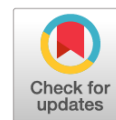


DOI: <https://doi.org/10.17816/OV106579>

Научная статья



Фемтоассистированная задняя послойная кератопластика при буллезной кератопатии IV–V стадии (опыт клинического применения)

А.В. Терещенко, С.К. Демьянченко, Я.М. Трифаненкова, Ю.Ю. Голубева, Е.Н. Вишнякова

Калужский филиал Межотраслевого научно-технического комплекса «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова, Калуга, Россия

Актуальность. Буллезная кератопатия — это хронический отёк роговицы, сопровождающийся значительным снижением остроты зрения и болевыми ощущениями. Причиной буллезной кератопатии становится патологическое необратимое уменьшение количества клеток эндотелия, при котором эндотелиальный слой не может выполнять свои основные барьерные и насосные функции.

Цель — оценить воспроизводимость и функциональные результаты фемтоассистированной задней послойной кератопластики с использованием интраоперационной оптической компьютерной томографии при буллезной кератопатии IV–V стадии.

Материалы и методы. Исследование проведено на 23 глазах 23 пациентов с диагнозом «буллезная кератопатия IV–V стадии». Средний возраст пациентов составил 69 ± 12 лет, 14 мужчин и 9 женщин. До операции в 15 случаях фиксировали правильную светопроекцию, в пяти случаях — счёт пальцев у лица (0,005), в трёх случаях острота зрения составила 0,01. Центральная толщина роговицы варьировала от 981 до 1960 мкм и в среднем составляла 1008 ± 96 мкм. Для формирования эндотелиального трансплантата применяли фемтосекундный лазер Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария). Все операции были выполнены под микроскопом Hi-R Neo 900 с интегрированным для оптической компьютерной томографии модулем III поколения (Haag-Streit Surgical, Германия).

Результаты. Интраоперационных осложнений отмечено не было. Наличие объективного контроля в виде интраоперационной оптической компьютерной томографии позволило во всех случаях чётко дифференцировать стромальную и эндотелиальную поверхность заднего послойного трансплантата, располагающегося в передней камере глаза. Послеоперационное течение было стандартным для задней послойной кератопластики, сопровождалось резорбцией отёка роговицы с восстановлением её прозрачности. При этом нормализация толщины роговицы отмечалась к концу первого месяца после операции, а восстановление оптических свойств роговицы — к 3–6-му месяцам и сопровождалось постепенным повышением остроты зрения. Корригированная острота зрения в срок 1 мес. составляла $0,05 \pm 0,03$, в сроки 3, 6, 12 мес. — $0,1 \pm 0,05$, $0,15 \pm 0,05$ и $0,15 \pm 0,04$ соответственно. К 12 мес. после операции толщина роговицы в центре составляла 596 ± 42 мкм, толщина ультратонкого трансплантата имела тенденцию к некоторому уменьшению — до 67 ± 8 мкм, потеря эндотелиальных клеток составила 59,3 %. Выживаемость эндотелиального трансплантата достигнута в 82,6 % случаев.

Заключение. Применение интраоперационной оптической компьютерной томографии позволяет расширить показания к проведению задней послойной кератопластики при буллезной кератопатии включая IV–V стадии заболевания.

Ключевые слова: буллезная кератопатия; фемтоассистированная задняя послойная кератопластика; эндотелиальная кератопластика; интраоперационная оптическая компьютерная томография.

Как цитировать:

Терещенко А.В., Демьянченко С.К., Трифаненкова Я.М., Голубева Ю.Ю., Вишнякова Е.Н. Фемтоассистированная задняя послойная кератопластика при буллезной кератопатии IV–V стадии (опыт клинического применения) // Офтальмологические ведомости. 2022. Т. 15. № 2. С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV106579>

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV106579>

Research Article

Femtoassisted posterior lamellar keratoplasty in bullous keratopathy of stage IV–V (clinical application experience)

Alexander V. Tereshchenko, Sergey K. Demyanchenko, Yana M. Trifanenkova, Yulia Yu. Golubeva, Ekaterina N. Vishnyakova

S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Kaluga Branch, Kaluga, Russia

BACKGROUND: Bullous keratopathy is a chronic edema of the cornea, accompanied by a significant visual acuity loss and pain. The cause of bullous keratopathy is a pathological irreversible decrease in the number of endothelial cells, in which the endothelial layer cannot perform its main barrier and pumping functions.

AIM: To evaluate the reproducibility and functional results of femto-assisted posterior lamellar keratoplasty using intraoperative OCT at the stage IV–V of bullous keratopathy.

MATERIALS AND METHODS: The study was conducted on 23 eyes of 23 patients diagnosed with stage IV–V of bullous keratopathy. The mean age of patients was 69 ± 12 years, there were 14 male patients and 9 female patients. Before surgery, light perception with correct light projection was recorded in 15 cases, in 5 cases — the count of fingers at the face (0.005), in 3 cases visual acuity was 0.01. The central corneal thickness varied from $981 \mu\text{m}$ to $1960 \mu\text{m}$ and averaged $1008 \pm 96 \mu\text{m}$. Femto LDV Z8 femtosecond laser (Ziemer, Switzerland) was used to form an endothelial graft. All surgeries were performed using the Hi-R Neo 900 operating microscope with an integrated third-generation OCT module (Haag-Streit Surgical, Germany).

RESULTS: No intraoperative complications were noted. The presence of objective control in the form of intraoperative OCT made it possible in all cases to clearly differentiate stromal and endothelial surfaces of the posterior layered graft located in the anterior chamber of the eye. The postoperative course was standard for posterior lamellar keratoplasty, accompanied by resorption of corneal edema with restoration of its transparency. The normalization of corneal thickness was noted by 1 month after surgery, and the restoration of corneal optical properties was noted by 3–6 months and was accompanied by gradual increase in visual acuity. Corrected visual acuity by 1 month was 0.05 ± 0.03 , by 3, 6, 12 months — 0.1 ± 0.05 , 0.15 ± 0.05 and 0.15 ± 0.04 , respectively. By 12 months after surgery, the central corneal thickness was $596 \pm 42 \mu\text{m}$, the thickness of the ultrathin graft tended to decrease somewhat to $67 \pm 8 \mu\text{m}$, the loss of endothelial cells was 59.3%. Endothelial graft survival was achieved in 82.6% of cases.

CONCLUSIONS: The use of intraoperative OCT allows expanding the indications for posterior lamellar keratoplasty in bullous keratopathy, including the stage IV–V of the disease.

Keywords: bullous keratopathy; femto-assisted posterior layered keratoplasty; endothelial keratoplasty; intraoperative OCT.

To cite this article:

Tereshchenko AV, Demyanchenko SK, Trifanenkova YaM, Golubeva YuYu, Vishnyakova EN. Femtoassisted posterior lamellar keratoplasty in bullous keratopathy of stage IV–V (clinical application experience). *Ophthalmology Journal*. 2022;15(2):7-17. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV106579>

Received: 21.04.2022

Accepted: 01.06.2022

Published: 30.06.2022

АКТУАЛЬНОСТЬ

Буллёзная кератопатия (БК) — это хронический отёк роговицы, сопровождающийся значительным снижением остроты зрения и болевыми ощущениями. Причиной буллёзной кератопатии становится патологическое необратимое уменьшение количества клеток эндотелия, при котором эндотелиальный слой не может выполнять свою барьерную и насосную функции [1].

Как правило, данная патология становится следствием хирургической травмы эндотелиального слоя роговицы, при проведении интраокулярных оперативных вмешательств. БК характеризуется прогрессирующим характером течения: нарастающим отёком роговицы с развитием рубцовых изменений роговичной ткани и неоваскуляризацией роговицы на поздних стадиях [2–5].

Основная тенденция в роговичной хирургии на сегодняшний день — это переход от сквозной кератопластики к селективным методикам пересадки роговицы, так как селективные кератопластики менее травматичны, имеют патогенетическую ориентированность и предполагают изолированную замену патологически изменённых слоёв роговицы [6–8].

Активное внедрение в клиническую практику методик эндотелиальных кератопластик (DSEK, DSAEK, Fs-DSEK, DMEK) при буллёзной кератопатии началось в XXI в. и связано с работами зарубежных и отечественных авторов [8–14], которые позволили сформулировать основные концепции и современные представления о технологиях эндотелиальных кератопластик.

По данным литературы, частота выполнения сквозной кератопластики при БК в мировой практике варьирует от 19,2 до 56,25 %. В развитых странах, активно применяющих эндотелиальные методы кератопластики, такие как задняя послойная кератопластика (DSEK, DSAEK, Fs-DSEK) и трансплантация эндотелия на десцеметовой мембране (DMEK), процент сквозных пересадок роговицы при БК имеет минимальные значения [15–18], однако, на наш взгляд, всё ещё составляет значительную долю. Во многом полный отказ офтальмохирургов от сквозной кератопластики и переход на эндотелиальные методы кератопластики не происходит из-за сложности освоения и технического исполнения этих [19].

Несмотря на доказанное преимущество эндотелиальной хирургии перед сквозной кератопластикой, при БК существует ряд ограничений и противопоказаний к выполнению всех видов эндотелиальных кератопластик. В частности, при БК IV–V стадии рекомендуется выполнение сквозной кератопластики, так как грубое нарушение прозрачности роговицы лишает хирурга возможности визуализации структур передней камеры глаза и делает технически невозможным проведение эндотелиальных кератопластик в различных модификациях [6, 8, 11–14].

Известные методики интраоперационной верификации эндотелиальной поверхности трансплантата при проведении задней послойной кератопластики (ЗПКП) и трансплантации эндотелия на десцеметовой мембране (ТЭДМ) [20–23] не могут гарантировать правильную ориентацию эндотелиального слоя в ходе операции при выраженном отёке роговицы пациента с грубым нарушением её прозрачности. Для обнаружения существующей маркировки в ряде случаев необходимо добиться полного расправления эндотелиального трансплантата в передней камере глаза и при определении инверсного расположения эндотелиального слоя продолжить манипуляции с трансплантатом для придания ему правильной ориентации эндотелиального слоя. При этом в ходе операции может усилиться отёк стромы роговицы, что затрудняет или делает невозможным визуализацию имеющейся разметки.

Известно, что оптическая когерентная томография (ОКТ) обладает достаточной разрешающей способностью для визуализации ультратонких структур роговицы даже при грубых помутнениях и выраженном отёке роговицы. Появление в клинической практике интраоперационных микроскопов с интегрированной функцией интраоперационной ОКТ представляется многообещающим и перспективным направлением. Наличие возможности проведения прецизионных вмешательств на роговице с объективным контролем за выполнением тех или иных манипуляций при грубом нарушении прозрачности роговицы может облегчить освоение хирургами методик эндотелиальных кератопластик (ЗПКП, ТЭДМ), расширить показания к проведению эндотелиальной кератопластики в различных модификациях при БК [24–26].

Цель — оценить воспроизводимость и функциональные результаты фемтоассистированной задней послойной кератопластики с использованием интраоперационной ОКТ при буллёзной кератопатии IV–V стадии.

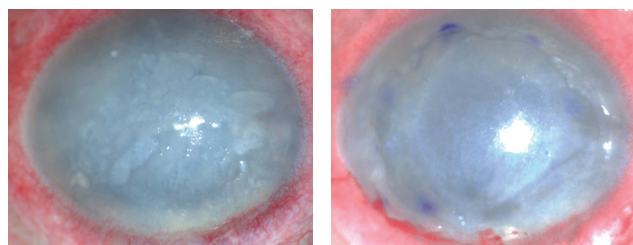
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на 23 глазах 23 пациентов с диагнозом «буллёзная кератопатия IV–V стадии», из них 19 глаз с БК IV стадии и 4 глаза с БК V стадии.

Средний возраст пациентов 69 ± 12 лет, из них: 14 человек мужского пола и 9 — женского.

Во всех случаях БК носила вторичный характер и развивалась в результате ранее проведённых неоднократных внутриглазных вмешательств. Всем пациентам ранее была проведена фактоэмульсификация с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы в капсульный мешок, в 12 случаях ранее была выполнена антиглаукомная операция, в шести случаях пациенты ранее перенесли витреоретинальную хирургию по поводу отслойки сетчатки (авитрия).

Диагноз БК IV–V стадии был установлен в соответствии с используемыми на территории Российской Федерации классификациями М.М. Дронова (1978), Т.У. Горгиладзе и соавт. (1992) [2, 3].

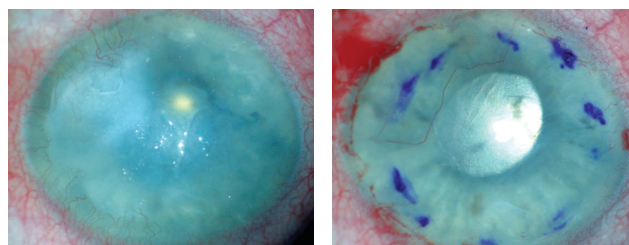


a

b

Рис. 1. Пациент М. Буллёзная кератопатия IV стадии: *a* — выраженный эпителиально-стромальный отёк роговицы с буллами эпителия; *b* — эпителий удалён, выраженный стромальный отёк роговицы, грубое нарушение прозрачности роговицы

Fig. 1. Patient M. The stage IV of bullous keratopathy: *a* — severe epithelial-stromal edema of the cornea with bullous epithelium; *b* — the epithelium is removed; severe corneal stromal edema, gross impairment of corneal transparency are present

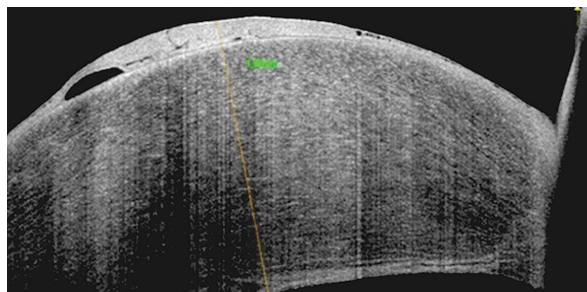


a

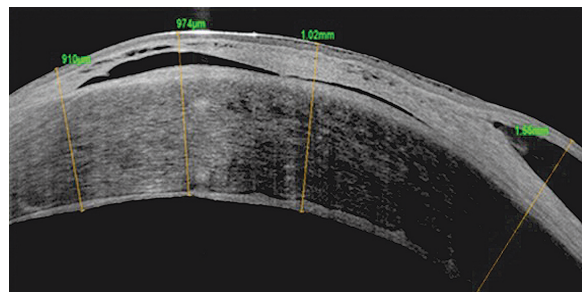
b

Рис. 2. Пациент К. Буллёзная кератопатия V степени: *a* — выраженный эпителиально-стромальный отёк роговицы с буллами эпителия и поверхностной неоваскуляризацией; *b* — эпителий удалён, выраженный стромальный отёк роговицы с глубокой неоваскуляризацией

Fig. 2. The stage V of bullous keratopathy: *a* — severe epithelial-stromal corneal edema with epithelial bullous and superficial neovascularization; *b* — the epithelium is removed; severe corneal stromal edema with deep neovascularization is present



a



b

Рис. 3. Оптическая когерентная томограмма роговицы: диффузный отёк эпителия и стромы роговицы, суб- и интраэпителиальные кистозные полости (буллы), субэпителиальная фиброплазия, фиброплазия на уровне боуеновой и десцеметовой мембраны: *a* — пациент М.; *b* — пациент К.

Fig. 3. The OCT of the cornea: diffuse edema of the corneal epithelium and stroma, sub- and intraepithelial cystic cavities (bullae), subepithelial fibroplasia, fibroplasia at the level of Bowman and Descemet's membranes: *a* — patient M.; *b* — patient K.

Всем пациентам проведён стандартный набор обследований: биомикроскопия, визометрия, тонометрия (по Маклакову, Corvis), ультразвуковая биометрия, электрофизиологические исследования, ультразвуковое В-сканирование, ОКТ роговицы. Подсчёт плотности эндотелиальных клеток был технически невозможен.

По данным биомикроскопии во всех случаях отмечался выраженный отёк роговицы, буллёзные изменения эпителия с грубым нарушением визуализации структур переднего отдела глаза (рис. 1).

В четырёх случаях отмечалось наличие поверхностной и глубокой неоваскуляризации роговицы в периферических и парацентральных отделах (рис. 2).

У всех пациентов определялись крайне низкие зрительные функции. В 15 случаях фиксировалась правильная светопроекция (*pr. l. certae*), предметное зрение отсутствовало, в пяти случаях — счёт пальцев у лица (0,005), и в трёх случаях острота зрения составила 0,01 н/к (не корригировалась).

По данным ОКТ роговицы во всех случаях отмечалось наличие диффузного эпителиально-стромального отёка с элементами субэпителиальной фиброплазии

и фиброзных изменений на уровне боуеновой и десцеметовой мембран различной степени выраженности (рис. 3).

По данным предоперационной ОКТ центральная толщина роговицы варьировала от 981 до 1960 мкм и в среднем составляла 1008 ± 96 мкм.

Критерием отбора для проведения задней послойной кератопластики с использованием фемтосекундного лазера стало отсутствие грубых рубцовых изменений стромы роговицы и новообразованных сосудов в оптической зоне, а также сохранение относительно равномерного профиля её передней и задней поверхности по данным предоперационной ОКТ.

Для формирования эндотелиального трансплантата применяли фемтосекундный лазер Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария). Энергетические параметры ламеллярного реза варьировали от 80 до 100 % в зависимости от сроков консервации донорской роговицы, выраженности постконсервационного отёка и её прозрачности (1–2-е сутки консервации — 80 %, 3–4-е сутки — 90 %, 5-е сутки — 100 %). Толщина трансплантата во всех случаях составляла 120 мкм. Диаметр трансплантата определяли

индивидуально в ходе интраоперационной разметки роговицы пациента и варьировал от 7,0 до 8,1 мм и в среднем составил $7,6 \pm 0,5$. Исходная плотность эндотелиальных клеток донорских роговиц — 2451 ± 85 кл/мм².

У всех пациентов при трансплантации был применён операционный микроскоп Hi-R Neo 900 с интегрированным ОКТ-модулем III поколения (Haag-Streit Surgical, Германия). В условиях сниженной визуализации точность выполнения всех этапов операции контролировали при помощи проекции ОКТ в режиме реального времени.

В послеоперационном периоде пациенты получали стандартную антибактериальную и противовоспалительную терапию. Длительность применения топических глюкокортикостероидных препаратов (дексаметазон 0,1 %) составляла 1–1,5 мес. Сроки наблюдения пациентов в послеоперационном периоде — 1, 3, 6, 12 мес.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Интраоперационных осложнений отмечено не было.

Наличие объективного контроля в виде интраоперационной ОКТ позволило во всех случаях чётко дифференцировать стромальную и эндотелиальную поверхность

заднего послойного трансплантата, располагающегося в передней камере глаза (рис. 4).

При помощи интраоперационной ОКТ в двух случаях, после введения ультратонкого трансплантата в переднюю камеру глаза, было зафиксировано инвертированное положение эндотелиальной поверхности трансплантата относительно задней поверхности стромы роговицы пациента (рис. 4, а), что позволило своевременно произвести переворот трансплантата в передней камере глаза, придать ему правильную ориентацию эндотелиальной поверхности и избежать осложнений и необходимости рекератопластики.

Полученные клинико-функциональные результаты представлены в табл. 1.

Послеоперационное течение было стандартным для задней послойной кератопластики, сопровождалось резорбцией отёка роговицы с восстановлением её прозрачности. При этом нормализация толщины роговицы отмечалась к первому месяцу после операции, а восстановление оптических свойств роговицы — к 3–6-му месяцам (рис. 5) и сопровождалось постепенным повышением остроты зрения. Так, скорректированная острота зрения в срок 1 мес. составила $0,05 \pm 0,03$, в срок 3, 6, 12 мес. — $0,1 \pm 0,05$, $0,15 \pm 0,05$ и $0,15 \pm 0,04$ соответственно.



Рис. 4. Интраоперационная томографическая картина роговицы и передней камеры глаза пациента. Ультратонкий эндотелиальный трансплантат вблизи задней поверхности роговицы (а) и в инвертированном положении (б). Шероховатая (ворсистая) поверхность соответствует строме, гладкая поверхность — эндотелиальному слою

Fig. 4. Intraoperative tomographic image of the patient's cornea and anterior chamber of the eye. Ultrathin endothelial graft near the posterior surface of the patient's cornea (a) and in an inverted position (b). The rough (hairy) surface corresponds to the stroma, the smooth surface — to the endothelial layer

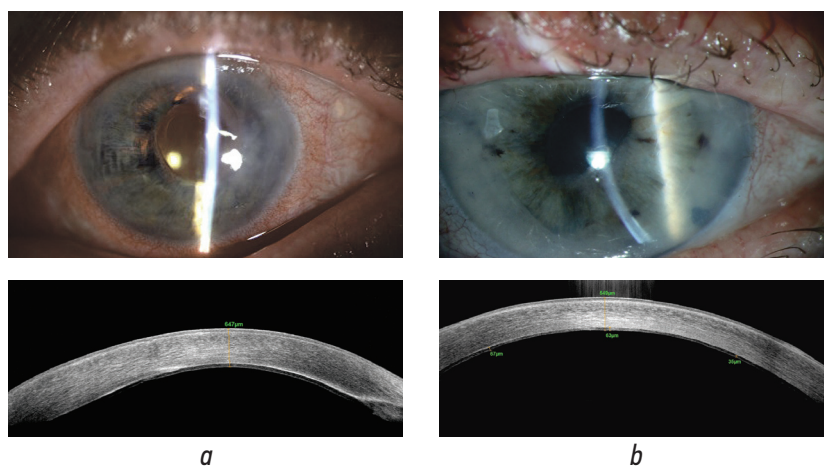
Таблица 1. Результаты лечения

Table 1. Results of treatment

Показатель	До операции	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
Острота зрения	$0,001 \pm 0,0005$	$0,05 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,05$	$0,15 \pm 0,05$	$0,15 \pm 0,04$
Внутриглазное давление, мм рт. ст.	18 ± 5	21 ± 4	20 ± 3	19 ± 4	20 ± 4
Пахиметрия в центре, мкм	1008 ± 96	631 ± 32	612 ± 37	582 ± 24	596 ± 42
Толщина трансплантата в центре, мкм	–	87 ± 12	75 ± 15	71 ± 11	67 ± 8
Плотность эндотелиальных клеток, кл/мм ²	Обследование невозможно	2280 ± 126	1748 ± 142	1495 ± 130	1062 ± 157

Таблица 2. Ранние и отдалённые осложнения в послеоперационном периоде**Table 2.** Early and late complications in the postoperative period

Показатель	Количество случаев
Осложнения в раннем послеоперационном периоде	
Частичное неприлегание трансплантата	6 (26 %)
Повторная пневмопексия	6 (26 %)
Гифема	2 (8,7 %)
Ранняя эндотелиальная недостаточность	1 (4,3 %)
Отдалённые осложнения	
Декомпенсация внутриглазного давления	4 (17,4 %)
Эндотелиальная недостаточность трансплантата в течение 12 мес.	3 (13 %)

**Рис. 5.** Биомикроскопическая картина и оптическая когерентная томограмма роговицы через 6 мес. после операции: *a* — пациент М.; *b* — пациент К.**Fig. 5.** Biomicroscopic picture and OCT of the cornea after 6 months after surgery: *a* — patient M.; *b* — patient K.

В 19 случаях внутриглазное давление оставалось стабильным на протяжении всего срока наблюдения, в четырёх случаях с ранее оперированной глаукомой произошла декомпенсация внутриглазного давления, что потребовало повторного антиглаукомного вмешательства.

Значения кератопахиметрии в центральных отделах роговицы через 1 мес. после операции снизились с 1008 ± 96 до 631 ± 32 мкм, а к 12 мес. после операции толщина роговицы в центре составляла 596 ± 42 мкм. Толщина ультратонкого трансплантата через 1 мес. после операции составила 87 ± 12 мкм и имела тенденцию к некоторому уменьшению к сроку 12 мес. после операции до 67 ± 8 мкм. Потеря эндотелиальных клеток через 12 мес. после операции составила 59,3 %.

В раннем и отдалённом послеоперационном периоде отмечался ряд осложнений (табл. 2).

Частичное неприлегание трансплантата было отмечено в шести случаях: у четырёх пациентов с ранее оперированной глаукомой с дренажом «Ахмед», а у двух — с авитрией (оперированная отслойка сетчатки). Данное осложнение во всех шести случаях было устранено путём повторной пневмопексии трансплантата. У двоих пациентов отмечалось наличие гифемы вследствие

проводившейся интраоперационной синехиотомии. В четырёх случаях выявлена ранняя эндотелиальная недостаточность трансплантата (ЭНТ), потребовавшая повторного проведения задней послойной кератопластики, при этом у одного пациента ЭНТ проявила себя с первых дней после операции отсутствием положительного эффекта и резорбции отёка, а в двух случаях ЭНТ развилась после повторных антиглаукомных вмешательств, проведённых в срок 2 и 6 мес. после кератопластики, и у одного человека ЭНТ была выявлена в срок 12 мес. после операции на фоне спокойного течения послеоперационного периода. После проведения повторной эндотелиальной кератопластики во всех четырёх случаях была достигнута резорбция отёка роговицы с восстановлением её прозрачности.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на широкое распространение технологии задней послойной кератопластики (DSAEK) данный метод относительно противопоказан в случаях далекозашедших форм БК с наличием помутнений и рубцовых изменений роговицы [27]. Тем не менее в мировой практике встречаются работы, свидетельствующие о возможности

восстановления прозрачности роговицы после проведения ЗПКП при исходно длительно существующем отёке роговицы с выраженным субэпителиальным фиброзом и рубцовым помутнением стромы [27–29]. В ряде работ авторы рассматривают возможность проведения фототерапевтической кератэктомии в отдалённом периоде после проведения ЗПКП для удаления поверхностных помутнений, сохраняющихся на уровне боуеновой мембраны и наружных слоёв стромы роговицы [27, 29]. Положительный опыт применения технологии ЗПКП при далекозашедшей БК в единичных клинических случаях побудил провести исследование на большем клиническом материале. Наличие выраженного нарушения прозрачности роговицы не рассматривалось как препятствие для соблюдения технологии ЗПКП благодаря использованию операционного микроскопа с функцией интраоперационной ОКТ.

Применение интраоперационной ОКТ при проведении фемтоассистированной задней послойной кератопластики показало возможность детальной визуализации структур передней камеры глаза, наличия и местоположения ультратонкого трансплантата, а также дифференциации эндотелиальной и стромальной поверхности ультратонкого трансплантата даже при выраженном отёке роговицы с грубым нарушением её прозрачности. Примечательно, что в работе V.V. Juthani [30] сообщается о возможности верификации эндотелиальной и стромальной поверхности эндотелиального трансплантата, сформированного микрокератомом, в передней камере глаза при помощи интраоперационной ОКТ, в то время как J.G. Steverink [31] сообщает, что применение интраоперационной ОКТ не позволило дифференцировать эндотелиальную и стромальную поверхность трансплантата, сформированного при помощи микрокератома.

В нашей работе формирование эндотелиального трансплантата осуществлялось с помощью фемтосекундного лазера, а использование специфических энергетических параметров ламелярного реза (80, 90, 100 % в зависимости от сроков консервации донорской роговицы) обеспечило наличие микрошероховатости стромальной поверхности трансплантата, позволившей во всех 23 случаях дифференцировать стромальную и эндотелиальную поверхность трансплантата в ходе его введения в переднюю камеру глаза и позиционирования по задней поверхности роговицы пациента. Использование специальных энергетических настроек фемтосекундного лазера при формировании заднего трансплантата представляется более оправданным, чем применение косой геометрии бокового реза трансплантата, описанного J.S. Titiyal [32], так как позволяет произвести оценку ориентации эндотелиального трансплантата в любой точке сканирования, а не только в его периферической части у края реза.

Проведение задней послойной кератопластики при БК IV–V стадии показало возможность восстановления остроты зрения в отдельных случаях до 0,2 с максимальной

коррекцией. При этом стоит отметить, что низкие показатели остроты зрения в послеоперационном периоде во многом были обусловлены наличием сопутствующей патологии сетчатки и зрительного нерва.

Безусловно, исходно грубые изменения роговой оболочки (фиброплазия боуеновой мембраны, новообразованные сосуды, рубцовые помутнения стромы) не позволяют рассчитывать на полное восстановление оптических свойств роговицы при БК на этих стадиях [27, 29]. Однако в случаях, когда низкая острота зрения обусловлена сопутствующей патологией сетчатки и зрительного нерва, требования к оптическим свойствам роговицы могут быть закономерно снижены.

Целесообразность проведения задней послойной кератопластики как альтернативы сквозной кератопластике при БК IV–V стадии, на наш взгляд, может быть обоснована данными литературы о выживаемости сквозного трансплантата, а также неблагоприятным прогнозом по прозрачному приживлению сквозного трансплантата при проведении повторной сквозной кератопластики. Так, при сквозной кератопластике по поводу БК, вне зависимости от стадии заболевания, риск развития болезни трансплантата и необходимость рекератопластики составляет 30 % случаев [1]. Наличие неоваскуляризации роговицы увеличивает риск эндотелиальной недостаточности трансплантата ещё на 30 % и в два раза увеличивает риск иммунной реакции на сквозной трансплантат [33]. По данным ряда авторов, частота сквозной рекератопластики при БК составляет от 23,8 до 58 % [15–18], при том что необходимость повторной кератопластики в течение одного года после операции, при выполнении эндотелиальной кератопластики по поводу БК, варьирует от 5 до 17,8 % случаев [13, 20, 34]. Результаты нашей работы показали необходимость повторной задней послойной кератопластики в 17,4 % случаев в течение 12 мес. при исходной БК IV–V стадии, что согласуется с результатами ЗПКП при БК II–III стадии в сочетании с глаукомой (до 17,8 %, при наличии сопутствующей глаукомы), и значительно ниже результатов сквозной кератопластики (23,8–58 %).

Анализ потери эндотелиальных клеток в течение одного года после операции показал, что полученные результаты в полной мере согласуются с имеющимися данными мировой литературы, показывающими потерю до 58,3 % [35].

Таким образом, проведение фемтоассистированной задней послойной кератопластики с использованием интраоперационной ОКТ при БК IV–V стадии с грубым нарушением прозрачности роговицы за счёт выраженного отёка стромы, рубцовых изменений передней поверхности роговицы в виде субэпителиальной фиброплазии и фиброобразования десцеметовой мембраны представляется перспективным направлением в лечении пациентов с БК IV–V стадии и может быть реальной альтернативой проведению сквозной кератопластики.

ВЫВОДЫ

1. Применение интраоперационной ОКТ при выполнении задней послойной фемтокератопластики позволяет оценить местоположение трансплантата в передней камере глаза и идентифицировать его эндотелиальную поверхность при грубом нарушении прозрачности роговицы, что исключает возможность инвертированного позиционирования трансплантата относительно задней поверхности стромы роговицы.

2. Задняя послойная кератопластика с применением интраоперационной ОКТ при буллезной кератопатии IV–V стадии демонстрирует выживаемость эндотелиального трансплантата на уровне 82,6 % и потерю эндотелиальных клеток до 59,3 % в течение 12 мес. после операции.

3. Использование интраоперационной ОКТ как хирургического «гида» при грубых нарушениях прозрачности роговицы позволяет расширить показания к проведению эндотелиальной кератопластики при буллезной кератопатии включая IV–V стадии заболевания.

4. Критерием отбора к проведению задней послойной кератопластики с ультратонким трансплантатом при буллезной кератопатии IV–V стадии должно стать отсутствие грубых рубцовых изменений стромы роговицы в оптической зоне, сохранение относительно равномерного профиля её передней и задней поверхности по данным предоперационной ОКТ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Труфанов С.В. Селективная кератопластика в лечении буллезной кератопатии: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2015.
2. Дронов М.М. Глубокая дистрофия роговой оболочки и методы её лечения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ленинград, 1978.
3. Горгиладзе Т.У., Ивановская Е.В., Горгиладзе Л.Т. Причины, механизм развития и клиничко-анатомическая классификация буллезной кератопатии // Офтальмологический журнал. 1992. Т. 3. С. 129–133.
4. Gonçalves E.D., Campos M., Paris F., et al. Bullous keratopathy: etiopathogenesis and treatment // Arq Bras Oftalmol. 2008. Vol. 71, No. 6. P. 61–64. DOI: 10.1590/s0004-27492008000700012
5. Pricopie S., Istrate S., Voinea L., et al. Pseudophakic bullous keratopathy // Rom J Ophthalmol. 2017. Vol. 61, No. 2. P. 90–94. DOI: 10.22336/rjo.2017.17
6. Melles G.R.J., Ong S.T., Ververs B., van der Wees J. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK) // Cornea. 2006. Vol. 25, No. 8. P. 987–990. DOI: 10.1097/01.icc.0000248385.16896.34
7. Busin M., Bhatt P.R., Scordia V.A. A modified technique for descemet membrane stripping automated endothelial keratoplasty to minimize endothelial cell loss // Arch Ophthalmol. 2008. Vol. 126, No. 8. P. 1133–1137. DOI: 10.1001/archophth.126.8.1133

и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого автора: А.В. Терещенко — концепция и дизайн исследования; С.К. Демьянченко — анализ полученных данных, хирургическое лечение, обзор литературы; Я.М. Трифаненкова — сбор и обработка материала, хирургическое лечение, обзор литературы; Ю.Ю. Голубева — сбор и обработка материала, обзор литературы; Е.Н. Вишнякова — сбор и обработка материала, обзор литературы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. The contributions of each author: A.V. Tereshchenko — concept and design of the study; S.K. Demyanchenko — analysis of the data obtained, surgical treatment, literature review; Ya.M. Trifanenkova — collection and processing of material, surgical treatment, literature review; Yu.Yu. Golubeva — collection and processing of material, literature review; E.N. Vishnyakova — collection and material processing, literature review.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

8. 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 роговичных трансплантатов // Офтальмохирургия. 2013. № 3. С. 12–16.
9. Terry M.A., Ousley P.J. Endothelial replacement without surface corneal incisions or sutures: topography of the deep lamellar endothelial keratoplasty procedure // Cornea. 2001. Vol. 20, No. 1. P. 14–18. DOI: 10.1097/00003226-200101000-00002
10. Melles G.R., Wijdh R.H.J., Nieuwendaal C.P. A technique to excise the descemets' membrane from a recipient cornea (descemetorhexis) // Cornea. 2004. Vol. 23, No. 3. P. 286–288. DOI: 10.1097/00003226-200404000-00011
11. Price F.W., Price M.O. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 50 eyes: A refractive neutral corneal transplant // J Refract Surg. 2005. Vol. 21, No. 4. P. 339–345. DOI: 10.3928/1081-597X-20050701-07
12. Gorovoy M.S. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty // Cornea. 2006. Vol. 25, No. 8. P. 886–889. DOI: 10.1097/01.icc.0000214224.90743.01

13. Оганесян О.Г., Нероев В.В., Гундорова Р.А., и др. Микроинвазивная десцеметопластика. Анализ предварительных результатов первых 20 случаев // Офтальмология. 2010. Т. 7, № 2. С. 20–25.
14. Труфанов С.В. Результаты автоматизированной эндотелиальной кератопластики с удалением десцеметовой мембраны (DSAEK) при буллезной кератопатии // Офтальмология. 2012. Т. 9, № 1. С. 32–37. DOI: 10.18008/1816-5095-2012-1-61-71
15. Al-Yousuf N., Mavrikakis I., Mavrikakis E., Daya S.M. Penetrating keratoplasty: indications over a 10-year period // Br J Ophthalmol. 2004. Vol. 88, No. 8. P. 998–1001. DOI: 10.1136/bjo.2003.031948
16. Siganos C., Tsiklis N., Miltakakis D., et al. Changing Indications for Penetrating Keratoplasty in Greece, 1982–2006: A Multicenter Study // Cornea. 2010. Vol. 29, No. 4. P. 372–374. DOI: 10.1097/ico.0b013e3181bd44a1
17. Liu M., Hong J. Risk Factors for Endothelial Decompensation after Penetrating Keratoplasty and Its Novel Therapeutic Strategies // J Ophthalmol. 2018. Vol. 2018. ID 1389486. DOI: 10.1155/2018/1389486
18. Dahiya M. Clinical indications of penetrating keratoplasty in a tertiary care centre of North India // Int J Commun Med Public Health. 2020. Vol. 7, No. 9. P. 3439–3442.
19. Price M.O., Price F.W. Jr. Endothelial keratoplasty a review // Clin Experiment Ophthalmol. 2010. Vol. 38, No. 2. P. 128–140. DOI: 10.1111/j.1442-9071.2010.02213.x
20. Антонова О.П. Современные аспекты диагностики и лечения первичной эндотелиальной дистрофии роговицы (Фука): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2016.
21. Stuart A., Mannis M.J., Slomovic A.R., Suh L.H. Performing DSAEK: a step-by-step guide // EyeNet Magazine. 2014. Vol. 1. P. 25–27.
22. Matsuzawa A., Takahiko H., Oyakawa I., et al. Use of four asymmetric marks to orient the donor graft during Descemet's membrane endothelial keratoplasty // BMJ Open Ophthalmol. 2017. Vol. 1, No. 1. ID e000080. DOI: 10.1136/bmjophth-2017-000080
23. Wasielica-Poslednik J., Schuster A.K., Rauch L., et al. How to avoid an upside-down orientation of the graft during Descemet membrane endothelial keratoplasty? // J Ophthalmol. 2019. Vol. 2019. ID 7813482. DOI: 10.1155/2019/7813482
24. Ehlers J.P. Intraoperative optical coherence tomography: past, present, and future // Eye (Lond). 2016. Vol. 30, No. 2. P. 193–201. DOI: 10.1038/eye.2015.255
25. Siebelmann S., Bachmann B., Lappas A., et al. Intraoperative optical coherence tomography in corneal and glaucoma surgical procedures // Ophthalmologie. 2016. Vol. 113, No. 8. P. 646–650. DOI: 10.1007/s00347-016-0320-y
26. leica-microsystems.com [электронный ресурс]. Moraru O. Better Decision Making during Anterior Segment Surgery // Leica microsystems [дата обращения 04.02.2021]. Доступ по ссылке: <https://www.leica-microsystems.com/better-decision-making-during-anterior-segment-surgery/>
27. Zola M., Kim J., Petrelli M., et al. Resolution of corneal fibrosis after descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: a case report // Ophthalmol Ther. 2020. Vol. 9, No. 2. P. 349–354. DOI: 10.1007/s40123-020-00244-y
28. Morgan Y., Mehta J.S., Tan D.T.H. Superficial keratectomy as a prelude for endothelial keratoplasty in severe bullous keratopathy with anterior stromal scarring // Cornea. 2009. Vol. 29, No. 1. P. 108–109. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181a3c516
29. Kimionis G., Oikonomakis K., Petrelli M., et al. Treatment of anterior corneal scarring, following DSAEK graft failure, with combined graft exchange and phototherapeutic keratectomy // Eye and Vision. 2017. Vol. 4. ID12. DOI: 10.1186/s40662-017-0078-6
30. Juthani V.V., Goshe J.M., Srivastava S.K., Ehlers J.P. Association between transient interface fluid on intraoperative OCT and textural interface opacity after DSAEK surgery in the PIONEER study // Cornea. 2014. Vol. 33, No. 9. P. 887–892. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000209
31. Steverink J.G., Wisse R.P.L. Intraoperative optical coherence tomography in descemet stripping automated endothelial keratoplasty: pilot experiences // Int Ophthalmol. 2017. Vol. 37, No. 4. P. 939–944. DOI: 10.1007/s10792-016-0338-9
32. Titiyal J.S., Kaur M., Shaikh F., Bari A. Acute-angled bevel' sign to assess donor lenticule orientation in ultra-thin descemet stripping automated endothelial keratoplasty // BMJ Case Rep. 2019. Vol. 12, No. 2. ID e227927. DOI: 10.1136/bcr-2018-227927
33. Bachmann B., Taylor R.S., Cursiefen C. Corneal Neovascularization as a Risk Factor for Graft Failure and Rejection after Keratoplasty // Ophthalmology. 2010. Vol. 117, No. 7. P. 1300–1305. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.01.039
34. Kang J.J., Ritterband D.C., Lai K., et al. Descemet stripping endothelial keratoplasty in eyes with previous glaucoma surgery // Cornea. 2016. Vol. 35, No. 12. P. 1520–1525. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001058
35. Ishii N., Yamaguchi T., Yazu H., et al. Factors associated with graft survival and endothelial cell density after Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty // Sci Rep. 2016. Vol. 6. ID 25276. DOI: 10.1038/srep25276

REFERENCES

1. Trufanov SV. *Selektivnaya keratoplastika v lechenii bulleznou keratopatii* [dissertation abstract]. Moscow, 2015. (In Russ.)
2. Dronov MM. *Glubokaya distrofiya rogovoi obolochki i metody ee lecheniya* [dissertation abstract]. Leningrad, 1978. (In Russ.)
3. Gorgiladze TU, Ivanovskaya EV, Gorgiladze LT. Prichiny, mekhanizm razvitiya i kliniko-anatomicheskaya klassifikatsiya bulleznou keratopatii. *Oftal'mologicheskii zhurnal*. 1992;3:129–133. (In Russ.)
4. Gonçalves ED, Campos M, Paris F, et al. Bullous keratopathy: etiopathogenesis and treatment. *Arq Bras Oftalmol*. 2008;71(6): 61–64. DOI: 10.1590/s0004-27492008000700012
5. Pricopie S, Istrate S, Voinea L, et al. Pseudophakic bullous keratopathy. *Rom J Ophthalmol*. 2017;61(2):90–94. DOI: 10.22336/rjo.2017.17
6. Melles GRJ, Ong ST, Ververs B, van der Wees J. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). *Cornea*. 2006;25(8):987–990. DOI: 10.1097/01.ico.0000248385.16896.34
7. Busin M, Bhatt PR, Scorcia VA. A modified technique for descemet membrane stripping automated endothelial keratoplasty to minimize endothelial cell loss. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(8): 1133–1137. DOI: 10.1001/archophth.126.8.1133
8. Malyugin BE, Moroz ZI, Borzenok SA, et al. First experience and clinical results of DSAEK utilizing the pre-cut ultrathin grafts. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery*. 2013;(3):12–16. (In Russ.)
9. Terry MA, Ousley PJ. Endothelial replacement without surface corneal incisions or sutures: topography of the deep lamel-

lar endothelial keratoplasty procedure. *Cornea*. 2001;20(1):14–18. DOI: 10.1097/00003226-200101000-00002

10. Melles GR, Wijdh RHJ, Nieuwendaal CP. A technique to excise the descemet's membrane from a recipient cornea (descemetorhexis). *Cornea*. 2004;23(3):286–288. DOI: 10.1097/00003226-200404000-00011

11. Price FW, Price MO. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 50 eyes: A refractive neutral corneal transplant. *J Refract Surg*. 2005;21(4):339–345. DOI: 10.3928/1081-597X-20050701-07

12. Gorovoy MS. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2006;25(8):886–889. DOI: 10.1097/01.icc.0000214224.90743.01

13. Oganessian OG, Neroev VV, Gundorova RA, et al. Microinvasive descemetoplasty: analysis of short-term results of first 20 cases. *Ophthalmology in Russia*. 2010;7(2):20–25. (In Russ.)

14. Trufanov SV. The results descemet-stripping automated endothelial keratoplasty at bullous keratopathy. *Ophthalmology in Russia*. 2012;9(1):32–36. (In Russ.) DOI: 10.18008/1816–5095-2012-1-61-71

15. Al-Yousuf N, Mavrikakis I, Mavrikakis E, Daya SM. Penetrating keratoplasty: indications over a 10-year period. *Br J Ophthalmol*. 2004;88(8):998–1001. DOI: 10.1136/bjo.2003.031948

16. Siganos C, Tsiklis N, Miltsakakis D, et al. Changing Indications for Penetrating Keratoplasty in Greece, 1982–2006: A Multicenter Study. *Cornea*. 2010;29(4):372–374. DOI: 10.1097/ico.0b013e3181bd44a1

17. Liu M, Hong J. Risk Factors for Endothelial Decompensation after Penetrating Keratoplasty and Its Novel Therapeutic Strategies. *J Ophthalmol*. 2018;2018:1389486. DOI: 10.1155/2018/1389486

18. Dahiya M. Clinical indications of penetrating keratoplasty in a tertiary care centre of North India. *Int J Commun Med Public Health*. 2020;7(9):3439–3442.

19. Price MO, Price FW Jr. Endothelial keratoplasty a review. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2010;38(2):128–140. DOI: 10.1111/j.1442-9071.2010.02213.x

20. Antonova OP. *Sovremennye aspekty diagnostiki i lecheniya pervichnoi ehndotelial'noi distrofii rogovitsy (Fuksa)* [dissertation abstract]. Moscow, 2016. (In Russ.)

21. Stuart A, Mannis MJ, Slomovic AR, Suh LH. Performing DSAEK: a step-by-step guide. *EyeNet Magazine*. 2014;1:25–27.

22. Matsuzawa A, Takahiko H, Oyakawa I, et al. Use of four asymmetric marks to orient the donor graft during Descemet's membrane endothelial keratoplasty. *BMJ Open Ophthalmol*. 2017;1(1):e000080. DOI: 10.1136/bmjophth-2017-000080

23. Wasielica-Poslednik J, Schuster AK, Rauch L, et al. How to avoid an upside-down orientation of the graft during descemet mem-

brane endothelial Keratoplasty? *J Ophthalmol*. 2019;2019:7813482. DOI: 10.1155/2019/7813482

24. Ehlers JP. Intraoperative optical coherence tomography: past, present, and future. *Eye (Lond)*. 2016;30(2):193–201. DOI: 10.1038/eye.2015.255

25. Siebelmann S, Bachmann B, Lappas A, et al. Intraoperative optical coherence tomography in corneal and glaucoma surgical procedures. *Ophthalmologe*. 2016;113(8):646–650. DOI: 10.1007/s00347-016-0320-y

26. leica-microsystems.com. Moraru O. Better Decision Making during Anterior Segment Surgery. *Leica microsystems* [accessed 04.02.2021]. Available from: <https://www.leica-microsystems.com/better-decision-making-during-anterior-segment-surgery/>

27. Zola M, Kim J, Petrelli M, et al. Resolution of corneal fibrosis after descemet's stripping automated endothelial keratoplasty: A case report. *Ophthalmol Ther*. 2020;9(2):349–354. DOI: 10.1007/s40123-020-00244-y

28. Morgan Y, Mehta JS, Tan DTH. Superficial keratectomy as a prelude for endothelial keratoplasty in severe bullous keratopathy with anterior stromal scarring. *Cornea*. 2009;29(1):108–109. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181a3c516

29. Kimionis G, Oikonomakis K, Petrelli M, et al. Treatment of anterior corneal scarring, following DSAEK graft failure, with combined graft exchange and phototherapeutic keratectomy. *Eye and Vision*. 2017;4:12. DOI: 10.1186/s40662-017-0078-6

30. Juthani VV, Goshe JM, Srivastava SK, Ehlers JP. Association between transient interface fluid on intraoperative OCT and textural interface opacity after DSAEK surgery in the PIONEER study. *Cornea*. 2014;33(9):887–892. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000209

31. Steverink JG, Wisse RPL. Intraoperative optical coherence tomography in descemet stripping automated endothelial keratoplasty: pilot experiences. *Int Ophthalmol*. 2017;37(4):939–944. DOI: 10.1007/s10792-016-0338-9

32. Titiyal JS, Kaur M, Shaikh F, Bari A. Acute-angled bevel' sign to assess donor lenticule orientation in ultra-thin descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *BMJ Case Rep*. 2019;12(2):e227927. DOI: 10.1136/bcr-2018-227927

33. Bachmann B, Taylor RS, Cursiefen C. Corneal neovascularization as a risk factor for graft failure and rejection after keratoplasty. *Ophthalmology*. 2010;117(7):1300–1305. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.01.039

34. Kang JJ, Ritterband DC, Lai K, et al. Descemet stripping endothelial keratoplasty in eyes with previous glaucoma surgery. *Cornea*. 2016;35(12):1520–1525. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001058

35. Ishii N, Yamaguchi T, Yazu H, et al. Factors associated with graft survival and endothelial cell density after Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty. *Sci Rep*. 2016;6:25276. DOI: 10.1038/srep25276

ОБ АВТОРАХ

Александр Владимирович Терещенко, д-р мед. наук, директор филиала; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-2675>; e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

***Сергей Константинович Демьянченко**, канд. мед. наук, заведующий отделением оптико-реконструктивной и рефракционной хирургии роговицы; адрес: Россия, 248007, Калуга, ул. С. Фёдорова, д. 5; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0839-2876>; e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

AUTHORS' INFO

Alexander V. Tereshchenko, Dr. Sci. (Med.)
Branch Director; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0840-2675>;
e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

***Sergey K. Demyanchenko**, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Optical-reconstructive and Refractive Surgery of the cornea; address: 5, S. Fedorova st., 248007, Kaluga, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0839-2876>;
e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

ОБ АВТОРАХ

Яна Михайловна Трифаненкова, врач-офтальмолог;

e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

Юлия Юрьевна Голубева, врач-офтальмолог;

e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

Екатерина Николаевна Вишнякова,

врач-офтальмолог; e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

AUTHORS' INFO

Yana M. Trifanenkova, Ophthalmologist;

e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

Yulia Yu. Golubeva, Ophthalmologist;

e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru

Ekaterina N. Vishnyakova, Ophthalmologist;

e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru