

Инвертированная задняя послойная фемто-кератопластика: качество поверхности среза роговицы и предварительные клинические результаты

А.Н. Паштаев¹Б.Э. Малюгин¹С.Б. Измайлова¹Н.П. Паштаев²К.Н. Кузьмичев¹, С.С. Алиева¹, К.И. Катмаков²

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

² Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
просп. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2020;17(2):216–222

Цель: оценить качество поверхности ультратонкого донорского трансплантата, полученного через эндотелиальный доступ с использованием фемтосекундного лазера и с применением разработанных настроек, продемонстрировать предварительные клинические результаты реабилитации пациентов методом задней послойной кератопластики. **Пациенты и методы.** Представлены наблюдения на 4 пациентах: трое с дистрофией Фукса и один — с буллезной кератопатией. Срок наблюдения составил 1 год. Всем больным выполнили заднюю послойную кератопластику (ЗПК) с использованием ультратонкого трансплантата, выкроенного с эндотелиальной поверхности роговицы с помощью фемтосекундного лазера Alcon Wavelight FS 200 (Германия). До и после операции измеряли НКОЗ, КОЗ, астигматизм, ПЭК. На сроке 12 месяцев также оценили потерю эндотелиальных клеток (ЭК), толщину трансплантата, индекс «центр-край», центральную толщину роговицы (ЦТР). Поверхность фемто-трансплантата (5 образцов) и трансплантата, полученного с помощью микрокератома Moria SLH-2 (Франция, 5 образцов), была изучена методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Расчеты статистической значимости различий были проведены с использованием непараметрического критерия Манна — Уитни. Коэффициент достоверности $p < 0,05$ считали значимым. **Результаты.** Среднеквадратичная шероховатость поверхности (RMS) образцов, заготовленных с помощью фемтосекундного лазера, составила $18,6 \pm 7,8$ мкм, микрокератома — $22,3 \pm 18,3$ мкм, но статистический анализ не выявил достоверных различий между значениями RMS в указанных группах ($p > 0,05$). Через 1 год было отмечено прозрачное приживление, отек роговицы отсутствовал. КОЗ варьировала от 0,2 до 0,6, что связано с наличием сопутствующей патологии. Астигматизм составлял $1,35 \pm 1,0$ дптр, плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) — 1526 ± 434 кл/мм², потеря ЭК составляла $48,0 \pm 12,8$ %, толщина трансплантата была равна $78,0 \pm 18,1$ мкм, индекс «центр-край» — $0,84 \pm 0,12$, ЦТР — 600 ± 31 мкм. Осложнений не выявлено. **Заключение.** Разработанные настройки позволяют выкроить равномерный ультратонкий трансплантат с ровной поверхностью без риска его выбравки. Предварительные клинические результаты демонстрируют потенциал метода для восстановления прозрачности роговицы. Потеря ЭК соответствует таковой при проведении автоматизированной задней послойной кератопластики.

Ключевые слова: эндотелиальная дистрофия роговицы Фукса, буллезная кератопатия, фемтосекундный лазер, задняя послойная кератопластика, ультратонкий трансплантат, атомно-силовая микроскопия

Для цитирования: Паштаев А.Н., Малюгин Б.Э., Измайлова С.Б., Паштаев Н.П., Кузьмичев К.Н., Алиева С.С., Катмаков К.И. Инвертированная задняя послойная фемто-кератопластика: качество поверхности среза роговицы и предварительные клинические результаты. *Офтальмология*. 2020;17(2):216–222. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-2-216-222>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует

Исследование проведено за счет средств ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации



Inverted Posterior Femto-Keratoplasty: Quality of the Surface of the Corneal Section and Preliminary Clinical Outcomes

A.N. Pashtaev¹, B.E. Malyugin¹, S.B. Izmailova¹, N.P. Pashtaev², H.N. Kuzmichev¹, S.S. Alieva¹, K.I. Katmakov²

¹ The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

² Cheboksary branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Tractorostroiteley ave., 10, Cheboksary, 42808, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2020;17(2):216–222

Purpose. To evaluate the quality of the surface of an ultra-thin donor transplant prepared from the endothelial surface of the cornea using a femtosecond laser and to demonstrate the preliminary clinical results. **Patients and Methods.** 4 eyes were operated: 3 with Fuch's endothelial dystrophy and 1 with pseudophakic bullous keratopathy. All patients were treated with DSEK with an ultrathin graft prepared by Alcon Wavelight FS 200 femtosecond laser (Germany). Before and after surgery UCVA, BSCVA, astigmatism, ECD were measured. EC death, graft thickness and CCT were evaluated at 12 months' observation. Atomic force microscopy was used for examination of 10 samples. Control group was 5 corneal flaps obtained by mechanical microkeratome (Moria SLH-2, France). Main group — 5 corneal flaps, obtained by femtosecond laser. Nonparametric Mann-Whitney test was used for statistical analysis. Coefficient of reliability $p < 0.05$ was considered to be significant. **Results.** RMS value of femto-laser group samples was $18.6 \pm 7.8 \mu\text{m}$. RMS of microkeratome group samples was $22.3 \pm 18.3 \mu\text{m}$. Statistical analysis did not reveal significant differences between the values of the studied parameter in these groups ($p > 0.05$). Transparent engraftment was observed in all cases, no corneal edema was identified. BSCVA ranged from 0.2 to 0.6, which was associated with the presence of concomitant pathology. Astigmatism was $1.35 \pm 1.0 \text{ D}$. ECD = $1526 \pm 434 \text{ cells/mm}^2$. EC loss = $48.0 \pm 12.8 \%$. Graft thickness in the central zone was $78.0 \pm 18.1 \mu\text{m}$. Center-Edge Index — 0.84 ± 0.12 . CCT = $600 \pm 31 \mu\text{m}$. No postoperative complications were found. **Conclusion.** The developed settings allowed to obtain high-quality ultra-thin graft with a sufficiently uniform surface without a risk of perforation. Preliminary clinical results showed the method potential for restoration of corneal transparency. ECD loss corresponded to the one achievable by DSAEK.

Keywords: Fuch's endothelial corneal dystrophy, pseudophakic bullous keratopathy, femtosecond laser, posterior lamellar keratoplasty, ultra-thin graft, atomic force microscopy

For citation: Pashtaev A.N., Malyugin B.E., Izmailova S.B., Pashtaev N.P., Kuzmichev H.N., Alieva S.S., Katmakov K.I. Inverted Posterior Femto-Keratoplasty: Quality of the Surface of the Corneal Section and Preliminary Clinical Outcomes. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(2):216–222. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-2-216-222>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned
There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время первичная эндотелиальная дистрофия роговицы Фукса и псевдофакичная буллезная кератопатия (БК) являются одним из ведущих показателей к кератопластике в мире [1].

По данным Ассоциации глазных банков США (ЕВАА), на 2016 год частота выполнения задней послойной кератопластики составляет более 50 % от всех выполненных трансплантаций роговицы в стране [2].

Автоматизированная задняя послойная кератопластика (ЗАПК), также известная как DSAEK (Descemet's Stripping Automated Endotelial Keratoplasty) — «золотой стандарт» лечения эндотелиальной дистрофии роговицы Фукса и БК, однако наиболее высокие зрительные функции можно получить только при использовании так называемого ультратонкого трансплантата, центральная толщина которого не превышает 130 мкм [3–6]. По данным K.D. Neff и соавт., у всех пациентов с ультратонким трансплантатом острота зрения достигает 0,8 и у 71 % — 1,0, в то время как использование более толстого трансплантата только в 50 % случаев обеспечивает остроту зрения 0,8 и в 19 % — 1,0 [7].

Изготовление трансплантата такого рода общепринятым методом, а именно, с помощью механического

микрокератома, сопряжено с большим количеством технических сложностей. Частота перфорации во время второго среза достигает 18 % [8]. Нередко трансплантат получается более толстым, что отрицательно сказывается на зрительных функциях пациента, либо происходит перфорация, а после этого роговица выбраковывается, что совершенно не допустимо в условиях дефицита донорского материала [8, 9]. Возможным решением проблемы может быть заготовка донорского роговичного трансплантата в условиях специализированных учреждений, занимающихся забором и хранением донорских тканей — глазных тканевых банках [10]. Таким образом, нивелируется риск отбраковки донорской роговицы на этапе заготовки трансплантата, и пациент практически гарантированно получает запланированную послойную операцию, однако в настоящее время в РФ лишь 2 глазных банка предоставляют такого рода услугу. Несмотря на возможность предварительного выкраивания, стандартная методика имеет свои недостатки и не обеспечивает решение всех задач, связанных с формированием равномерного, ультратонкого трансплантата.

У пациентов с дистрофией роговицы Фукса и наличием сопутствующей катаракты возможной операцией выбора может быть применение одномоментной методики

A.N. Pashtaev, B.E. Malyugin, S.B. Izmailova, N.P. Pashtaev, H.N. Kuzmichev, S.S. Alieva, K.I. Katmakov

Contact information: Tsygankov Alexander Yu. alextsygankov1986@yandex.ru

Inverted Posterior Femto-Keratoplasty: Quality of the Surface of the Corneal Section and Preliminary...

факоэмульсификации катаракты с выполнением центрального десцеметорексиса. Однако при использовании данной методики зрительной реабилитации достигают лишь 63,8 % пациентов [11]. Методика также не применима у пациентов с псевдофакичной буллезной кератопатией.

Оптимальное решение может быть найдено путем применения фемтосекундного лазера для заготовки донорского трансплантата. Большая часть имеющихся публикаций на эту тему посвящена результатам задней послойной кератопластики с применением низкоэнергетических фемтолазерных систем [12–14]. Результаты при этом не всегда бывают сопоставимы с таковыми при ЗАПК [15, 16].

Количество наименований относительно высокоэнергетических систем (в том числе с регулируемой мощностью), представленных в текущее время на рынке, превосходит количество низкоэнергетических, однако лишь небольшое количество исследователей делится результатами ЗАПК с применением лазеров такого рода [17].

Описана альтернативная методика заготовки донорского роговичного трансплантата с использованием фемтосекундного лазера с регулируемой мощностью, но в этом случае трансплантат заготавливали с эпителиальной поверхности роговицы с применением очень высокой энергии (1,5 мДж), при этом в процессе трансплантации не выполняли удаление десцеметовой мембраны (ДМ) реципиента, считая, что это снижает вероятность отторжения трансплантата. Исходя из результатов указанного исследования, авторам не удалось добиться высокой остроты зрения, максимальная КОЗ составила 0,43 [17].

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости стандартизации способа формирования ультратонких донорских роговичных трансплантатов для задней послойной кератопластики равномерной толщины и разработки оптимальных параметров работы фемтолазерных систем с регулируемой мощностью и дистанцией между импульсами с целью повышения качества заготавливаемого роговичного диска, уменьшения выбраковки материала и улучшения клинико-функциональных результатов операции.

Цель работы состояла в изучении состояния поверхности ультратонкого донорского трансплантата, заготовленного с эндотелиальной поверхности роговицы с помощью фемтосекундного лазера с применением разработанных настроек и при использовании механического микрокератома, а также в оценке равномерности лазерного трансплантата и демонстрации предварительных клинических результатов реабилитации пациентов методом задней послойной кератопластики.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Для заготовки ультратонкого донорского роговичного трансплантата для задней послойной кератопластики использовали фемтосекундный лазер Alcon Wavelight FS 200 (Германия). Донорский роговично-склеральный диск,

консервированный в среде Борзенка — Мороз, смонтировали задним эпителием кверху на искусственную переднюю камеру (Moria, Франция), внутри которой с помощью инфузионной системы создавали давление 20 см водн. ст. Эндотелиальную поверхность роговицы увлажняли той же консервирующей средой. После обеспечения центровки и аппланации лазерного интерфейса под управлением компьютерной программы произвели срез роговицы заданного профиля. Использовали следующие настройки лазера: режим передней послойной кератопластики, глубина горизонтального среза — 130 мкм, диаметр трансплантата — 8 мм, энергия импульса для горизонтального среза — 0,8 мДж, расстояние между импульсами — 8 мкм, расстояние между рядами — 8 мкм, энергия импульса для вертикального среза — 1,5 мкДж, расстояние между импульсами — 4 мкм, расстояние между рядами — 3 мкм. Шпателем разрушили остаточные тканевые мостики и отделили трансплантат от окружающей стромы. Во всех случаях отделение проводили без значительного механического усилия. В профиле вертикального среза тканевые мостики отсутствовали либо отмечались в единичном количестве. В профиле горизонтального среза их количество было несколько больше. Во всех случаях трансплантат отделялся полностью, полученный роговичный диск выглядел равномерным, без видимых через операционный микроскоп участков механического повреждения (Zeiss Lumera 700, Германия). После отделения оставшаяся часть донорской роговицы, которая включала в себя поверхность, конгруэнтную поверхности трансплантата, помещали в 10 % формалин (5 образцов). Контролем служили донорские роговичные лоскуты, полученные с помощью механического микрокератома Moria SLK-2 (Франция, 5 образцов).

Перед проведением атомно-силовой микроскопии (АСМ) образцы высушивали в эксикаторе. Сканирование выполняли с помощью микроскопа Certus V (NanoScanTechnologies, Россия) в контактном режиме в воздушной среде. При исследовании использовали зонды для контактной АСМ MSCT-AUNM (Veeco, США) с жесткостью балки 0,01 Н/м и радиусом кривизны 10 нм. Морфометрический анализ был выполнен с применением стандартного программного обеспечения, интегрированного в микроскоп. Для расчета среднеквадратичной шероховатости поверхности (RMS) с помощью штатной программы изображения выпрямили по осям x и y . Образцы изучали не менее чем в 5 точках, получив 5 изображений площадью 400 мкм² (20×20 мкм). Расчеты статистической значимости различий выполняли с применением непараметрического критерия Манна — Уитни. Коэффициент достоверности $p < 0,05$ считали значимым.

В клиническом исследовании приняли участие 4 пациента со сроком наблюдения 1 год после операции. Всем пациентам перед операцией провели следующие исследования: визометрию, авторефрактометрию, кератометрию, тонометрию, ультразвуковую биометрию (A-scan), ОКТ переднего отрезка глаза (Optovue, США),

эндотелиальную микроскопию (Tomey EM-3000, Япония), ОКТ заднего отрезка глаза (Optovue, США), определение полей зрения, электрофизиологическое исследование зрительного нерва (ЭФИ), ультразвуковое офтальмосканирование (B-scan).

Центральная толщина роговицы (ЦТР), измеренная методом ОКТ, до операции варьировала от 650 до 724 мкм, что свидетельствовало о наличии отека. Подсчет плотности эндотелиальных клеток (ЭК) до операции ни в одном случае не удался. НКОЗ составила от 0,03 до 0,1, КОЗ была в пределах от 0,1 до 0,3.

Клинический случай 1. Пациентка Мо. Диагноз — дистрофия роговицы Фукса, катаракта, эпитриетальный фиброз. НКОЗ = 0,05 дптр, КОЗ = 0,1 дптр, ЦТР = 714 мкм.

Клинический случай 2. Пациентка Ма. Диагноз — дистрофия роговицы Фукса, катаракта, миопия средней степени, состояние после радиальной кератотомии, первичная открытоугольная глаукома, НКОЗ = 0,1 дптр, КОЗ = 0,2 дптр, ЦТР = 676 мкм.

Клинический случай 3. Пациентка К. Диагноз — дистрофия роговицы Фукса, катаракта, возрастная макулярная дегенерация («сухая» форма). НКОЗ = 0,03 дптр, КОЗ = 0,3 дптр, ЦТР = 650 мкм.

Клинический случай 4. Пациентка Б. Диагноз — буллезная кератопатия, артифакция, авитрия, оперированная отслойка сетчатки. НКОЗ = 0,1 дптр, КОЗ = 0,1 дптр, ЦТР = 724 мкм.

Всем пациентам была выполнена задняя послойная кератопластика с ультратонким трансплантатом, выкроенным описанным выше методом. Трансплантацию провели через роговичный темпоральный тоннельный доступ (4,5 мм) с помощью глайда Бузина. Больным с катарактой была проведена комбинированная операция с факоэмульсификацией и имплантацией гидрофобной ИОЛ.

В послеоперационном периоде для контроля состояния трансплантата и роговицы использовали ОКТ и подсчет плотности эндотелиальных клеток (ПЭК).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значение среднеквадратичной шероховатости поверхности (RMS) образцов основной группы, заготовленных с использованием фемтосекундного лазера с эндотелиальной поверхности роговицы, составило $18,6 \pm 7,8$ мкм (рис. 1). RMS образцов контрольной группы, заготовленных с помощью механического микрократома, соответствовала $22,3 \pm 18,3$ мкм (рис. 2).

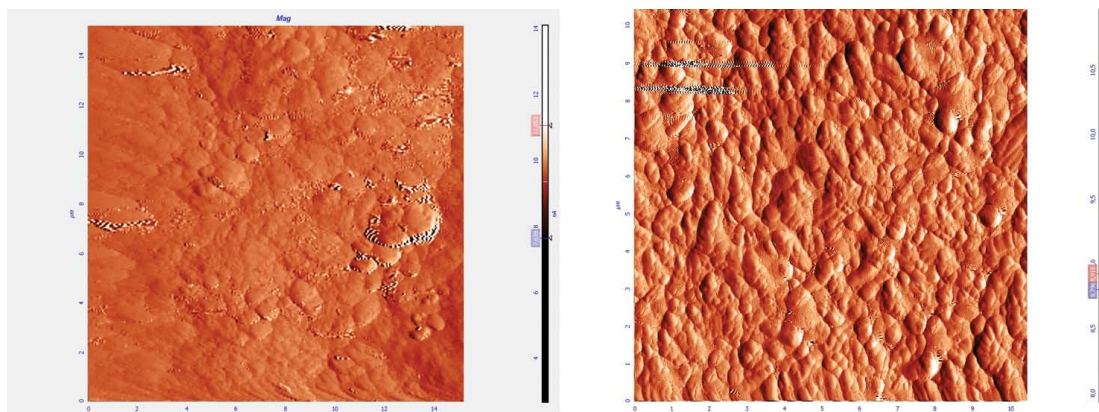


Рис. 1. Изображения поверхности образцов, изготовленных с помощью фемтосекундного лазера, полученные методом атомно-силовой микроскопии

Fig. 1. Images of the surface of the samples, performed with femtosecond laser, obtained by atomic force microscopy

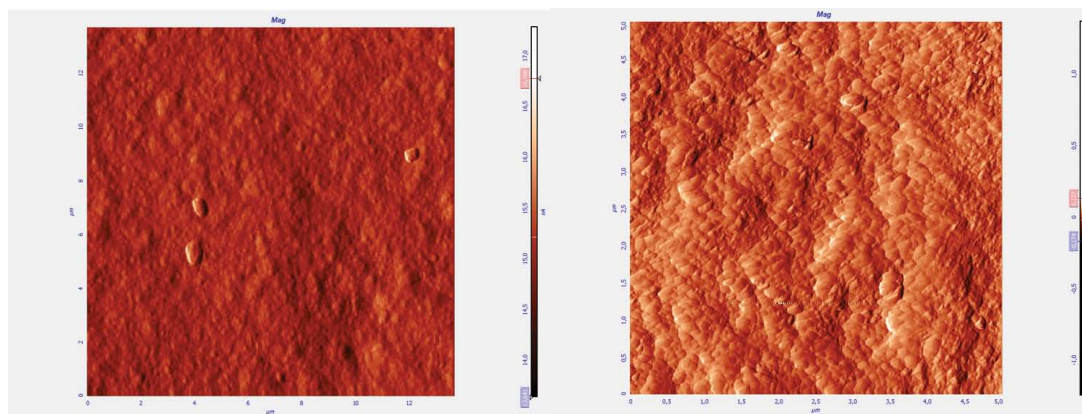


Рис. 2. Изображения поверхности образцов, изготовленных с помощью микрократома, полученные методом атомно-силовой микроскопии

Fig. 2. Images of the samples, performed with femtosecond laser, obtained by atomic force microscopy

Статистический анализ не выявил достоверных различий между значениями RMS в указанных группах ($p > 0,05$), что свидетельствует о сопоставимости исследуемого параметра.

Во всех клинических случаях было достигнуто прозрачное приживление трансплантата. Послеоперационный период протекал без осложнений. Наблюдали постепенное увеличение показателей НКОЗ и КОЗ. Через 1 год при биомикроскопии роговица была абсолютно прозрачной, граница между донором и реципиентом практически не визуализировалась (рис. 3, 5, 7, 9). Ни в одном случае не наблюдали «хейз» в интерфейсе донор—реципиент.

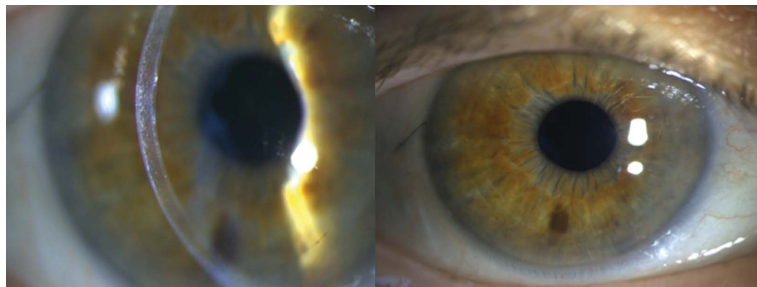


Рис. 3. Глаз пациентки Мо на сроке 1 год после операции

Fig. 3. Eye of patient Mo 1 year after surgery

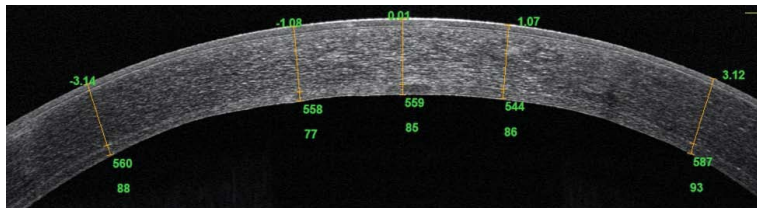


Рис. 4. OCT пациентки Мо на сроке 1 год после операции

Fig. 4. OCT of patient Mo 1 year after surgery

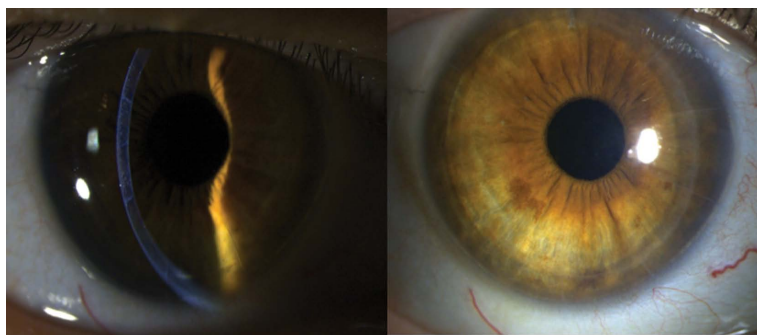


Рис. 5. Глаз пациентки Ма на сроке 1 год после операции

Fig. 5. Eye of patient Ma 1 year after surgery

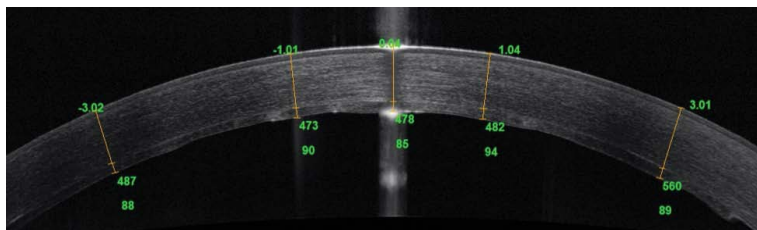


Рис. 6. OCT пациентки Ма на сроке 1 год после операции

Fig. 6. OCT of patient Ma 1 year after surgery

Через 1 год после операции НКОЗ находилась в диапазоне от 0,1 до 0,6. КОЗ варьировала от 0,2 до 0,6, что можно объяснить наличием у пациентов сопутствующей патологии. Роговичный астигматизм составил в среднем $1,35 \pm 1,0$ дптр.

Учитывая восстановление прозрачности роговицы после выполнения операции, стало возможным проведение эндотелиальной микроскопии. ПЭК варьировала от 1194 до 2150 кл/мм² и в среднем составила 1526 ± 434 кл/мм². Потеря ЭК была равна $48,0 \pm 12,8$ %, средняя толщина трансплантата в центре — 78 ± 18 мкм, в периферической зоне — 100 ± 12 мкм, индекс центр-край — $0,84 \pm 0,12$. ЦТР — $600,2 \pm 31,6$ мкм (рис. 4, 6, 8, 10).

Клинический случай 1. Пациентка Мо (рис. 3, 4). НКОЗ = 0,2, КОЗ = 0,3, ЦТР = 573 мкм, ПЭК = 1488 кл/мм², толщина трансплантата в центре — 85 мкм, в периферической зоне — 93 мкм, индекс «центр-край» (ИЦК) составил 0,91.

Клинический случай 2. Пациентка Ма (рис. 5, 6). НКОЗ = 0,4, КОЗ = 0,4, ЦТР = 605 мкм, ПЭК = 1194 кл/мм², толщина трансплантата в центре — 81 мкм, в периферической зоне — 89 мкм, ИЦК = 0,91.

Клинический случай 3. Пациентка К. НКОЗ — 0,6, КОЗ — 0,6, ЦТР — 580 мкм, ПЭК 1272 кл/мм², толщина трансплантата в центре — 68 мкм, в периферической зоне — 102 мкм, ИЦК = 0,66.

Клинический случай 4. Пациентка Б. НКОЗ — 0,1, КОЗ — 0,2, ЦТР — 643 мкм, ПЭК — 2150 кл/мм², толщина трансплантата в центре — 104 мкм, в периферической зоне — 115 мкм, ИЦК = 0,90.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование выявило идентичную степень шероховатости (RMS) поверхности среза, выполненного в глубоких слоях донорской роговицы с ее эндотелиальной поверхности как с помощью фемтосекундного лазера на указанных настройках, так и полученного с использованием механического микрократома, что позволило сделать вывод о высоких оптических свойствах трансплантата для задней послойной кератопластики, заготовленного при помощи описанного метода, и перспективности его применения в клинической практике.

Результаты исследования демонстрируют предсказуемость получения донорского материала с минимальным риском его перфорации, что соответствует опубликованным ранее данным, описывающим применение других фемтолазерных установок [12–14].

Индекс «центр-край» был близок к 1,0, что свидетельствует о равномерности и сим-

метричности профиля трансплантата, а это позволяет минимизировать гиперметропический сдвиг рефракции и послеоперационный астигматизм и таким образом создать предпосылки для получения высоких зрительных функций [16]. Из описанной небольшой серии клинических случаев можно сделать предварительный вывод, что описанная технологии изготовления является предсказуемой и позволяет получать равномерные ультратонкие трансплантаты.

Все пациенты были довольны результатами операции и отмечали улучшение остроты зрения. На сроке наблюдения 1 год у всех больных выявлено увеличение показателей НКОЗ и КОЗ. Не удалось достичь КОЗ больше 0,6 по причине наличия сопутствующей патологии, однако полученные результаты были выше, чем при альтернативной методике с выкраиванием трансплантата с эпителиальной стороны при использовании того же фемтосекундного лазера [17].

ПЭК была сопоставима с таковой, достигаемой на тех же сроках наблюдения при применении стандартной технологии ЗАПК с использованием трансплантата, изготовленного при помощи механического микрокератома [4].

Безусловно, выполненный небольшой объем хирургического вмешательства не позволяет провести детальный анализ эффективности представленной технологии, актуальным является сравнение ее результатов с классической технологией ЗАПК и альтернативными лазерными методиками с проведением полноценного статистического анализа, однако уже на текущем этапе исследований достигнутые результаты вселяют уверенность в перспективность описанного направления.

ВЫВОДЫ

Задняя послойная кератопластика с использованием фемтосекундного лазера, работающего на указанных параметрах, для заготовки ультратонкого донорского роговичного трансплантата с эндотелиальной поверхности роговицы является эффективным и безопасным методом в лечении пациентов с дистрофией Фукса и БК. Операция позволяет полностью восстановить прозрачность всех слоев роговицы и максимально повысить остроту зрения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Паштаев А.Н. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, редактирование;

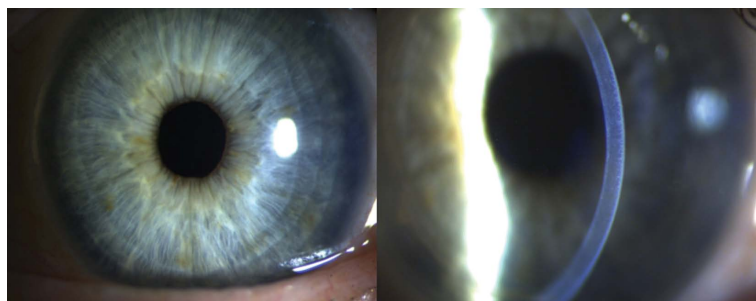


Рис. 7. Глаз пациентки Н. на сроке 1 год после операции

Fig. 7. Eye of patient H. 1 year after surgery

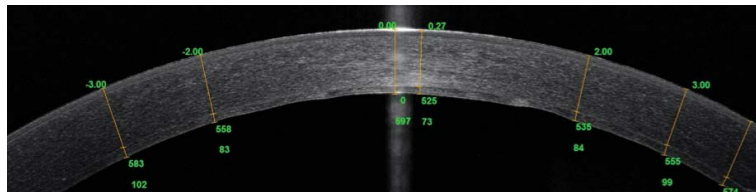


Рис. 8. OCT пациентки Н. на сроке 1 год после операции

Fig. 8. OCT of patient H. 1 year after surgery

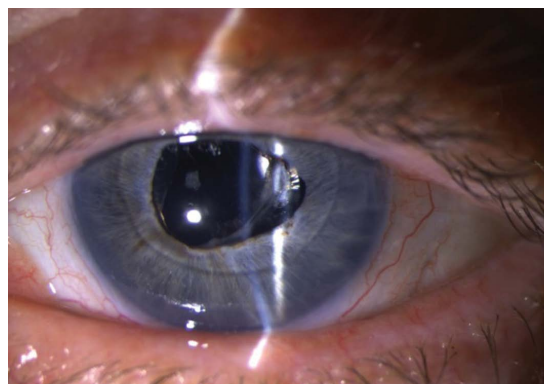


Рис. 9. Глаз пациентки Б. на сроке 1 год после операции

Fig. 9. Eye of patient B. 1 year after surgery

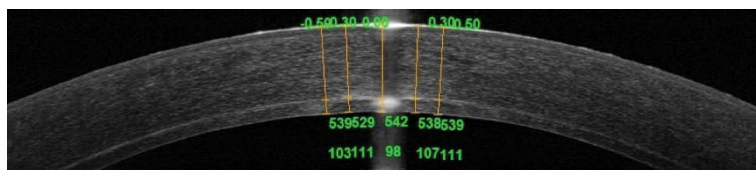


Рис. 10. OCT пациентки Б. на сроке 1 год после операции

Fig. 10. OCT of patient B. 1 year after surgery

Кузьмичев К.Н. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста;
Алиева С.С. — сбор и обработка материала;
Катмаков К.И. — написание текста;
Малюгин Б.Э. — редактирование;
Паштаев Н.П. — редактирование;
Измайлова С.Б. — редактирование.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Tan D., Mehta J. Future directions in lamellar corneal transplantation. *Cornea*. 2007;26(1):21–28. DOI: 10.1097/ICO.0b013e31812f685c
2. Eye Bank Association of America: Statistical report on eye banking activity for 2016. Washington, 2017. EBAA. Allrightsreserved.
3. Al-Towerki A.E., Gonnahel S., Al-Rajhi A., Wagoner M.D. Changing indications for corneal transplantation at the King Khaled Eye Specialist Hospital (1983–2002). *Cornea*. 2004;23(6):584–588. DOI: 10.1097/01.ico.0000121708.58571.5b

4. Gorovoy M. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2006; 25(8):886–899. DOI: 10.1097/01.icc.0000214224.90743.01
5. Maeno A., Naor J., Lee H.M., Hunter W.S., Rootman D.S. Three decades of corneal transplantations: indications and patient characteristics. *Cornea*. 2000;19(1):7–11. DOI: 10.1097/00003226-200001000-00002
6. Sugar A., Sugar J. Techniques in penetrating keratoplasty: a quarter century of development. *Cornea*. 2000;19(5):603–610. DOI: 10.1097/00003226-200009000-00005
7. Neff K., Biber J., Holland E. Comparison of central corneal graft thickness to visual acuity outcomes in endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2011;30(4):388–391. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181f236c6
8. Sikder S., Nordgren R.N., Neravetla S.R., Moshirfar M. Ultra-thin donor tissue preparation for endothelial keratoplasty with a double-pass microkeratome. *Am. J. Ophthalmol.* 2011;152(2):202–208. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.01.051
9. Busin M., Patel A.K., Scoria V., Ponzin D. Microkeratome-assisted preparation of ultrathin grafts for descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2012;53(1):521–524. DOI: 10.1167/iov.11-7753
10. Малиugin Б.Э., Мороз З.И., Борзенко С.А., Дроздов И.В., Айба Э.Э., Паштаев А.Н. Первый опыт и клинические результаты задней автоматизированной послойной кератопластики (ЗАПК) с использованием предварительно выкроенных консервированных ультратонких роговичных трансплантатов. *Офтальмохирургия*. 2013;(3):12–16. [Malyugin B.E., Moroz Z.I., Borzenok S.A., Drozdov I.V., Aiba E.E., Pashtayev A.N. First experience and clinical results of DSAEK utilizing the pre-cut ultrathin grafts. The Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = *Oftalmokhirurgiya*. 2013;(3):12–16 (In Russ.).]
11. Малиugin Б.Э., Измайлова С.Б., Малиугина Е.А., Антонова О.П., Гелястанов А.М. Клинико-функциональные результаты хирургического лечения катаракты и первичной эндотелиальной дистрофии роговицы Фукса методом одномоментной фактомульсификации и центрального десцеметорексиса. *Вестник офтальмологии*. 2017;(6):16–22. [Malyugin B.E., Izmaylova S.B., Malyugina E.A., Antonova O.P., Gelyastanov A.M. Clinical and functional results of one-step phaco surgery and central descemetorhexis for cataract and Fuchs primary endothelial corneal dystrophy. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2017;(6):16–22 (In Russ.).] DOI: 10.17116/oftalma2017133616-22
12. Phillips P.M., Phillips L.J., Saad H.A., Terry M.A., Stolz D.B., Stoeger C., Franks J., Davis-Boozer D. "Ultrathin" DSAEK tissue prepared with a low-pulse energy, high-frequency femtosecond laser. *Cornea*. 2013;32:81–86. DOI: 10.1097/ICO.0b013e31825c72dc
13. Hjortdal J., Nielsen E., Vestergaard A., Søndergaard A. Inverse cutting of posterior lamellar corneal grafts by a femtosecond laser. *Open.Ophthalmol. J.* 2012;6:19–22. DOI: 10.2174/1874364101206010019
14. Liu Y.C., Teo E.P., Adnan K.B., Yam G.H., Peh G.S., Tan D.T., Mehta J.S. Endothelial approach ultrathin corneal grafts prepared by femtosecond laser for Descemet stripping endothelial keratoplasty. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2014;55(12):8393–401. DOI: 10.1167/iov.14-15080
15. Ivarsen A., Hjortdal J. Clinical outcome of Descemet's stripping endothelial keratoplasty with femtosecond laser-prepared grafts. *Acta. Ophthalmol.* 2018;96(5):e655–e656. DOI: 10.1111/aos.13672
16. Малиugin Б.Э., Шилова Н.Ф., Антонова О.П., Анисимова Н.С., Шормаз И.Н. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов задней послойной кератопластики с использованием фемтосекундного лазера и микрокератома. *Офтальмохирургия*. 2019;(1):20–26. [Malyugin B.E., Shilova N.F., Antonova O.P., Anisimova N.S., Shormaz I.N. Comparative analysis of the results of clinical and functional results using a femtosecond laser and microkeratome. The Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = *Oftalmokhirurgiya*. 2019;(1):20–26 (In Russ.).] DOI: 10.25276/0235-4160-2019-1-20-26
17. Zhang T., Li S.W., Chen T.H., He J.L., Kang Y.W., Lyu F.Q., Ning J.H., Liu C. Clinical results of non-Descemet stripping endothelial keratoplasty. *Int. J. Ophthalmol.* 2017;10(2):223–227. DOI: 10.18240/ijo.2017.02.07

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Паштаев Алексей Николаевич
кандидат медицинских наук, научный сотрудник
Бескудниковский бульвар, 59А, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-2305-1401>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Малиugin Борис Эдуардович
доктор медицинских наук, профессор, зам. ген. директора по научной работе
Бескудниковский бульвар, 59А, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Измайлова Светлана Борисовна
доктор медицинских наук, заведующая отделом трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
Бескудниковский бульвар, 59А, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-3516-1774>

Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Паштаев Николай Петрович
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе
просп. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-7941-2996>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кузьмичев Константин Николаевич
аспирант
Бескудниковский бульвар, 59А, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-3711-949X>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Алиева Сабина Сабировна
аспирант
Бескудниковский бульвар, 59А, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-9564-3695>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Катмаков Константин Игоревич
врач-офтальмолог
просп. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-5521-3781>

ABOUT THE AUTHORS

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Pashtayev Aleksei N.
PhD, researcher
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-2305-1401>

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Malyugin Boris E.
MD, PhD, Professor, deputy director general for science
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Izmailova Svetlana B.
PhD, MD, head of transplant surgery department
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-3516-1774>

Cheboksary branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Pashtayev Nikolai P.
MD, PhD, Professor, deputy director for science
Traktorstroiteley ave., 10, Cheboksary, 428028, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7941-2996>

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Kuzmichev Konstantin N.
resident
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-3711-949X>

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Alieva Sabina S.
resident
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Katmakov Konstantin I.
ophthalmologist
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5521-3781>