4 мкм, диаметр на 0,1 больше заданного для вертикального среза, растровый паттерн; для вертикального среза – энергия 1,5 мкДж, расстояние между импульсами – 2 мкм, угол вреза –  $90^\circ$ . Начало вертикального среза программировали на 10 мкм глубже плоскости горизонтального. Вертикальный и горизонтальный разрезы частично перекрывали друг друга, обеспечивая беспрепятственное отделение трансплантата (рис. 1).

Далее в роговице реципиента формировали горизонтальный и вертикальный разрезы (рис. 2). Использовались следующие параметры ФС-лазера: для горизонтального среза – энергия 2 мкДж, расстояние между импульсами – 4 мкм, растровый паттерн; для вертикального среза – энергия 1,5 мкДж, расстояние между импульсами – 2 мкм, угол вреза –  $90^\circ$ . Глубину горизонтального среза рассчитывали исходя из данных ОСТ таким образом, чтобы в самом тонком участке оставалось не менее 70 мкм стромы. Диаметр вертикального среза вычисляли так, чтобы его значение было на 0,2 мм меньше, чем диаметр вертикального среза, сделанного в роговице донора, а диаметр горизонтального соответствовал диаметру

вертикального среза в роговице донора, что обеспечивало хорошее сопоставление тканей. Полученный роговичный диск удаляли с помощью пинцета. Трансплантат фиксировали в ложе непрерывным обвивным швом (нейлон 10/0).

В послеоперационном периоде пациенты получали инстилляцию антибиотика (7 дней) и кортикостероида (по схеме).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Ранний послеоперационный период протекал благоприятно. При биомикроскопии в первые сутки передняя камера была полной и равномерной, трансплантат слегка отёчен, но полностью адаптирован к ложу реципиента. Отмечали неравномерность (складчатость), отёчность и гиперрефлексивность задней стромы (собственной роговицы реципиента). Зона интерфейса «донор-реципиент» визуализировалась в виде тонкой полоски. К 3-4 дню констатировали полную эпителизацию. Пациента выписывали из стационара, как правило, на 7-е сутки и в дальнейшем наблюдали амбулаторно.

При биомикроскопии через 30 дней глаз был спокоен, трансплантат оставался прозрачным. Отёк задних слоёв роговицы реципиента регрессировал, степень неравномерности остаточной стромы уменьшалась по сравнению с ранним послеоперационным периодом. Тем не менее и на этом сроке по-прежнему обращала на себя внимание её гиперрефлексивность.

Максимальный период наблюдения составил 2 года, для 10 пациентов – 1 год. Во всех случаях отмечали прозрачное приживление трансплантата. Средний срок снятия швов – 6 мес. Зона интерфейса с трудом могла быть визуализирована с помощью щелевой лампы, но более чётко определялась с помощью ОСТ (Optovue, США). Во всех случаях наблюдали полную адгезию трансплантата к ложу реципиента со значимыми совокупной толщины роговицы (по данным ОСТ), соответствующими нормальным. Средняя толщина остаточной задней стромы в самом тонком участке составила  $87,4 \pm 14,3$  мкм.

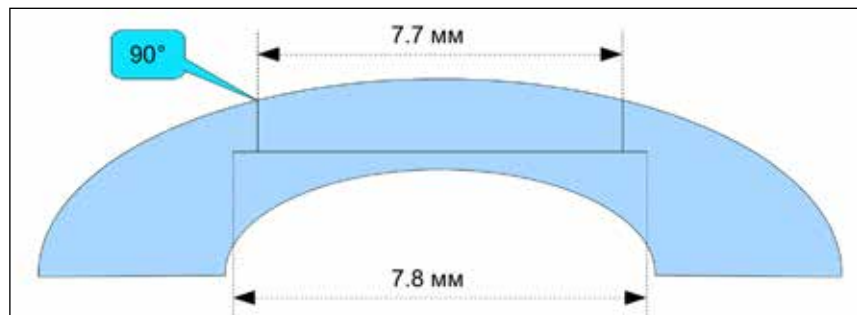


Рис. 1. Схема расположения разрезов в донорской роговице

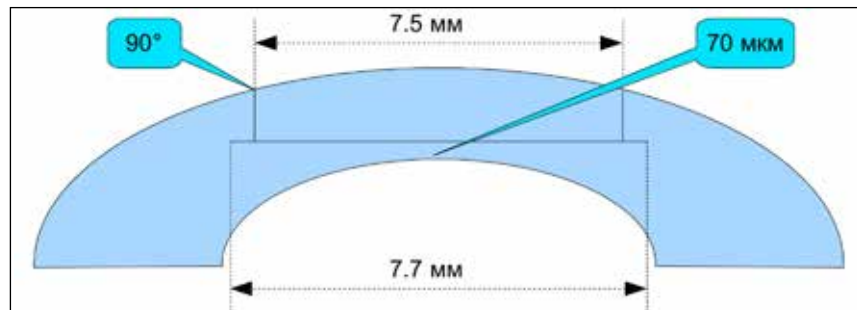


Рис. 2. Схема расположения разрезов в роговице реципиента

Таблица

**Данные остроты зрения и астигматизма у оперированных пациентов  
в динамике послеоперационного периода**

Исследуемые параметры	До операции	3 мес.	6 мес.	1 год (шов снят)
нКОЗ	0,05±0,03	0,09±0,04	0,1±0,03	0,1±0,02
КОЗ	0,1±0,04	0,13±0,06	0,16±0,05	0,22±0,07
Астигматизм, дптр	7,52±3,83	4,9±2,14	5,44±1,73	4,7±1,5

Среднее значение нКОЗ на сроке  $0,1\pm 0,02$  год составило  $0,1$ , КОЗ –  $0,22\pm 0,07$ ; на сроке 2 года –  $0,2\pm 0,03$  и  $0,3\pm 0,05$  соответственно. Максимальная КОЗ была равна  $0,4$  и отмечалась у 2 пациентов на сроке наблюдения 12 мес. Данные по остроте зрения и величине астигматизма в динамике представлены в *табл.* Из нее следует, что послеоперационная острота зрения находилась в диапазоне  $0,1-0,4$ , что существенно ниже показателей, получаемых при СКП при лечении данной патологии.

До операции и на сроке 1 год после производился подсчет плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) с помощью Confoscan 4 (Nidek, Япония). Среднее значение до операции составило  $2828\pm 472$ , после –  $2727\pm 432$  клеток на  $\text{мм}^2$ . Потеря ПЭК равна  $3,57\%$ . Таким образом, метод показал свою минимальную травматичность по отношению к клеткам эндотелия роговицы реципиента.

До операции и на сроке 1 год после производилась оценка вязкоэластических свойств роговицы с помощью прибора Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., США). Средние значения фактора сопротивления роговицы (Corneal Resistance Factor, CRF) и роговичного гистерезиса (Corneal Hysteresis, CH) до операции соответствовали таковым при кератоконусе и составляли  $5,7\pm 1,28$  и  $6,92\pm 1,32$  мм рт.ст. соответственно. Через год после операции эти цифры практически соответствовали показателям нормальной роговицы –  $10,92\pm 1$  и  $10,61\pm 1,3$  мм рт.ст.

#### Клинический случай

Больная Б., 18 лет. Диагноз ОС: кератоконус III ст. При биомикроскопии выявлены вертикальные линии Фогта. Максимальная КОЗ= $0,05$ . Длина глаза –  $23,31$  мм. Минимальная толщина роговицы, по данным ОСТ –  $384$  мкм. ПЭК, по данным Confoscan 4 –  $3402$  кл/ $\text{мм}^2$ . Операция фемтолазерной ППК выполнена по описанной выше методике. Горизонтальный срез сформирован на расстоянии  $310$  мкм от передней поверхности роговицы. Толщина донорской роговицы в центре, по данным ультразвуковой пахиметрии, составила  $690$  мкм. Толщина трансплантата –  $550$  мкм ( $690-0,8=552$  мкм). Время операции составило  $35$  мин. В раннем послеопе-

рационном периоде наблюдали эпителизацию трансплантата на 3 сутки, а после операции – его полную адаптацию в ложе реципиента. Находкой, сделанной с помощью ОСТ в раннем послеоперационном периоде, была выраженная складчатость остаточной задней стромы (*рис. 3*), которая прогрессивно уменьшалась к тридцатидневному сроку (*рис. 4*) и полностью исчезла к году наблюдения (*рис. 5*). Через 1 год после операции

нКОЗ была равна  $0,2$ , КОЗ –  $0,4$ . Трансплантат оставался прозрачным (*рис. 6*). Величина послеоперационного астигматизма составила  $3,12$  дптр. Пахиметрическая карта соответствовала норме. Зона интерфейса слабо визуализировалась с помощью щелевой лампы (*рис. 6*). При исследовании с помощью Confoscan 4 интерфейс визуализировался как гипоцеллюлярная зона протяженностью около  $30$  мкм (*рис. 7*). ПЭК была равна  $3262$  на  $\text{мм}^2$ .

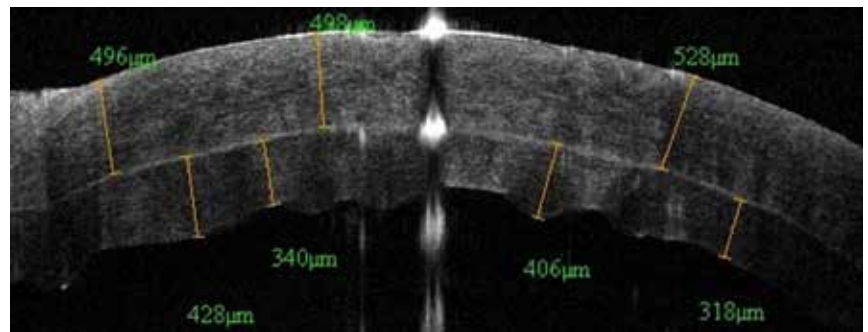


Рис. 3. ОСТ в 1-е сутки после операции

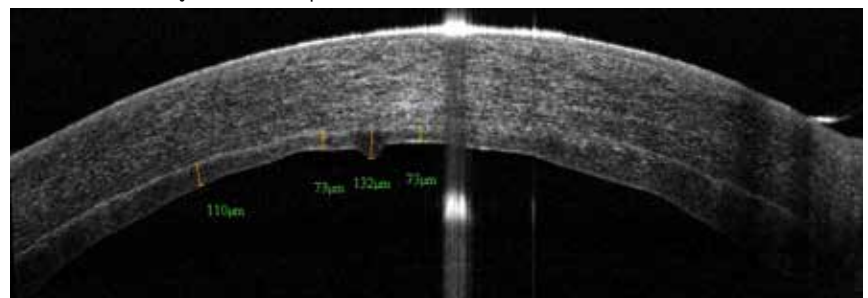


Рис. 4. ОСТ через 30 дней после операции

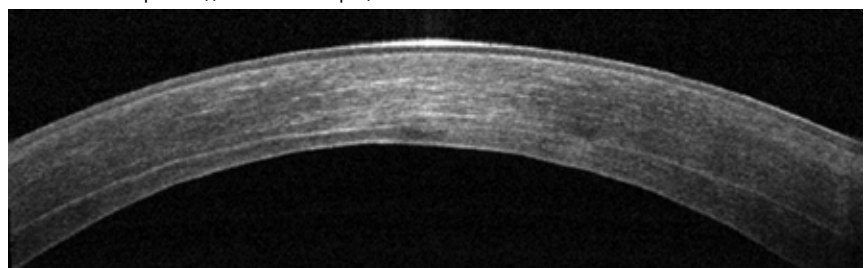


Рис. 5. ОСТ через год после операции. Видна неравномерная толщина остаточных (задних) слоев роговицы реципиента

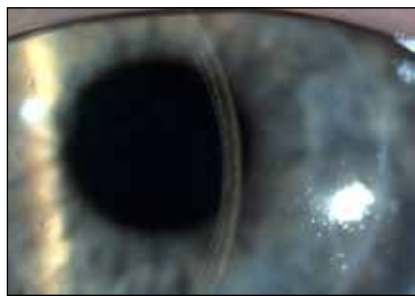


Рис. 6. Биомикроскопия роговицы через год после операции

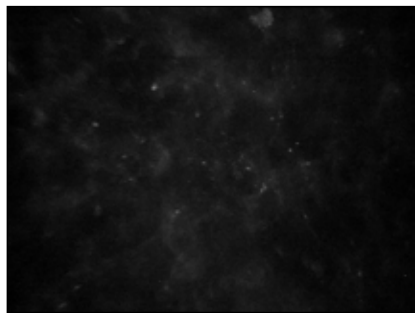


Рис. 7. Конфокальная сканирующая микроскопия зоны интерфейса

## ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты показали, что использование ФС-лазера позволяет сформировать глубокий ламеллярный срез на заданной дистанции от передней поверхности роговицы без риска повреждения эндотелия и проникновения в переднюю камеру, выкроить круглый трансплантат заданной толщины, максимально точно подходящий по геометрическим размерам к ложу реципиента.

Данные, полученные с помощью Confoscan 4, не подтверждают имеющееся мнение о наличии у оперированных пациентов вторичного фиброзного процесса в зоне интерфейса, который может потенциально являться причиной низкой остроты зрения, полученной в результате проведения фемтолазерной ППК. Так, признаки фиброза удалось идентифицировать лишь у двух пациентов, в остальных же случаях зона интерфейса была гипопцеллюлярна.

С нашей точки зрения, полученная низкая послеоперационная острота зрения связана с нарушением ориентации коллагеновых волокон в зоне интерфейса. Это, по-видимому, является результатом формирования среза, параллельного передней поверхности роговицы, в зоне, где пласти коллагена имеют дугообразный ход. В силу

этого в зоне интерфейса происходит интенсивное светорассеяние, приводящее к деградации качества изображения, фокусируемого на сетчатке.

Как одну из возможных причин низкого качества интерфейса можно рассматривать относительно высокий уровень лазерной энергии, выбранный в данном исследовании для проведения горизонтального разреза в глубоких слоях роговицы реципиента. Не исключено, что это могло повлечь за собой повреждение пластов коллагена и их дезорганизацию, в пользу чего свидетельствует обнаруженный при помощи ОСТ отёк задней стромы в раннем послеоперационном периоде.

Данные, опубликованные Д. Байкофф, о результатах операций у пациентов с кератоконусом при использовании ФС-лазера другого производителя, обладающего гораздо меньшим значением энергии в импульсе, также указывают на наличие выраженной складчатости задней стромы и иррегулярности задней поверхности роговицы. Автор упоминает о невысоких зрительных функциях, однако, к сожалению, не детализирует клинические характеристики оперированных глаз и достигнутую остроту зрения [1].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследование позволило установить параметры ФС-лазера для эффективного проведения вертикальных и плоскостных разрезов в роговицах донора и реципиента. Данный метод не сопровождался специфическими осложнениями и позволил достичь прозрачного приживления трансплантата во всех случаях. Несмотря на это, достигнутый уровень зрительных функций нельзя рассматривать как удовлетворительный, в связи с чем в настоящем варианте метод не может быть рекомендован к клиническому применению и требует дальнейших исследований, направленных на его доработку.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байкофф Д. Глубокая передняя ламеллярная кератопластика (DALK) // Патологии роговицы. Диагностика и лечение. Теория и клиническая практика / Под ред. Д.Д. Дементьева. – М., 2013. – С. 124-125.

2. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота, слабовидение и инвалидность по зрению в Российской Федерации // Ликвидация устранимой слепоты. Всемирная инициатива ВОЗ: Материалы Российского межрегионального симпозиума. – М., 2003. – С. 38-43.

3. Малюгин Б.Э., Мороз З.И., Головин А. В. и др. Передняя глубокая послойная кератопластика с использованием метода аэро-виско-сепарации десцеметовой мембраны // Съезд офтальмологов России, 9-й: Тез. докл. – М., 2010. – С. 310.

4. Малюгин Б.Э., Пацтаев А.Н., Елаков Ю.Н. и др. Глубокая передняя послойная кератопластика с использованием фемтосекундного лазера Intralase 60 kHz: первый опыт // Практ. медицина. – 2012. – № 4 (59). – С. 100-103.

5. Anwar M., Teichmann K.D. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty // J. Cataract Refrac. Surg. – 2002. – Vol. 28, № 3. – P. 398-403.

6. Borderie V. M., Sandali O., Bullet J. et. al. Long-term Results of Deep Anterior Lamellar versus Penetrating Keratoplasty // Ophthalmology. – 2011. – Vol. 119, № 2. – P. 249-255.

7. Buratto L., Bobm E. The use of femtosecond laser in penetrating keratoplasty // Am. J. Ophthalmol. – 2007. – Vol. 143, № 5. – P. 737-742.

8. Buzzonetti L., Laborante A., Petrocelli G. Refractive outcome of keratocornea treated by combined femtosecond laser and big-bubble deep anterior lamellar keratoplasty // J. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 27, № 3. – P. 189-194.

9. Buzzonetti L., Laborante A., Petrocelli G. Standardized big-bubble technique in deep anterior lamellar keratoplasty assisted by the femtosecond laser // J. Cataract Refract. Surg. – 2010. – Vol. 36. – P. 1631-1636.

10. Cheng Y.Y., Kang S.J., Grossniklaus H.E. et. al. Histologic evaluation of human posterior lamellar discs for femtosecond laser Descemet's stripping endothelial keratoplasty // Cornea. – 2009. – Vol. 28, № 1. – P. 73-79.

11. Hoffart L., Proust H., Matony F. et. al. Femtosecond-assisted anterior lamellar keratoplasty // J. Fr. Ophthalmol. – 2007. – Vol. 30, № 7. – P. 689-694.

12. Janji V., Sharma N., Vajpayee R.B. Intraoperative perforation of Descemet's membrane during "big bubble" deep anterior lamellar keratoplasty // Int. Ophthalmol. – 2010. – Vol. 30, № 3. – P. 291-295.

13. Shousha M.A., Yoo S.H., Kymionis G.D. et. al. Long-term results of femtosecond laser-assisted sutureless anterior lamellar keratoplasty // Ophthalmology. – 2011. – Vol. 118, № 2. – P. 315-323.

14. Soong H. K., Malta J. B., Mian S. I., Jubasz T. Femtosecond laser-assisted lamellar keratoplasty // Arq. Bras. Oftalmol. – 2008. – Vol. 7, № 4. – P. 601-606.

15. Suk-Kyue Choi, Jin-Hyoung Kim, Dob Lee. The Effect of Femtosecond Laser Lamellar Dissection at Various Depths on Corneal Endothelium in the Recipient Bed of the Porcine Eye // Ophthalm. Surg. las. imag. – 2010. – Vol. 41, № 2. – P. 255-260.

Поступила 15.04.2013