

Погорелова С.С., Оганесян О.Г., Ченцова Е.В.

СРЕДНЕСРОЧНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ (DSEK) С ФОРМИРОВАНИЕМ ТРАНСПЛАНТАТА ФЕМТОСЕКУНДНЫМ ЛАЗЕРОМ СО СТОРОНЫ ЭНДОТЕЛИЯ

ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России. 105062, Москва, Россия

Для корреспонденции: Оганесян Оганес Георгиевич, доктор мед.наук, старший научный сотрудник. E-mail: oftalmolog@mail.ru

♦ Автоматизированная кератомом эндотелиальная трансплантация с десцеметорексисом — в настоящее время наиболее часто выполняемая операция при патологии эндотелия роговицы. В то же время избыточное количество стромы и неравномерная толщина трансплантата ограничивают достижение потенциальной остроты зрения. Развитие лазерных фемтосекундных технологий позволяет формировать трансплантат с различной толщиной и профилем. Целью сообщения является представление среднесрочных биологических и функциональных результатов эндотелиальной кератопластики с использованием трансплантата, сформированного фемтосекундным лазером LDV Z6 (Ziemer, Швейцария) с эндотелиальной стороны.

Прооперировано 20 пациентов, в том числе после сквозной кератопластики, с первичной и вторичной эндотелиальной дистрофией, с артиридофаксией, авитрией и другой сопутствующей патологией. Срок наблюдения составил $9,6 \pm 8,2$ мес (от 3 до 24 мес). Изучались прозрачность роговицы, острота зрения, потеря плотности эндотелиальных клеток, интра- и постоперационные осложнения. Восстановление прозрачности роговицы достигнуто у всех 20 пациентов. "В послеоперационном периоде имели место как полное, так и частичное неприлегание трансплантата. Снижение плотности эндотелиальных клеток за 1 мес составило 46%, за 3 мес — 53%. Средняя острота зрения за 3 мес наблюдения увеличилась с $0,04 \pm 0,05$ до $0,2 \pm 0,16$. По нашим сведениям, это первые среднесрочные результаты фемтолазерной эндотелиальной кератопластики с формированием лоскута с эндотелиальной стороны. Они дают основание предполагать ее эффективность, что подтверждается восстановлением прозрачности роговицы у всех исследуемых пациентов. Однако потеря плотности клеток в данной серии исследований остается неудовлетворительной, а анализ функциональных результатов неполноценным. Необходимо дальнейшее накопление опыта, изучение результатов и их анализ. Ключевые слова: эндотелиальная кератопластика с десцеметорексисом; фемтосекундный лазер; DSEK.

Для цитирования: Российский медицинский журнал. 2015; 21 (4): 9—12.

Pogorelova S.S., Oganessian O.G., Chentsova E.V.

THE MEDIUM-TERM BIOLOGICAL AND FUNCTIONAL RESULTS OF ENDOTHELIAL KERATOPLASTY WITH FORMATION OF TRANSPLANT USING FEMTOSECOND LASER FROM THE SIDE OF ENDOTHELIUM

The Helmholtz Moscow research institute of ophthalmic diseases of Minzdrav of Russia, 105062 Moscow, Russia

♦ Nowadays, the most frequently applied operation under pathology of cornea endothelium is the endothelial transplantation automated by keratome. At the same time, surplus amount of stroma and nonuniform thickness of transplant limit achievement of potential acuity of vision. The development of laser femtosecond techniques permits to form transplant with different thickness and profile. The article presents medium-term biological and functional results of endothelial keratoplasty from the side of endothelium using transplant formed by femtosecond laser LDV Z6 (Ziemer, Switzerland). The sampling included 20 patients after end-to-end keratoplasty with primary and secondary endothelial dystrophy, with artiridofaquaia, avitria, and other concurrent pathology. The term of monitoring consisted 9.6 ± 8.2 months (from 3 to 24 months). The transparency of cornea, acuity of vision, loss of density of endothelial cells, intra- and post-operation complications were studied. The regeneration of transparency of cornea was achieved in all 20 patients. During post-operation period, both complete and partial mismatch of transplant took place. The density of endothelial cells decreasing amounted to 46% in a month and 53% in three months. During three months of monitoring, average acuity of vision increased from 0.04 ± 0.05 to 0.2 ± 0.16 . According information of authors, these are the first medium-term results of femtosecond endothelial keratoplasty with formation of flap from the side of endothelium. The results lead to suppose its effectiveness that is confirmed by regeneration of transparency of cornea in all examined patients. However, loss of density of cells in the given set of examinations remains unsatisfactory and analysis of functional results inadequate. There a necessity of further accumulation of experience, investigation of results and their analysis.

Keywords: endothelial keratoplasty; femtosecond laser; DSEK

Citation: Rossiiskii meditsinskii zhurnal. 2015; 21 (4): 9—12. (In Russ.)

For correspondence: Oganess Oganessian, MD, PhD, DSc. E-mail: oftalmolog@mail.ru

Received 24.11.14

Общепринятым стандартом лечения патологии эндотелия роговицы на сегодняшний день является трансплантация эндотелиального слоя в той или иной модификации [1—3].

Эти модификации отличаются друг от друга толщиной и составом трансплантата: DSEK (Descemet's stripping endothelial keratoplasty), DMEK (Descemet's membrane

endothelial keratoplasty) [1—3], а также способом его выкраивания: DLEK (Descemet's lamellar endothelial keratoplasty), FS-DLEK (Femtosecond laser-assisted descemet's lamellar endothelial keratoplasty), DSEK, DSAEK (Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty, FS-DSEK (Femtosecond laser-assisted descemet stripping endothelial keratoplasty, DMEKS (Descemet's membrane

endothelial keratoplasty with stromal ring), DMAEK (Descemet's Membrane Automated Endothelial Keratoplasty) и пр. [4—9].

Автоматизированная методика формирования эндотелиального трансплантата кератомом (DSAEK) является наиболее популярной по ряду причин: техническая простота и воспроизводимость методики, высокая скорость формирования трансплантата, удовлетворительное качество стромальной поверхности трансплантата, удовлетворительные результаты операции, простота стандартизации методики. Кроме того, постоянно действующая комиссия по тканевым и глазным банкам при Парламенте Европейского Союза ввела в 2003 г. директиву 2004/23/ЕС, согласно которой перестала осуществляться трансплантация нативных роговиц, что явилось одной из веских причин для перехода на автоматизированную методику формирования трансплантата [10].

Тем не менее с накоплением опыта оказалось, что, несмотря на достижение положительного биологического результата, острота зрения после DSAEK не достигает 1,0 и в 38—100% случаев составляет 0,5 [11, 12]. К другим осложнениям и недостаткам DSAEK относятся индуцированные аметропии, врастание эпителия в зону интерфейса, перфорация донорского материала. Простота и в целом удовлетворенность методикой, а следовательно, массовость ее применения удерживают позиции DSAEK, несмотря на наличие как минимум одной значительно более эффективной, но более сложной в исполнении методики — трансплантации десцеметовой мембраны (DMEK). Ввиду кажущейся сложности DMEK и «здорового» консерватизма большинства «исполнителей» DSAEK менее консервативно настроенные специалисты пытаются найти компромисс между DSEK и DMEK.

Исходя из принятого на сегодняшний день постулата — чем тоньше трансплантат, тем лучше (выше острота зрения) [13], авторы стремятся уменьшить толщину эндотелиального трансплантата. В итоге появилась методика эндотелиальной кератопластики ультратонким (УТ) трансплантатом — Ultrathin DSAEK, которая достигается, как правило, двойной, а иногда и тройной автоматизированной кератотомией [14, 15], впрочем известные методики и одинарной автоматизированной кератотомии [16]. Общепринятых значений толщины ультратонкого трансплантата нет, и большинство авторов относят к ультратонким трансплантаты толщиной менее 100 мкм [15]. В то же время уменьшением толщины трансплантата не удается исключить другой недостаток использования кератома — асимметричность лоскута и индукцию гиперметропии. Кроме того, «double pass» техника сопряжена с высоким риском перфорации донорской ткани, сложностями стандартизации и требует регулярного интраоперационного пахиметрического контроля, что значительно увеличивает время хирургического вмешательства [14].

Альтернативным способом формирования УТ трансплантата является техника с применением фемтосекундного (ФС) лазера (FS-DSEK) [7]. Точность работы лазера, предсказуемость параметров получаемого лоскута, безупречность стандартизации открывают внушительные перспективы для применения ФС-лазеров в эндотелиальной хирургии.

В настоящее время ряд авторов указывают на низкое качество стромальной поверхности получаемого *ex vivo* лоскута при фемтодиссекции в глубоких слоях стромы, объясняя это рассеиванием и ослаблением лазерной энергии в более свободной конфигурации роговичных волокон в задних слоях, что может привести к образованию хейза различной интенсивности [8]. Тем

не менее другие исследования сообщают, что при определенных параметрах ФС-лазера возможно получить лоскут с более гладкой поверхностью, чем при использовании кератома [17, 18]. Ряд исследований показали, что при выкраивании трансплантата ФС-лазером с эндотелиальной стороны (invFS-DSEK) клинически значимой потери плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) не происходит, и она составляет 6—14% [19]. Вместе с тем подобный подход теоретически позволяет получить равномерный, с заданной толщиной лоскут, исключив выбраковку донорской ткани. Нами ранее сообщалось об успешном применении ФС-лазера для выполнения DSEK [Оганесян О.Г. и соавт. Первый опыт и краткосрочные результаты фемтолазерной задней кератопластики (DSEK) с формированием трансплантата с эндотелиальной стороны. Российский медицинский журнал. 2013; 5: 43—46].

Целью данного сообщения является изучение первых среднесрочных биологических (прозрачность, ПЭК) и функциональных (острота зрения) результатов эндотелиальной кератопластики с формированием УТ-трансплантата ФС-лазером со стороны эндотелия.

Материал и методы

В исследование включены 20 пациентов (15 женщин и 5 мужчин), прооперированных в МНИИ ГБ им. Гельмгольца в период с 2012 по 2014 г. Средний срок наблюдения составил $9,6 \pm 8,2$ мес и варьировал от 3 до 24 мес. Средний возраст пациентов на момент операции был равен $65,2 \pm 13,2$ года и варьировал от 29 до 80 лет. Максимально корригируемая острота зрения до операции составила $0,04 \pm 0,05$ (от PLC до 0,3). Показанием к проведению эндотелиальной кератопластики в 40% случаев (8 глаз) явилась первичная дистрофия Фукса, в 35% (7 глаз) — вторичная эндотелиальная дистрофия (ЭД), в 10% (2 глаза) — несостоятельность эндотелия сквозного кератотрансплантата и в 15% (3 глаза) — несостоятельность эндотелия эндокератотрансплантата.

Из сопутствующих патологий и состояний у пациентов были: проникающий корнеосклеральный рубец (5%), субэпителиальный фиброз (20%), катаракта (25%), артрафия (75%), артериодифокия (15%), афакия (5%), оперированная глаукома (15%), в том числе с имплантацией дренажа Ahmed, авитрия (5%), нистагм (5%), а также нейроретинальная патология (30%). В 10% (2 глаза) на момент выполнения операции была интраокулярная линза (ИОЛ) зрачковой локализации. В исследование включены только пациенты с полным и регулярным набором обследований.

Всем пациентам перед операцией и в сроки 1, 3, 6 мес после операции проводились: фото и видеорегистрация, визометрия, авторефрактокератометрия, биомикроскопия, пневмотонометрия, кератоанализирование, в том числе денситометрия, оптическая когерентная томография переднего отрезка, эндотелиальная микроскопия контактной методикой и последующий мануальный подсчет ПЭК.

До операции в подавляющем большинстве случаев ЭД II стадии (по Волкову—Дронову) и во всех случаях ЭД III стадии по причине отека роговицы произвести авторефрактокератометрию, эндотелиальную микроскопию и бесконтактную тонометрию не представлялось возможным. По той же причине физиологические и индуцированные аметропии после предыдущих операций, а также изменения заднего отрезка чаще всего не удавалось диагностировать.

В качестве донорского материала были использованы нативные глазные яблоки, энуклеированные не позд-

нее 12 ч после смерти донора и помещенные в гипотермические условия. Средний возраст доноров составил $52,6 \pm 6,3$ года и варьировал от 40 до 62 лет. Цифровой анализ изображений с мануальным подсчетом ПЭК трансплантируемого материала осуществлялся с помощью биологического микроскопа Levenchuk 670T и программы Adobe Photoshop CS5 после процедуры витального окрашивания эндотелия. Материал считался пригодным для трансплантации при ПЭК ≥ 2200 кл/мм².

Все операции выполнены одним офтальмохирургом. Все дооперационные и постоперационные обследования, а также анализ хода операций выполнены одним офтальмологом.

По причине множества диагностированной и предполагаемой сопутствующей патологии, операции были выполнены преимущественно с терапевтической целью — для купирования роговичного синдрома.

Все пациенты давали письменное согласие на обследование и лечение, в том числе хирургическое, с подробным изложением методики операции, преимуществ и недостатков и вероятных осложнений. Получено согласие на регулярное посещение и дальнейшие обследования. Процедуры, используемые в ходе лечения, строго соответствуют принципам Хельсинкской декларации [20].

Техника операции. Все операции выполнены под местной инстилляционной анестезией, в некоторых случаях в сочетании с субконъюнктивальным введением анестетика. В 3 случаях эндотелиальная трансплантация комбинировалась с факоемульсификацией катаракты и имплантацией ИОЛ.

Для формирования трансплантата с эндотелиальной стороны использовался ФС лазер модели LDV Z6 фирмы Ziemer (Швейцария). После подсчета ПЭК корнеосклеральный диск диаметром 17 мм помещался в искусственную переднюю камеру (Ziemer, Швейцария) эндотелием вверх. После заполнения «передней камеры» раствором BSS на эндотелий роговицы наносился вископротектор (Целлугель, Alcon, США). Фиксированная на искусственной передней камере фемторукоятка путем медленного вращения специального кольца, медленно апплировала эндотелиальную поверхность роговицы до достижения диаметра аппликации 10 мм. По мере накопления опыта, а также в зависимости от размеров роговицы и глубины передней камеры реципиента применялись различные параметры диаметра трансплантата (от 8 до 9 мм) и толщины трансплантата (от 150 до 100 мкм). Время фемтодиссекции варьировало от 72 до 85 с.

По завершении фемтодиссекции обратным вращением кольца достигался равномерный подъем рабочей поверхности рукоятки лазера, расправление роговицы и отстыковка рукоятки от искусственной передней камеры. Окончательная отсепаровка лоскута и разъединение оставшихся стромальных мостиков осуществлялось специальным полуострым круглым шпателем (Ziemer, Швейцария). Далее на глазу реципиента после выполнения парацентеза шириной 0,9 мм под воздухом осуществлялся десцеметорексис. Тоннельный роговичный разрез шириной 4,75 мм производился в меридиане 12 ч. После складывания трансплантата в дубликатуру в соотношении 60/40 с помощью глайда лоскут вводился в переднюю камеру, расправлялся и фиксировался воздухом. Во всех случаях осуществлялась перманентная пневмокorneопексия. Операция заканчивалась парабульбарным введением раствора антибиотика и кортикостероида.

Результаты и обсуждение

В имеющиеся сроки наблюдения, восстановление прозрачности роговицы достигнуто во всех 20 случаях.

Для объективной оценки прозрачности мы использовали метод денситометрии роговицы с помощью кератоанализатора Galilei (Ziemer, Швейцария). В данном приборе оптическая плотность роговицы измеряется по стандарту от 0 до 100 ед., при этом ноль свидетельствует об абсолютной прозрачности, а значение 100 ед. — о полностью непрозрачной роговице [21]. Согласно данным литературы, нормальные показатели оптической плотности роговицы у здоровых людей в среднем составляют $12,99 \pm 2,58$ ед. и варьируют от 10 до 20 ед. [22]. Измерения производились мануально в центральной зоне стромы роговицы. Согласно нашим исследованиям, в сроки 1 мес после операции оптическая плотность роговицы в среднем составляла $38,75 \pm 20,6$ ед. (20—80 ед.), в сроки 3 мес после операции она составила $32,4 \pm 13,6$ ед. (21—47 ед.), а в 6 мес. $20,6 \pm 4,2$ ед. (17—27 ед.), что приближается к усредненным значениям нормы. Обращаясь к данным литературы, можно констатировать, что показатели денситометрии после DSAEK существенно отличаются от полученных нами значений. Так, в сроки 1 мес после DSAEK оптическая плотность роговицы составила в среднем $51,5 \pm 17,4$ ед., а в 3 мес $42,9 \pm 13,1$ ед. [23], что свидетельствует о более быстром восстановлении прозрачности роговицы после FS-DSEK с формированием трансплантата с эндотелиальной стороны по сравнению с DSAEK.

Как и после любой эндотелиальной и сквозной кератопластики, в течение всего периода наблюдения в нашем исследовании отмечалась динамическая потеря ПЭК от средней дооперационной ПЭК донора (3166 ± 454 кл/мм²). За первый месяц после FS-DSEK с формированием трансплантата с эндотелиальной стороны снижение ПЭК составило 46%, при этом средняя ПЭК составила $1469,5 \pm 545,3$ кл/мм². В сроки 3 мес после операции снижение ПЭК составило 53%. Подобные величины превышают потери ПЭК после DSAEK, которые, согласно обобщенным данным, составляют в среднем 37% (25—54%) за 6 мес и 41% (29—61%) за 12 мес [Оганесян О.Г. и соавт. Первый опыт и краткосрочные результаты фемтолазерной задней кератопластики (DSEK) с формированием трансплантата с эндотелиальной стороны. Российский медицинский журнал. 2013; 5: 43—46].

За первые 3 мес наблюдения средняя острота зрения увеличилась с $0,04 \pm 0,05$ до $0,2 \pm 0,16$. В сроки 6 мес и далее существенных изменений остроты зрения у большинства пациентов не отмечено. Одной из причин низких функциональных результатов операций может являться патология сетчатки и зрительного нерва, выявленные уже в послеоперационном периоде, после восстановления прозрачности роговицы. Адекватный анализ зрительных функций на данном этапе исследования осуществить не удалось. Многократные хирургические вмешательства на глазах с глаукомой, последствия травматических повреждений, врожденная патология, а также инволюционные изменения различных структур глазного яблока у наших пациентов в той или иной степени препятствовали полноценному восстановлению остроты зрения и ее оценке.

Интраоперационных осложнений нами не отмечено. В послеоперационном периоде в связи с нарушением постельного режима у 1 пациента с артериодифазией произошли миграция воздуха в заднюю камеру и полная дислокация трансплантата, потребовавшая репневмокorneопексии. Далее продолжительное время сохранялся периферический участок неприлегания трансплантата в нижненаружном квадранте по причине ущемления остатков собственной радужки в интерфейсе. При последующих осмотрах влага в зоне интерфейса

полностью резорбировалась. В целом краевые диастазы трансплантата встречались в 15% случаев (3 глаза), однако респнвмкорнеопексия не производилась. В дальнейшем наблюдалось полное самостоятельное прилегание краев трансплантата. Ранняя несостоятельность эндотелия трансплантата имела место в 10% случаев (2 глаза). Клиническими проявлениями этого осложнения являлись стабильный отек роговицы с первого дня операции при прилежащем трансплантате. Этим пациентам была выполнена резнокератопластика.

Контролируемый зрачковый блок с гипертензией имел место в 35% случаев (7 глаз). Купирование блока осуществлялось выведением из передней камеры избыточного объема воздуха либо сочетанием медикаментозного мидриаза и изменения положения тела.

Результаты фемтолазерной кератопластики с формированием трансплантата с эндотелиальной стороны у 20 пациентов и последующие обследования со средним сроком наблюдения $9,6 \pm 8,2$ мес (3—24 мес) дают основание предполагать ее эффективность, что подтверждается восстановлением прозрачности роговицы у всех исследуемых пациентов (рис. 1—3 на 2-й странице обложки). Точность работы ФС-лазера, стабильная фиксация фемторукотки к искусственной передней камере, бережная постепенная аппланация роговицы, а также использование вискоэластика с целью протекции эндотелия обеспечивают достаточную безопасность процедуры. Предлагаемая методика позволяет выкраивать ультратонкий, с прогнозируемой толщиной эндокератотрансплантат без риска перфорации донорской ткани.

В то же время степень потери ПЭК в данной серии исследований остается неудовлетворительной, а анализ функциональных результатов неполноценным. Необходимо дальнейшее накопление опыта, изучение результатов и их анализ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lee W.B., Jacobs D.S., Musch D.C., Kaufman S.C., Reinhart W.J., Shtein R.M. Descemet's stripping endothelial keratoplasty: safety and outcomes: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2009; 116: 1818—30.
2. Melles G.R., Lander F., Rietveld F.J. Transplantation of Descemet's membrane carrying viable endothelium through a small scleral incision. *Cornea*. 2002; 21 (4): 415—8.
3. McCauley M.B., Price F.W. Jr., Price M.O. Descemet membrane automated endothelial keratoplasty: hybrid technique combining DSAEK stability with DMEK visual results. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2009; 35(10): 1659—64.
4. Studeny P., Sivekova D., Liehneova K., Vokrojova M., Kuchynka P. Hybrid Technique of Lamellar Keratoplasty (DMEK-S). 2013. Available at: <http://www.hindawi.com/journals/joph/2013/254383> (Accessed 21 September 2014).
5. Terry M.A., Ousley P.J. Small-incision deep lamellar endothelial keratoplasty (DLEK): six-month results in the first prospective clinical study. *Cornea*. 2005; 24 (1): 59—65.
6. Lee D.H., Chung T.Y., Chung E.S., Azar D.T. Case report: femtosecond laser-assisted small incision deep lamellar endothelial keratoplasty. *Korean. J. Ophthalmol.* 2008; 22 (1): 43—8.
7. Cheng Y.Y., Pels E., Nuijts R.M. Femtosecond-laser-assisted Descemet's stripping endothelial keratoplasty. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2007; 33: 152—5.
8. Soong H.K., Mian S., Abbasi O., Juhasz T. Femtosecond laser-assisted posterior lamellar keratoplasty: initial studies of surgical technique in eye bank eyes. *Ophthalmology*. 2005; 112 (1): 44—9.
9. Gorovoy M.S. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2006; 25 (8): 886—9.
10. *Materials of the 16th Annual Meeting of the European Eye Bank Association*. Barcelona; 2004.
11. Basak S.K. Descemet stripping and endothelial keratoplasty in endothelial dysfunctions: three-month results in 75 eyes. *Indian. J. Ophthalmol.* 2008; 56 (4): 291—6.
12. Lee W.B., Jacobs D.S., Musch D.C., Kaufman S.C., Reinhart W.J., Shtein R.M. Descemet's stripping endothelial keratoplasty: safety and outcomes: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2009; 116 (9): 1818—30.
13. Dapena I., Ham L., Melles G.R. Endothelial keratoplasty: DSEK/ DSAEK or DMEK—the thinner the better? *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2009; 20 (4): 299—307.
14. Neff K.D., Biber J.M., Holland E.J. Comparison of central corneal graft thickness to visual acuity outcomes in endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2011; 30 (4): 388—91.
15. Busin M., Madi S., Santorum P., Scordia V., Beltz J. Ultrathin descemet's stripping automated endothelial keratoplasty with the microkeratome double-pass technique: two-year outcomes. *Ophthalmol.* 2013; 120(6): 1186—94.
16. Busin M. My technique Ultra-thin DSAEK: Methods and instructions (2011). Available at: <http://www.belamed.com.pl/broszury/Dr.Busin.pdf> (Accessed 21 September 2014).
17. Sarayba M.A., Ignacio T.S., Binder P.S., Tran D.B. Comparative study of stromal bed quality by using mechanical, IntraLase femtosecond laser 15- and 30-kHz microkeratomes. *Cornea*. 2007; 26 (4): 446—51.
18. Serrao S., Buratto L., Lombardo G., De Santo M.P., Ducoli P., Lombardo M. Optimal parameters to improve the interface quality of the flap bed in femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2012; 38(8): 1453—9.
19. Sikder S., Snyder R.W. Femtosecond laser preparation of donor tissue from the endothelial side. *Cornea*. 2006; 25 (4): 416—22.
20. World Medical Association Declaration of Helsinki. Recommendations guiding physicians in biomedical research involving human subjects. *JAMA*. 1997; 277(11): 925—6.
21. Dhuhghail S.N., Rozema J.J., Jongenelen S., Hidalgo I.R., Zakaria N., Tassignon M. Normative values for corneal densitometry analysis by Scheimpflug optical assessment. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2014; 55(1): 162—8.
22. Muneer Otri A., Fares U., Al-Aqaba M.A., Dua S. Corneal densitometry as an indicator of corneal health. *Ophthalmology*. 2012; 119(3): 501—08.
23. Arnalich-Montiel F., Hernández-Verdejo J. L., Oblanca N., Muñoz-Negrete F.J., De Miguel M. P. Comparison of corneal haze and visual outcome in primary DSAEK versus DSAEK following failed DMEK. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2013; 251: 2575—84.

Поступила 24.11.14