

ISSN 2072-1757 (print)

ISSN 2307-3217 (online)

Научно-практический медицинский журнал

# ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА



# PRACTICAL MEDICINE

The scientific and practical medical journal

---

WWW.MFVT.RU WWW.PMARCHIVE.RU

16+

Офтальмология  
Ophthalmology

№ 9 (110)' 2017 / том 1



УДК 617.713-089.843:616-77

**Н.П. ПАШТАЕВ<sup>1</sup>, А.Н. ПАШТАЕВ<sup>2</sup>, Н.А. ПОЗДЕЕВА<sup>1</sup>, А.А. ШИПУНОВ<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Чебоксарский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова МЗ РФ, 428028, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 10<sup>2</sup>МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова МЗ РФ, 127486, г. Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59а

## Ранние клинические результаты применения ультратонкого трансплантата для задней послойной кератопластики, заготовленного с помощью фемтосекундного и эксимерного лазеров

**Паштаев Николай Петрович** — доктор медицинских наук, профессор, директор, тел. (8352) 36-46-88, e-mail: prmntk@chtt.ru**Паштаев Алексей Николаевич** — кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока, тел. +7-926-467-65-04, e-mail: PashtaevMD@gmail.com**Поздеева Надежда Александровна** — доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе, тел. (8352) 36-46-96, e-mail: npozdeeva@mail.ru**Шипунов Александр Александрович** — младший научный сотрудник, тел. (8352) 49-24-11, e-mail: sashawoody@mail.ru

*Разработанная методика формирования ультратонкого трансплантата заключается в выполнении фемтосреза поверхностных слоев донорской роговицы толщиной 350-400 мкм и последующей эксимерлазерной абляции остаточной стромы до 120 мкм в центральной зоне. Метод трансплантации стандартный для задней послойной кератопластики выполняется через туннельный корнеосклеральный разрез длиной 4,5 мм. По данной методике были прооперированы 2 глаза 2 пациентов. Толщина трансплантата после дегидратации в передней камере реципиента составила менее 80 мкм, что соответствует понятию об ультратонком трансплантате, восстановление прозрачности роговицы наступило к 1 месяцу после операции. КОЗ к 3 месяцам после операции составила 0,5 в первом и 0,6 во втором случае, что сравнимо с качеством микрокератомной техники получения трансплантата. Методика является контролируемой на всех этапах исполнения, исключает риск выбраковки донорской роговицы и обеспечивает высокий функциональный результат уже на сроке 1 месяц после операции. Потеря эндотелиальных клеток при использовании данной методики в наших случаях не превышает потери при других способах формирования трансплантата.*

**Ключевые слова:** эндотелиальная дистрофия роговицы, задняя послойная кератопластика, ультратонкий трансплантат, фемтосекундный лазер, эксимерный лазер.

**N.P. PASHTAEV<sup>1</sup>, A.N. PASHTAEV<sup>2</sup>, N.A. POZDEYEVA<sup>1</sup>, A.A. SHIPUNOV<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Cheboksary branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 10 Traktorostroiteley Pr., Cheboksary, Russian Federation, 428028<sup>2</sup>The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 59a Beskoudnikovsky blvd., Moscow, Russian Federation, 127486

## Early clinical results of Descemet's Stripping Endothelial Keratoplasty with ultrathin graft prepared using femtosecond and excimer lasers

**Pashtaev N.P.** — D. Med. Sc., Professor, Director, tel. (8352) 36-46-88, e-mail: prmntk@chtt.ru**Pashtaev A.N.** — Cand. Med. Sc., Junior Researcher of the Department of Transplantation and Opto-Reconstructive Surgery of anterior segment of the eyeball, tel. +7-926-467-65-04, e-mail: PashtaevMD@gmail.com**Pozdeyeva N.A.** — D. Med. Sc., Deputy Director on Research Work, tel. (8352) 36-46-96, e-mail: npozdeeva@mail.ru**Shipunov A.A.** — Junior Researcher, tel. (8352) 49-24-11, e-mail: sashawoody@mail.ru

*The developed method of forming an ultrathin graft is based on the consistent application of femtosecond laser to remove surface layers of donor cornea by 350-400  $\mu\text{m}$  depth and subsequent excimer laser ablation of the residual stroma to obtain the graft thickness of 120  $\mu\text{m}$  in the central zone. The method of transplantation is standard for Descemet's Stripping Endothelial Keratoplasty and is performed using a tunnel corneoscleral incision of 4.5 mm. The surgery of this type was performed for 2 eyes of 2 patients. The thickness of the graft after dehydration in the anterior chamber of the recipient was less than 80  $\mu\text{m}$ , which corresponds to the criteria of ultrathin transplant. Corneal transparency was restored in 1 month after surgery. Corrected visual acuity in 3 months after surgery was 0.5 in the first and 0.6 in the second case, which is comparable to results of microkeratome-assisted techniques of obtaining a graft. The procedure is controlled at all stages, excludes the risk of culling the donor cornea and provides high functional outcomes 1 month after surgery. In the represented cases, the loss of endothelial cells was comparable with other methods of graft formation.*

**Key words:** Fuchs' dystrophy, Descemet's Stripping Endothelial Keratoplasty, ultrathin graft, femtosecond laser, excimer laser.

Задняя послойная кератопластика (ЗПК) является патогенетически направленным методом лечения эндотелиальной дистрофии Фукса и вторичной эпителиально-эндотелиальной дистрофии (ЭЭД) роговицы. ЗПК является более безопасной методикой оперативного лечения эндотелиальной недостаточности, чем сквозная кератопластика (СКП). Выполнение операции через малый корнеосклеральный разрез [1, 2] по типу «закрытого неба» обеспечивает меньшее количество операционных осложнений ЗПК относительно СКП, небольшое количество пересаживаемого донорского материала создает предпосылки для лучшего приживления трансплантата, а отсутствие сквозного рубца позволяет избежать высоких значений индуцированного послеоперационного роговичного астигматизма [3]. Именно поэтому ЗПК стала «золотым стандартом» лечения эндотелиальных дистрофий роговицы в развитых странах [4]. Наиболее высокие показатели послеоперационной остроты зрения достигаются при пересадке так называемого ультратонкого трансплантата [5-7], толщина которого в центральной зоне не превышает 130 мкм [8]. На сегодняшний день существует несколько методик формирования такого трансплантата. Отсутствие единого стандартизованного метода связано с тем, что каждая из предложенных методик имеет свои недостатки. Так, микрокератомная методика обеспечивает достаточно высокие функциональные результаты операции и позволяет свести к минимуму послеоперационную потерю эндотелиальных клеток [9, 10]. Однако, риск перфорации роговицы при выкраивании трансплантата приводит к относительно высокому проценту выбраковки донорского материала, что недопустимо в имеющихся условиях его дефицита. Использование фемтосекундного лазера взамен микрокератома позволяет исключить риск перфорации, но для создания ультратонкого трансплантата необходимо выполнять фемтосрез на большой глубине. Современные фемтолазерные офтальмологические установки при глубине фемторассечения более 400 мкм значительно уступают микрокератому в плане равномерности получаемого трансплантата, что значительно снижает функциональный результат операции [11]. Поэтому была предложена методика инвертного выкраивания трансплантата фемтолазером, то есть непосредственно со стороны эндотелия [12, 13]. Несомненным преимуществом такого способа является возможность получения равномерного по толщине ультратонкого трансплантата с высоким качеством поверхности среза без риска перфорации. В то же время, несмотря на непосредственный

контакт аппланационного интерфейса лазерной установки с эндотелием роговицы, потери эндотелиальных клеток в послеоперационном периоде достаточно небольшие [12, 13]. Однако, вследствие высокой мощности лазерного излучения во время выполнения фемторассечения, может происходить избыточная активация кератоцитов, что приводит к формированию «хейза» на границе трансплантат-роговица реципиента, который не позволяет достичь высокой послеоперационной остроты зрения [13]. Поэтому поиски способа формирования трансплантата продолжают. Идеальная методика должна отвечать следующим критериям: исключать риск перфорации донорской роговицы, позволять получить ультратонкий трансплантат с высоким качеством поверхности среза, обеспечивать получение в послеоперационном периоде остроты зрения 0,5 и выше в случае отсутствия сопутствующей патологии сетчатки и зрительного нерва.

**Цель работы** — разработать новый способ получения ультратонкого трансплантата для ЗПК путем последовательного применения фемтосекундного и эксимерного лазера и оценить полученные результаты в соответствии с современными требованиями к трансплантатам.

#### **Материал и методы**

Предлагаемый метод получения трансплантата является двухэтапным. Первый этап предполагает выполнение среза передней поверхности донорской роговицы на фемтосекундном лазере для уменьшения его толщины. Для этого использовали фемтолазерную офтальмологическую установку Фемто-Визум (Оптосистемы, Троицк). Данный лазер использует в работе излучение инфракрасного лазера с длиной волны 1030-1050 нм, частотой следования импульсов 1 МГц, продолжительностью импульса 400 фс, энергией в импульсе 0,89 мкДж для вертикального и 0,52 мкДж для ламеллярного разреза. Более низкие параметры мощности данной установки в сравнении с другими офтальмологическими фемтолазерами, а также последующее испарение ткани эксимерным лазером позволили нам предположить отсутствие «хейза» в послеоперационном периоде. Донорскую роговицу, законсервированную в среде Борзенка — Мороз, монтировали на искусственную переднюю камеру и помещали под аппланационный интерфейс лазера, на котором выполняли передний послойный срез роговицы в форме цилиндра диаметром 9,0 мм и толщиной 350-400 мкм. Данная глубина выбрана из соображений максимально возможного уменьше-

ния остаточной толщины донорской роговицы при сохранении высокого качества поверхности среза. Срезанную часть передней поверхности роговицы отделяли при помощи тонкого шпателя. Затем выполняли ультразвуковую пахиметрию оставшейся толщины центральной части трансплантата.

Второй этап заключался в выполнении абляции стромы донорской роговицы на эксимерном лазере для получения трансплантата, толщиной в центральной зоне 120 мкм. Для этого этапа мы использовали эксимерный лазер МикросканВизум (Оптосистемы, Троицк). Длина волны данного лазера 193 нм, частота следования импульсов 500 Гц, диаметр лазерного пятна 0,9 мм. Максимальная глубина абляции для данного лазера составляет 100 мкм, если такой глубины оказывается недостаточно, то возможно выполнить абляцию в два этапа. Абляцию проводили плоским лучом, диаметр зоны абляции 10,9 мм, диаметр оптической зоны — 9 мм.

После выполнения второго этапа из полученной заготовки вакуумным панчем Morgia (Франция) вырубали трансплантат диаметром 8,0 мм. Методика трансплантации является стандартной. С височной стороны на глазу пациента выполняли туннельный корнеосклеральный разрез шириной 4,5 мм, с противоположной стороны делали парацентез 1,1 мм. На 12 часах выполняли еще один парацентез для подключения ирригационной системы в переднюю камеру. При помощи обратного крючка формировали десцеметорексис диаметром 8,0 мм. Трансплантат помещали в воронку глайда по Бузину, после чего наконечник глайда вводили в переднюю камеру через туннельный разрез. С противоположной стороны через парацентез трансплантат захватывали за край цанговым пинцетом и выводили в

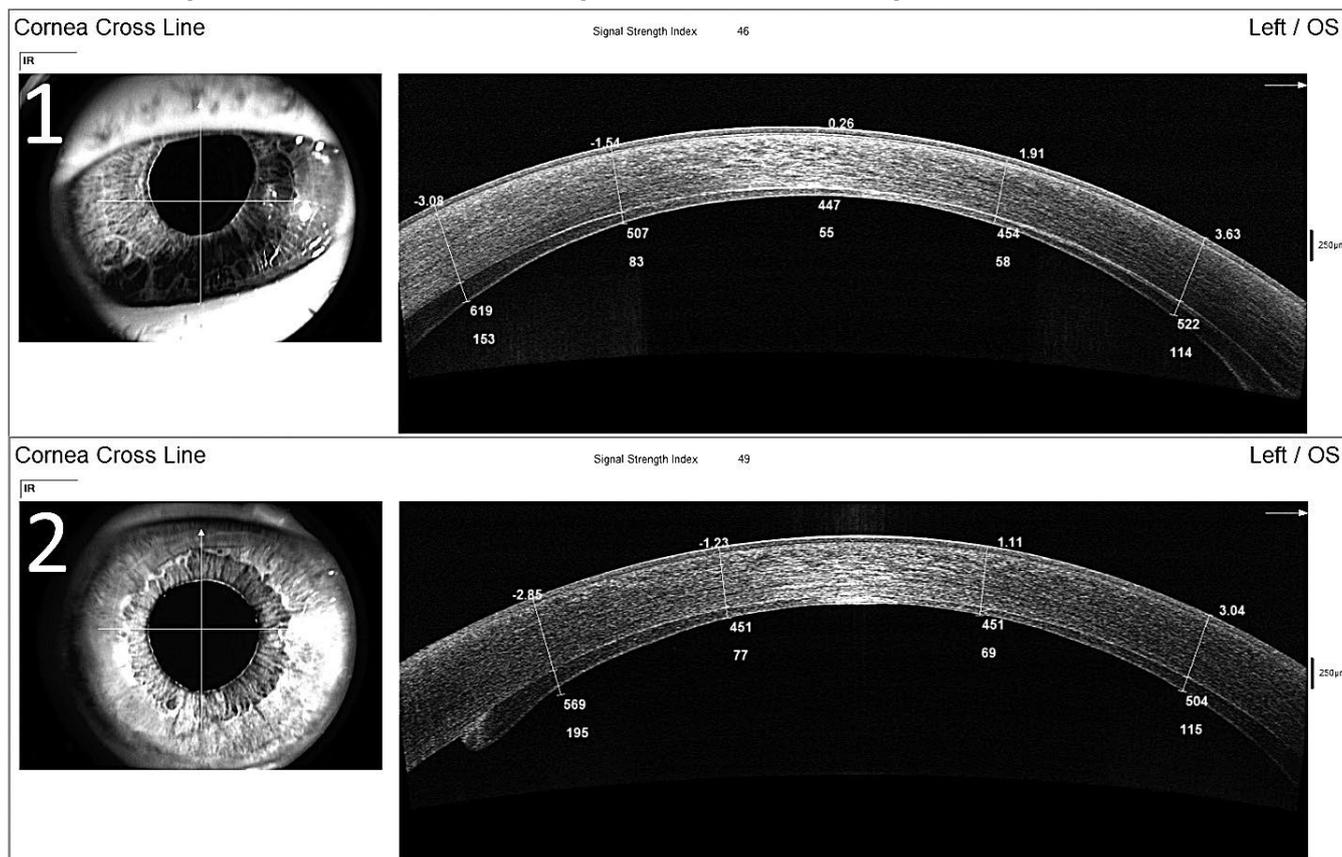
переднюю камеру. Путем подачи жидкости в переднюю камеру трансплантат размещали в зоне десцеметорексиса. На туннельный разрез накладывали узловый шов нейлоном 10-0. Переднюю камеру тампонируют стерильным воздухом. Для лучшей адгезии трансплантата в ложе в день операции пациенту назначали постельный режим с положением на спине. В первые три часа трехкратно инстиллировали мидриатики и гипотензивные препараты с целью профилактики развития зрачкового блока пузырьком воздуха и возникновения офтальмогипертензии.

Было выполнено две ЗПК с применением предлагаемой методики формирования трансплантата двум пациентам с дистрофией роговицы Фукса. Возраст оперированных 75 и 66 лет. В одном случае трансплантация выполнялась на фоне артифакии, в другом — сопровождалась одномоментной факоэмульсификацией катаракты с имплантацией ИОЛ. Контроль положения и толщины трансплантата, динамику уменьшения отека роговицы осуществляли при помощи оптического когерентного томографа (ОКТ) Optovue (США), подсчет плотности эндотелиальных клеток производили в автоматическом режиме на эндотелиальном микроскопе EM-3000 Tomey (Япония), рефрактокератометрические данные оценивали на RC-5000, Tomey (Япония). Срок наблюдения составляет 3 месяца. Оценку данных выполняли на сроках 1-2 день после операции, 1 неделя, 1 и 3 месяца.

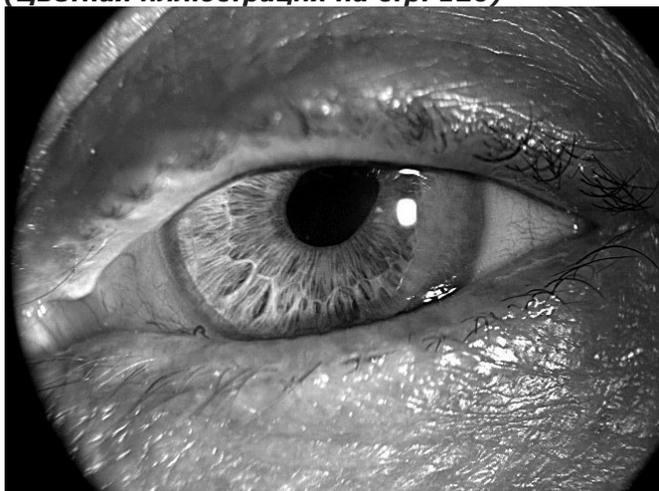
**Результаты и обсуждение**

Течение послеоперационного периода в обоих случаях было неосложненным. Контроль адаптации трансплантата и динамику изменения толщины

**Рисунок 1.**  
**Снимки ОКТ роговицы пациента 1 и 2 через 1 месяц после операции**



**Рисунок 2.**  
Глаз пациента 1 на сроке 1 месяц после операции  
(Цветная иллюстрация на стр. 120)



**Рисунок 3.**  
Глаз пациента 2 на сроке 1 месяца после операции  
(Цветная иллюстрация на стр. 120)



**Таблица 1.**  
Потеря эндотелиальных клеток на сроках 1 и 3 месяца после операции

Пациент	ПЭК трансплантата перед операцией (кл/мм <sup>2</sup> )	ПЭК через 1 месяц после операции (кл/мм <sup>2</sup> )	Потеря ПЭК трансплантата на сроке 1 месяц после операции (%)	ПЭК через 3 месяца после операции (кл/мм <sup>2</sup> )	Потеря ПЭК трансплантата на сроке 3 месяца после операции (%)
1	2000	1217	39,15	1212	39,4
2	2200	1836	16,55	1794	18,41

**Таблица 2.**  
Данные кератометрии до операции и через 3 месяца после операции

Пациент	Кератометрия перед операцией				Кератометрия через 3 месяца после операции			
	K1, дптр	Ось, °	K2, дптр	Ось, °	K1, дптр	Ось, °	K2, дптр	Ось, °
1	43,25	12	43,5	30	42,5	8	42,75	98
2	43	98	44,5	8	41,5	30	41,75	120

трансплантата и роговицы пациента оценивали на основании ОКТ. Вследствие дегидратации трансплантата в передней камере пациента происходило уменьшение его толщины к 1 месяцу после операции относительно исходной (120 мкм) до 55-60 мкм в первом случае и 70-80 мкм во втором случае.

В первом случае центральная толщина роговицы перед операцией составляла 622 мкм, на 7-й день после операции толщина собственной стромы в центральной зоне 587 мкм, толщина трансплантата 77 мкм. Визуально сохранялся небольшой стромальный отек. Корректированная острота зрения 0,2. Во втором случае центральная толщина роговицы перед операцией составляла 648 мкм. На сроке 1 неделя после операции толщина собственной роговицы в центральной зоне 519 мкм, толщина трансплантата в центре 77 мкм, корректированная острота зрения 0,3. Плотность эндотелиальных клеток на 7-й день после операции не определялась из-за отека. На сроке 1 месяц роговица прозрачная (рис. 2, 3). Потеря эндотелиальных клеток (ЭК) к 1 месяцу после операции составила 39,15% в первом случае и 16,55% во втором случае, на сроке 3 месяца по-

сле операции потери ЭК, соответственно, составили 39,40% и 18,41% (табл. 1), что соотносится с данными литературы [3, 7, 9, 14]. Корректированная острота зрения (КОЗ) через 1 месяц после операции в первом случае составила 0,5, во втором — 0,6. Через 3 месяца КОЗ равнялась 0,5 в первом и 0,6 во втором случае. Значения роговичного послеоперационного астигматизма в первом случае составили 1,0 дптр на сроке 1 месяц после операции и 0,25 дптр через 3 месяца, во втором случае — 0,25 дптр на сроке 1 месяц и 0,25 дптр через 3 месяца (табл. 2).

Полученная толщина трансплантата после его дегидратации в глазу реципиента полностью соответствует требованиям к ультратонким трансплантатам, и позволяет достичь высоких функциональных результатов восстановления КОЗ. Разработанный метод является простым в исполнении и характеризуется контролируемостью на всех этапах выполнения, исключая тем самым возможность выбраковки донорской роговицы. Двухэтапный подход к формированию трансплантата решает проблемы его неравномерности и низкого качества поверхности



среза, которые возникают при одноэтапной заготовке, подразумевающей проведение среза на большой глубине на минимальной дистанции от задней поверхности донорской роговицы. Использование фемтосекундного лазера с низкоэнергетическими параметрами излучения, а также последующая абляция эксимер лазером не приводит к формированию «хейза» в интерфейсе «трансплантат — роговица реципиента». Потеря эндотелиальных клеток сопоставима с литературными данными при использовании других технологий заготовки трансплантата. В наших случаях наблюдения удалось за короткое время добиться восстановления достаточно высоких зрительных функций.

Разработанная методика формирования трансплантата для ЗПК путем последовательного применения фемторассечения и эксимерлазерной абляции является контролируемой и безопасной на всех этапах ее исполнения и позволяет изготовить полностью отвечающий современным требованиям к ультратонким трансплантатам. Первый опыт применения данного метода демонстрирует получение высоких функциональных результатов восстановления зрения на сроке 1 месяц после операции, а потери ПЭК сопоставимы с другими существующими методиками. Из недостатков данной методики можно выделить ее высокую стоимость и необходимость использования дорогостоящего оборудования. Однако достигнутые результаты позволяют возлагать большие надежды на ее дальнейшее совершенствование и внедрение в клиническую практику.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Busin M., Bhatt P.R., Scorcia V. A modified technique for Descemet membrane stripping automated endothelial keratoplasty to minimize endothelial cell loss // *Arch. Ophthalmol.* — 2008. — Vol. 126. — P. 1133-1137.
2. Walter K.A., Foster J.B. Innovation in Endothelial Keratoplasty

Early results from a no-fold, small-incision, DSAEK graft injector // *Cataract Refract. Surg. Today.* — 2009. — Vol. 9. — P. 83-85.

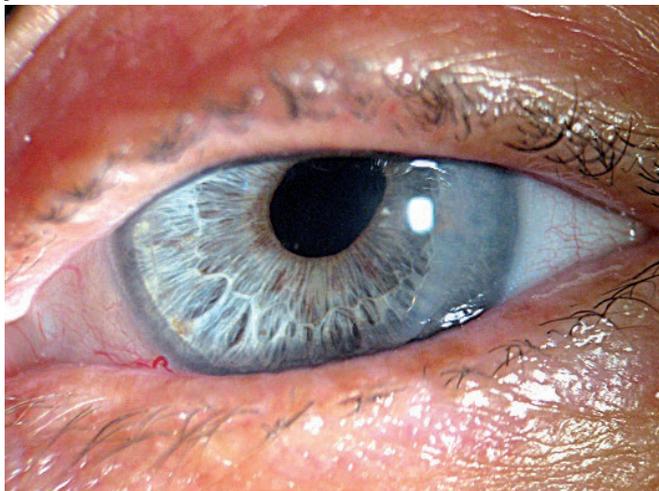
3. Khor W.B., Mehta J.S., Tan T.D. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty with a graft insertion device: surgical technique and early clinical results // *Am. J. Ophthalmol.* — 2011. — Vol. 151. — P. 223-232.
4. Tan D., Mehta J. Future directions in lamellar corneal transplantation // *Cornea.* — 2007. — Vol. 26, №1. — P. 21-28.
5. Малюгин Б.Э., Мороз З.И., Ковшун Е.В., Дроздов И.В. Задняя автоматизированная послойная кератопластика с использованием ультратонких трансплантатов // Тез. докл. 9-го съезда офтальмологов России. — М., 2010. — С. 310-311.
6. Малюгин Б.Э., Мороз З.И., Ковшун Е.В., Дроздов И.В. Анализ клинических результатов задней автоматизированной послойной кератопластики с использованием ультратонких трансплантатов // «Филатовские чтения»: Мат. научно-практической конференции. — Одесса, 2011. — С. 23-24.
7. Koenig S.B., Covert D.J., Dupps W.J., Meisler D.M. Visual acuity, refractive error, and endothelial cell density six months after descemet stripping and automated endothelial keratoplasty (DSAEK) // *Cornea.* — 2007. — Vol. 26, №6. — P. 670-674.
8. Neff K.D., Biber J.M., Holland E.J. Comparison of central corneal graft thickness to visual acuity outcomes in endothelial keratoplasty // *Cornea.* — 2011. — Vol. 30, №4. — P. 388-391.
9. Малюгин Б.Э., Мороз З.И., Борзенко С.А. и др. Первый опыт и клинические результаты задней автоматизированной послойной кератопластики (ЗАПК) с использованием предварительно выкроенных консервированных ультратонких трансплантатов // *Офтальмохирургия.* — 2013. — №3. — С. 12-16.
10. Gorovoy M. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty // *Cornea.* — 2006. — Vol. 25, №8. — P. 886-889.
11. Mootha V.V., Heck E., Verity S.M. et al. Comparative study of Descemet stripping automated endothelial keratoplasty donor preparation by MoriaCBm micro keratome, horizon microkeratome, and Intralase FS60 // *Cornea.* — 2011. — Vol. 30, №11. — P. 320-324.
12. Нероев В.В., Гундорова Р.А., Степанов А.В. и др. Первый опыт и краткосрочные результаты фемтолазерной задней послойной кератопластики (DSEK) с формированием трансплантата с эндотелиальной стороны // *Российский медицинский журнал.* — 2013. — №5. — С. 44-46.
13. Hjortdal J., Nielsen E., Vestergaard A., Sondergaard A. Inverse Cutting of Posterior Lamellar Corneal Grafts by a Femtosecond Laser // *The Open Ophthalmology Journal.* — 2012. — №6. — P. 19-22.
14. Mehta J.S., Por Y.M., Poh R. et al. Comparison of donor insertion techniques for Descemet stripping automated endothelial keratoplasty // *Arch. Ophthalmol.* — 2008. — Vol. 126, №10. — P. 1383-1388.

**Н.П. ПАШТАЕВ, А.Н. ПАШТАЕВ, Н.А. ПОЗДЕЕВА, А.А. ШИПУНОВ**

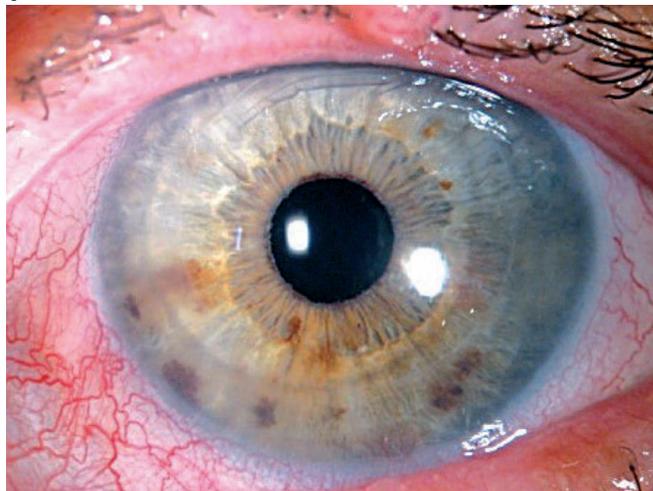
Ранние клинические результаты применения ультратонкого трансплантата для задней послойной кератопластики, заготовленного с помощью фемтосекундного и эксимерного лазеров (стр. 63)

**Рисунок 2.**

Глаз пациента 1 на сроке 1 месяц после операции

**Рисунок 3.**

Глаз пациента 2 на сроке 1 месяца после операции

**О.В. ПИСАРЕВСКАЯ, А.Г. ЩУКО, Т.Н. ЮРЬЕВА, Т.Н. ФРОЛОВА, Э.М.-Ж. БАЛЬЖИРОВА**

Оптимизация технологии Smile в коррекции миопии слабой степени, сочетающейся с астигматизмом (стр. 71)

**Рисунок 1.**

Характеристика рекомендуемого роговичного вреза

