

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-4-101-106>

Двухэтапная лазер-ассистированная селективная трансплантация стромы

О.Г. Оганесян¹✉, Д.А. Гусак¹, А.В. Иванова¹, С.В. Милаш¹, И.К. Елетин²,
С.Г. Торопыгин³, Э.К. Багаманова¹, П.М. Ашикова⁴

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19,
Москва, 105062, Россия

²ООО «Фемтомед», ул. Вавилова, д. 69/75, Москва, 117335, Россия

³ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России, ул. Советская, д. 4, Тверь, 170100, Россия

⁴АО «Группа Компаний МЕДСИ», Грузинский пер., д. За, Москва, 123056, Россия

Селективная трансплантация стромы (СТС) — новая разновидность кератопластики, предложенная нами для хирургического лечения изолированной патологии стромы. Цель работы — апробировать в рамках pilotного исследования технологию двухэтапной лазер-ассистированной СТС и оценить краткосрочные результаты в ограниченной серии клинических наблюдений.

Материал и методы. Операция выполнена у 3 пациентов в возрасте 44–61 года (в среднем 53 ± 6 лет) со стромальной дистрофией роговицы с вовлечением ее передней поверхности. До и в фиксированные сроки после операции проводились рефрактометрия, визометрия, биомикроскопия, фоторегистрация, кератоанализирование, оптическая когерентная томография роговицы. Интервал между первым этапом (СТС) и вторым этапом (фототерапевтической кератэктомией, ФТК) варьировал от 3 до 4 мес (в среднем $3,0 \pm 0,4$ мес). После второго этапа операции оценивались рефракция глаза, острота зрения, толщина роговицы и прозрачность роговицы в оптическом центре. Период наблюдения составил от 6 до 15 мес (в среднем 10 ± 3 мес).

Результаты. Интраоперационных либо послеоперационных осложнений не зафиксировано. Роговица сохраняла прозрачность на протяжении всего периода наблюдения.

Средняя острота зрения увеличилась со среднего дооперационного уровня $0,16 \pm 0,02$ до $0,60 \pm 0,04$ на момент последнего осмотра после второго этапа. Центральная толщина роговицы составила в среднем 526 ± 6 мкм (от 517 до 530 мкм).

Заключение. Отсутствие осложнений в ограниченной серии двухэтапной лазер-ассистированной СТС демонстрирует ее безопасность. Повышение остроты зрения у всех пациентов свидетельствует об эффективности технологии. Двухэтапная модификация сохраняет те же преимущества, что и одноступенчатая. Вместе с тем двухэтапная методика имеет расширенные показания к операции и обеспечивает более высокие функционально-рефракционные результаты благодаря наличию только одного интерфейса и гладкой передней поверхности в результате воздействия эксимерного лазера.

Ключевые слова: внутрироговичная трансплантация стромы; межслойная кератопластика; дистрофия стромы; селективная кератопластика; фототерапевтическая кератэктомия; кератопластика

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Оганесян О.Г., Гусак Д.А., Иванова А.В., Милаш С.В., Елетин И.К., Торопыгин С.Г., Багаманова Э.К., Ашикова П.М. Двухэтапная лазер-ассистированная селективная трансплантация стромы. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (4): 101-6. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-4-101-106>

Two-steps laser-assisted selective stroma transplantation

Oganes G. Oganesyan¹✉, Darya A. Gusak¹, Anastasia V. Ivanova¹, Sergey V. Milash¹, Ivan K. Eletin², Sergey G. Toropygin³, Elza K. Bagamanova¹, Patimat M. Ashikova⁴

¹Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

²ООО Femtomed, Bldg 69/75, Vavilova St., Moscow, 117335, Russia

³Tverskoy State Medical University, Bldg. 4, Sovetskaya St., Tver, 170100, Russia

⁴JSC MEDSI Group of Companies, Gruzinsky Lane, Bldg. 3a, Moscow, 123056, Russia
oftalmolog@mail.ru

Selective stroma transplantation (STS) is a new type of keratoplasty that we have proposed for the surgical treatment of isolated stromal pathology. Due to the closed and intracorneal surgical technique, STS eliminates intraocular complications. This technique is sutureless, allows keeping the corneal surface intact, excludes complications related to corneal epithelialization, and optimizes the use of donor corneal material. At the same time, the indications for the operation are limited due to the low prevalence of isolated stromal pathology. Considering the advantages and prospects of STS, we have developed a two-steps laser-assisted technique of selective stroma transplantation to expand the indications for the operation, the indication for which is a prevalent pathology of stroma with involvement of the anterior corneal surface.

Purpose. To present the technique of two-steps laser-assisted selective stroma transplantation and to evaluate short-term results in a series of clinical studies. **Materials and methods.** The operation was performed in 3 patients aged 44 to 61 (mean age 53 ± 6 years) with corneal stromal dystrophy with involvement of the anterior surface of the cornea. Before and after surgery, refractometry, visometry, biomicroscopy, photoregistration, keratometry, and optical coherence tomography of the cornea were performed. The interval between the first step (STS) and the second step (phototherapeutic keratectomy) ranged from 3 to 4 months and averaged $3,0 \pm 0,4$ months. After the second step of surgery, eye refraction, visual acuity, corneal thickness, and corneal transparency at the optical center were evaluated. The follow-up period was 10 ± 3 months (6 to 15 months). **Results.** No intraoperative or postoperative complications were registered. The cornea remained transparent throughout the entire follow-up period. Mean visual acuity increased from a preoperative mean of 0.16 ± 0.02 to 0.60 ± 0.04 at the time of the last follow-up examination after the second step. The mean central corneal thickness was $526 \pm 6 \mu\text{m}$ (517 to $530 \mu\text{m}$). **Conclusions.** The absence of complications in two-steps laser-assisted selective stromal transplantation demonstrates the safety of the technique. The improvement of visual acuity in all patients indicates the effectiveness of the procedure. The two-steps modification retains the same advantages as the one-step modification. At the same time, the two-steps technique has extended indications for surgery and provides higher functional refractive results due to the presence of only one interface and smooth anterior surface as a result of the excimer laser.

Keywords: interlamellar keratoplasty; intracorneal transplantation; stromal dystrophy; selective keratoplasty; phototherapeutic keratectomy; keratoplasty

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Oganesyan O.G., Gusak D.A., Ivanova A.V., Milash S.V., Eletin I.K., Toropygin S.G., Bagamanova E.K., Ashikova P.M. Two-steps laser-assisted selective stroma transplantation. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (4): 101-6 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-4-101-106>

Увеличение доли послойных технологий трансплантации роговицы и неуклонное снижение доли сквозной кератопластики в глобальной статистике пересадки роговицы свидетельствуют об общепризнанности концепции селективной кератопластики (СК) [1]. Безопасность закрытых технологий СК, удовлетворительные, порой ее блестящие функционально-рефракционные результаты, быстрая реабилитация, возможность хирургии под местной анестезией и некоторые другие аспекты являются неоспоримыми достоинствами современных методик по сравнению со сквозной кератопластикой, которая по-прежнему остается незаменимой в особо тяжелых случаях [2].

Предложенные нами оригинальная методика селективной трансплантации стромы (oCTC) и модифицированная методика селективной трансплантации стромы (mCTC), сутью которых является закрытая внутрироговичная резекция стромы в оптическом центре, ее экстракция и замещение аналогичной стромальной тканью донора, в нашей клинической практике под-

твердили свою эффективность. Вкратце основные этапы мCTC (ссылка на video — https://disk.yandex.ru/i/NvM_G-h4n9X1g) следующие. Разрез конъюнктивы по лимбу и коагуляция сосудов эписклеры. Передняя камера заполняется воздухом через парacentез. Через склеро-лимбальный туннель формируется предесциметовый карман роговицы диаметром 8,0–9,0 мм. Последующая суббоуменова фемтодиссекция на глубине 90–120 мкм и диаметром 8,0–9,0 мм осуществляется фемтолазерной установкой (LDV Z8, Ziemer Ophthalmic System, Швейцария). Две контактные линзы высекают диаметром на 0,5–1,0 мм меньше запланированной циркулярной диссекции, разрезают на две половины и поочередно имплантируют в предесциметовый и суббоуменовый карманы. Под контролем оптической когерентной томографии (ОКТ) выполняется циркулярная фемтодиссекция. Пинцетом из роговицы удаляют контактные линзы и патологическую стромальную ткань. Трансплантат стромы донора имплантируют в роговицу, разрезы ушивают, а переднюю камеру заполняют воздухом [3, 4].

мСТС технически проста и менее продолжительна, позволяет точно и полноценно осуществить фемтодиссекцию, сохраняет преимущества оСТС. Однако наличие двух внутрироговичных интерфейсов и ограниченные показания являются весомыми недостатками как мСТС, так и оСТС.

Для нивелирования указанных недостатков нами разработана методика двухэтапной лазер-ассистированной селективной трансплантации стромы, при которой в итоге формируется лишь один интракорнеальный интерфейс, с потенциально более широкими показаниями к применению.

ЦЕЛЬЮ пилотного проспективного исследования клинической серии явилась апробация технологии двухэтапной лазер-ассистированной селективной трансплантации стромы и оценка ее краткосрочных результатов.

Техника двухэтапной лазер-ассистированной селективной трансплантации стромы и оценка краткосрочных ее результатов (ссылка на video — <https://disk.yandex.ru/i/y5j6ZWCFtEuyg>).

Этап 1. СТС. Операция может выполняться как под местной, так и под общей анестезией. Отмечают анатомический центр роговицы. Разрез конъюнктивы в 3 мм от лимба и коагуляцию сосудов эпиклеры осуществляют в меридиане 12 ч. Передняя камера заполняется воздухом через парацентез. Через склеро-лимбальный туннель ма-нуально расслаивателем формируется преддесцеметовый карман роговицы диаметром 8,0–9,0 мм. Последующая суббоуменова фемтодиссекция диаметром 8,0–9,0 мм на глубине 90–120 мкм осуществляется фемтолазерной системой (LDVZ8, Ziemer Ophthalmic System, Швейцария), параметры которой определяет инженер (как правило, вакуум 670 мбар; энергия лазера 110 %, скорость лазера 12 мм/с; энергия лазера для вертикальной диссекции 140 %; скорость 35 мм/с). Из двух контактных линз (–3,0 дптр, 8,5 мм радиус кривизны; 1-day acuvue Tru Eye, Johnson&Johnson, США) высекателем Barron формируют диски диаметром на 0,5–1,0 мм меньше запланированной циркулярной фемтодиссекции роговицы (Katena Products Inc., Денвилл, Нью-Джерси). Обе линзы окрашивают 0,06 % трипановым синим (Vision Blue, DORC International, Zuidland, Нидерланды), разрезают ножницами на две половины и по частям имплантируют в нижний (преддесцеметовый) и верхний (суббоуменовый) карманы роговицы. Верхнюю линзу центрируют согласно ранее проведенной разметке роговицы, а нижнюю линзу располагают точно под верхней. Под ОКТ-контролем осуществляется циркулярная (вертикальная) фемтодиссекция с пересечением обоих горизонтальных расслоений. Контактные линзы удаляют пинцетом. Обратным крючком Синского достигают полной мобильности резецированной стромы, который удаляют через расширенный до 4,5–5,0 мм склеро-лимбальный тоннельный разрез.

Подготовка трансплантата. Корнеосклеральный диск донора (без десцеметовой мембранны) фиксируют

в искусственной передней камере Barron (Katena Products Inc., Денвилл, Нью-Джерси), которую заполняют воздухом. На донорский трансплантат по центру роговицы укладывают 2 мягкие контактные линзы диаметром 6,0 мм. С помощью эксимерного лазера (NIDEK NAVEX Quest, Япония) проводят абляцию передней поверхности диаметром 8,0 на глубину 120 мкм. Корнеосклеральный диск перемещают из искусственной передней камеры в высекатель Barron (Katena Products Inc., Денвилл, Нью-Джерси) и формируют модифицированный трансплантат стромы диаметром, равным диаметру циркулярной диссекции. Имплантацию трансплантата в роговицу реципиента осуществляют микропинцетом через склеро-лимбальный туннель. Операционный разрез склеры и конъюнктивы ушибают единичными швами, переднюю камеру заполняют воздухом. В завершение операции инстилируют одну каплю 1,0 % тропикамида (Alcon Eye Care UK Limited) для профилактики зрачкового блока. Периокулярно вводят раствор глюкокортикоида и антибиотика.

Консервативная терапия после первого этапа включала инстилляции 0,1 % дексаметазона и антибиотика 4 раза в день. Последний отменяли через 3 нед. Частоту инстилляций кортикостероида снижали в течение 6 мес. Заменители слезы (без консервантов) рекомендовали инстилировать постоянно.

Этап 2. Фототерапевтическая кератэктомия (ФТК). Эксимерным лазером (NIDEK NAVEX Quest, Япония) и на основании дооперационных данных ОКТ-снимков (OCT NIDEK RS-3000, Япония) определяют глубину и диаметр абляции. Настройки эксимерного лазера выстраивает инженер индивидуально для каждого пациента. Операция проводится под местной инстилляционной анестезией. После центрации лазерной установки первые 100 мкм выполняются в режиме транзиторной зоны абляции 6,5 мм и зоны абляции 6,0 мм. Далее поверхность оценивается хирургом, и при необходимости выравнивания передней поверхности интраоперационно используют маскирующие агенты в виде раствора BSS (Deltamedica, Германия). Остаточная толщина аблируется при таких же настройках лазерной установки.

Операция заканчивается закапыванием антибактериальных капель и покрытием роговицы контактной линзой (0,0 дптр, 8,5 мм радиус кривизны; силикон-гидрогелевые, Acuvue Oasys, Johnson & Johnson, США). Послеоперационное лечение заключается в инстилляции антибактериального препарата (3 нед) и кортикостероида, инстилляции которого постепенно снижаются в течение 2 мес.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методом двухэтапной лазер-ассистированной селективной трансплантации стромы прооперированы один мужчина и 2 женщины в возрасте 53 ± 6 лет с наследственной решетчатой дистрофией роговицы и вовлечением передних слоев роговицы (рисунок, А, Б). Клинико-демографические данные пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Демографические и клинические данные пациентов с двусторонней решетчатой дистрофией роговицы, прооперированных методом двухэтапной эксимер-лазер-ассистированной селективной трансплантации стромы (мСТС и ФТК)

Пациент Patient	Пол Gender	Возраст Age	До операции Before surgery				После мСТС After mSST				После ФТК After PTK			
			НКОЗ UCVA	КОЗ BCVA	ЦТР CCT	прозрачность transparency	НКОЗ UCVA	КОЗ BCVA	ЦТР CCT	прозрачность transparency	НКОЗ UCVA	КОЗ BCVA	ЦТР CCN	прозрачность transparency
1	м	44	0,1	0,2	606	78	0,15	0,3	662	56	0,4	0,7	530	31
2	ж	56	0,04	0,15	620	64	0,15	0,4	620	40	0,4	0,6	532	27
3	ж	61	0,15	0,15	614	47	0,2	0,5	614	33	0,5	0,7	517	21



Рисунок. Биомикроскопические изображения до 1-го этапа (А), перед 2-м этапом (Б) и через неделю после 2-го этапа. Биомикроскопическая картина роговицы при щелевом освещении (Б, В) демонстрирует правильное расположение трансплантата внутри роговицы, бесшовные поверхности роговицы и прозрачность оптического центра роговицы (В)

Figure. Biomicroscopic images before stage 1 (A), before stage 2 (B), and 1 week after stage 2. Biomicroscopically, the cornea under slit-light illumination (B, B) demonstrates correct positioning of the graft within the cornea, seamless corneal surfaces, and transparency of the optical center of the cornea (B)

Все операции СТС выполнены одним хирургом (О.Г. Оганесяном). Формирование трансплантата и второй этап хирургического лечения выполнены другим хирургом (А.В. Ивановой). Все этапы операций, связанные с применением лазерных установок, проведены при поддержке медицинского инженера (И.К. Елецина).

Все пациенты обследовались до операции, через неделю, 1 и 3 мес после первого этапа и через неделю, 1, 3, 6, 12 мес после второго этапа операции. Проводились рефрактометрия, визометрия, биомикроскопия, фоторегистрация, кератоанализирование, ОКТ роговицы. Интервал между первым (мСТС) и вторым (ФТК) этапом варьировал от 3 до 4 мес и в среднем составил $3,0 \pm 0,4$ мес. Период наблюдения со-

ставил 10 ± 3 мес (от 6 до 15 мес). После второго этапа определяли остроту зрения, центральную толщину (OCT NIDEK RS-3000, Япония) и прозрачность роговицы в оптическом центре (кератопограф Galilei G6, Ziemer, Швейцария).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Интра- и послеоперационных осложнений не зафиксировано ни в одном случае. Итоговая средняя острота зрения повысилась у всех пациентов с $0,16 \pm 0,02$ до $0,60 \pm 0,04$ через 6 мес после второго этапа. Во всех случаях на протяжении всего периода наблюдения трансплантат внутри роговицы имел правильное расположение, оставался прозрачным без признаков рецидива первичного заболевания (рисунок, В).

Таблица 2. Сравнительная характеристика хирургической техники кератом-ассистированной послойной кератопластики и СТС
Table 2. Comparison of the surgical technique of keratome-assisted layer-by-layer keratoplasty and modified selective stroma transplantation

Критерий Criterion	Двухэтапная лазер-ассистированная послойная кератопластика (СТС) Two-stage excimer laser-assisted selective stromal transplantation (STS)	Двухэтапная кератом-ассистированная послойная кератопластика (передняя) Two-stage keratome — assisted keratoplasty
Вид кератопластики Type of keratoplasty	Послойная интерламеллярная Layer-by-layer keratoplasty	Послойная передняя Anterior layer keratoplasty
Показания Indications	Патология стromы и преимущественная патология стромы с вовлечением передней поверхности роговицы Stromal pathology involving the anterior corneal surface	Дистрофическая патология передней поверхности роговицы и кератоконус Dystrophic pathology of the anterior corneal surface and keratoconus
Используемое оборудование 1-го этапа Equipment used in stage 1	Фемтолазер Femtolaser	Кератом Keratome
Используемое оборудование 2-го этапа Equipment used in stage 2	Эксимер-лазер Excimer laser	Трепан Trepans
Наличие швов на передней поверхности Sutures on the anterior surface	Нет No	Да Yes [13, 14] Нет No [15]
Трансплантация Transplantation	На первом этапе In the first stage	На втором этапе In the second stage
Удаление срединной стromы Removing the medial stroma	Да Yes	Нет No
Трансплантат Graft	Строма без дескеметовой мембраны, модифицированная эксимер-лазером передняя поверхность Stroma without descemet membrane, excimer-laser-modified anterior surface	Передние слои роговицы, выкроенные кератомом Anterior corneal layers cut out by keratome

ОБСУЖДЕНИЕ

Методика СТС относится к межслойной трансплантации, так как трансплантат находится внутри роговицы, между передними и задними ее слоями. Однако принципиальным отличием СТС от ранее известных методик интерламеллярной трансплантации является удаление (экстракция) стромы реципиента перед имплантацией трансплантата, т. е. замещение стромы. Впервые межслойную трансплантацию предложил и осуществил Т. Krwawicz [5], а позже и другие авторы [6], в том числе с рефракционной целью [7–12]. В модификации Т. Krwawicz интерламеллярная кератопластика выполнялась в 2 этапа. Через 6–8 дней после межслойной имплантации в роговицу реципиента послойного диска роговицы донора диаметром 5 мм трепанировался и удалялся диск передних слоев роговицы реципиента диаметром 4 мм над интерламеллярным трансплантатом. Известны также методики двухэтапной кератом-ассистированной послойной кератопластики [13–15].

Множество различий между этими методиками и двухэтапной лазер-ассистированной СТС, представленных в таблице 2, говорит об оригинальности лазер-ассистированной методики СТС, не имеющей аналогов, описанных в литературе.

Лазер-ассистированная мСТС позволила добиться более высоких функционально-рефракционных и оптических результатов, чем одноэтапная мСТС. В текущем исследовании достигнутая средняя острота зрения составила $0,60 \pm 0,04$, в то время как в те же сроки после мСТС — $0,40 \pm 0,06$.

К преимуществам двухэтапной лазер-ассистированной мСТС можно отнести сохранение устойчивой биомеханики роговицы, независимый выбор диаметра трансплантата и абляции, повреждения суббазального и субэпителиального нервного сплетения только в оптическом центре с возможным незначительным риском развития сухости глаза и проблем с эпителизацией [16].

На наш взгляд, двухэтапная мСТС существенно расширяет показания к ней. В отличие от одноэтапной СТС, двухэтапная лазер-ассистированная СТС с модифицированным трансплантатом может быть выполнена при дистрофической патологии стромы роговицы с вовлечением передних слоев и передней поверхности роговицы, но с интактными предесцеметовыми слоями стромы, десцеметовой мемброй и эндотелием. Такие же показания традиционны для DALK (pdDALK). Однако, в отличие от DALK, любая модификация СТС, включая двухэтапную лазер-ассистированную модификацию, является бесшовной технологией, что потенциально позволяет исключить множество проблем, связанных с наложением, присутствием и снятием швов.

В отличие от одноэтапной СТС, где после операции формируются два интерфейса (предесцеметовый и суббуменовый), в двухэтапной модификации в итоге формируется только один интерфейс (предесцеметовый), что характерно для любой методики ламеллярной кератопластики, в том числе DALK. Исключение второго интерфейса положительно сказывается на оптических результатах, что подтверждается более высокими показателями остроты зрения после двухэтапной СТС в сравнении с одноэтапной СТС.

Среди недостатков двухэтапной модификации можно выделить собственно двухэтапность, необходимость применения фемтосекундного и эксимерного лазера, умеренную техническую сложность операции, длительность итоговой

реабилитации по причине двухэтапности. Вместе с тем отсутствие швов на поверхностях роговицы, закрытая техника операции, скромные требования к донорской ткани, безопасная катаректальная хирургия в перспективе перевешивают недостатки СТС.

Необходимо продолжение исследований для уточнения эффективности и оценки биологических, рефракционных и функциональных результатов предлагаемой технологии, в том числе в отдаленные сроки, а также на большем клиническом материале.

Литература/References

- Thanitkul C, Mathews P, Woreta FA, et al. Surgeon preference for keratoplasty techniques and barriers to performing deep anterior lamellar keratoplasty. *Cornea*. 2021 Nov 1; 40 (11): 1406–12. doi: 10.1097/ICO.0000000000002644
- Gao H, Huang T, Pan Z, et al. Survey report on keratoplasty in China: A 5-year review from 2014 to 2018. *PLoS One*. 2020 Oct 15; 15 (10): e0239939. doi: 10.1371/journal.pone.0239939
- Оганесян О.Г., Гусак Д.А., Макаров П.В., Ашикова П.М. Внутрироговичная трансплантация стромы. *Вестник офтальмологии*. 2024; 140 (1): 86–92. [Oganesyan O.G., Gusak D.A., Makarov P.V., Ashikova P.M. Intracorneal selective stromal transplantation. *Vestnik Oftal'mologii*. 2024; 140 (1): 86–92 (In Russ.)]. doi: 10.17116/oftalma202414001186
- Оганесян О.Г., Макаров П.В., Ашикова П.Р. Способ хирургического лечения стромальных дистрофий и дегенераций роговицы. Патент РФ № 2783743 от 16.11.2022. [Oganesyan O.G., Makarov P.V., Ashikova P.R. Method for surgical treatment of stromal dystrophies and degenerations of the cornea. Patent RU 2783743, 16.11.2022 (In Russ.)].
- Krwawicz T. Intra-corneal lamellar keratoplasty. *Br J Ophthalmol*. 1960 Oct; 44 (10): 629–33. doi: 10.1136/bjo.44.10.629
- Душин Н.В., Беляев В.С., Гончар П.А. и др. Отдаленные результаты хирургической коррекции миопии высокой степени методом туннельной кератопластики. *Вестник офтальмологии*. 2000; 116 (6): 7–9. [Dushin N.V., Beliaev V.S., Gonchar P.A., et al. Remote results of high myopia surgical correction by tunnel keratoplasty. *Vestnik oftal'mologii*. 2000 Nov-Dec; 116 (6): 7–9 (In Russ.)].
- Swinger CA, Barraquer JI. Keratophakia and keratomileusis-clinical results. *Ophthalmology*. 1981; 88: 709–15. PMID: 703859.
- Moshirfar M, Stoakes IM, Bruce EG, et al. Allogenic lenticular implantation for correction of refractive error and ectasia: Narrative review. *Ophthalmol Ther*. 2023 Oct; 12 (5): 2361–79. doi: 10.1007/s40123-023-00765-2
- Moshirfar M, Shah TJ, Masud M, et al. A Modified small incision lenticule intrastromal keratoplasty (SLIKE) for the correction of high hyperopia: A description of a new surgical technique and comparison to lenticule intrastromal keratoplasty (LIKE). *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2018 Summer; 7 (2): 48–56. PMID: 30250852.
- Pradhan KR, Reinstein DZ, Carp GI, et al. Femtosecond laser-assisted keyhole endokeratophakia: correction of hyperopia by implantation of an allogeneic lenticule obtained by SMILE from a myopic donor. *J Refract Surg*. 2013; 29 (11): 777–82. https://doi.org/10.3928/1081597x-20131021-07
- Ganesh S, Brar S, Rao PA. Cryopreservation of extracted corneal lenticles after small incision lenticule extraction for potential use in human subjects. *Cornea*. 2014; 33: 1355–62. doi: 10.1097/ICO.0000000000000276
- Jacob S, Kumar DA, Agarwal A, et al. Preliminary evidence of successful near vision enhancement with a new technique: presbyopic allogeneic refractive lenticule (PEARL) corneal inlay using a SMILE lenticule. *J Refract Surg*. 2017 Apr 1; 33 (4): 224–9. doi: 10.3928/1081597X-20170111-03
- Tan DT, Ang LP. Modified automated lamellar therapeutic keratoplasty for keratoconus: a new technique. *Cornea*. 2006 Dec; 25 (10): 1217–9. doi: 10.1097/01.ico.0000248388.39767.42
- Hsu HY, Culbertson WW, Alfonso EC. Staged automated lamellar keratoplasty for anterior stromal corneal dystrophies. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2008; 39: 196–202. https://www.ovid.com/journals/osli/abstract/00140183-200805000-00004~staged-automated-lamellar-keratoplasty-for-anterior-stromal
- Fogla R, Knyazer B. Microkeratome-assisted two-stage technique of superficial anterior lamellar keratoplasty for Reis-B cklers corneal dystrophy. *Cornea*. 2014 Oct; 33 (10): 1118–22. doi: 10.1097/ICO.0000000000000189
- Darrt DA. Dysfunctional neural regulation of lacrimal gland secretion and its role in the pathogenesis of dry eye syndromes. *Ocul Surf*. 2004; 2: 76–91. doi:10.1016/s1542-0124(12)70146-5

Вклад авторов в работу: О.Г. Оганесян — идея, концепция и дизайн исследования, написание и редактирование статьи; А.В. Иванова, С.В. Милаш, И.К. Елтин, Э.К. Багаманова, П.М. Ашикова — сбор, анализ и обработка данных; С.Г. Торопыгин — редактирование статьи; Д.А. Гусак — сбор данных и финальная подготовка статьи к публикации.

Authors' contribution: O.G. Oganesyan — idea, concept and design of the study, writing and editing of the article; A.V. Ivanova, S.V. Milash, I.K. Eletin, E.K. Bagamanova, P.M. Ashikova — data collection, analysis and processing; S.G. Toropygin — editing of the article; D.A. Gusak — data collection and final preparation of the article for publication.

Поступила: 17.10.2024. Переработана: 18.10.2024. Принята к печати: 19.10.2024
Originally received: 17.10.2024. Final revision: 18.10.2024. Accepted: 19.10.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России,
ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Оганес Георгиевич Оганесян — д-р мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела травматологии и реконструктивной хирургии, ORCID 0000-0002-3081-2101

Дарья Александровна Гусак — аспирант отдела травматологии и реконструктивной хирургии, врач-офтальмолог, ORCID 0000-0002-6917-8259

Анастасия Владимировна Иванова — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0002-2548-5900

Сергей Викторович Милаш — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0002-3553-9896

Эльза Камиловна Багаманова — аспирант отдела травматологии и реконструктивной хирургии, ORCID 0000-0003-2165-708X

ООО «Фемтомед», ул. Вавилова, д. 69/75, Москва, 117335, Россия

Иван Константинович Елтин — медицинский инженер сервисного отдела

ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Советская, д. 4, Тверь, 170100, Россия

Сергей Григорьевич Торопыгин — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии, ORCID 0000-0003-4523-2246

АО «Группа Компаний МЕДСИ», Грузинский пер., д. 3а, Москва, 123056, Россия

Патимат Магомедрасуловна Ашикова — врач-офтальмолог

Для контактов: Оганес Георгиевич Оганесян,
oftalmolog@mail.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19,
Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Oganes G. Oganesyan — Dr. of Med. Sci., associate professor, leading researcher, department of traumatology and reconstructive surgery, ORCID 0000-0002-3081-2101

Darya A. Gusak — PhD student, department of traumatology and reconstructive surgery, ORCID 0000-0002-6917-8259

Anastasia V. Ivanova — Cand. of Med. Sci., researcher, department of refractive pathology, binocular vision and ophthalm ergonomics, ORCID 0000-0002-2548-5900

Sergey V. Milash — Cand. of Med. Sci., researcher, department of refractive pathology, binocular vision and ophthalm ergonomics, ORCID 0000-0002-3553-9896

Elza K. Bagamanova — PhD student, department of traumatology and reconstructive surgery, ORCID 0000-0003-2165-708X

ООО Femtomed, bldg. 69/75, Vavilova St., Moscow, 117335, Russia

Ivan K. Eletin — medical engineer of the service department
Tverskoy State Medical University, bldg. 4, Sovetskaya St., Tver, 170100, Russia

Sergey G. Toropygin — Dr. of Med. Sci., professor, head of chair of ophthalmology, ORCID 0000-0003-4523-2246

JSC MEDSI Group of Companies, bldg. 3A, Gruzinsky Lane, Moscow, Russia, 123056

Patimat M. Ashikova — ophthalmologist

For contacts: Oganes G. Oganesyan,
oftalmolog@mail.ru