

## Хирургическое лечение буллезной кератопатии: современные подходы и тенденции



С.В. Труфанов



Г.А. Осипян



Е.П. Саловарова



Р. Баг



К.Н. Семченко

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(3):242–247

По данным ВОЗ слепота, возникшая вследствие поражения роговицы, занимает 4-е место (5,1 %) среди основных причин существенного снижения зрения в мире после катаракты, глаукомы и возрастной макулярной дегенерации. Буллезная кератопатия — это тяжелое заболевание роговицы с прогрессирующим характером течения. В основе заболевания лежит поражение эндотелия, что ведет к хроническому отеку роговицы, снижению остроты зрения, развитию болевого синдрома, образованию стойких помутнений, а также к присоединению инфекции, что может закончиться потерей глаза как органа. Со второй половины 90-х годов XX века в клиническую практику вошли различные модификации современной задней послойной (эндотелиальной) кератопластики, которые получили в дальнейшем широкое распространение для лечения буллезной кератопатии. Развитие эндотелиальной кератопластики было обусловлено использованием современных микрокератомов, которые начали применяться в рефракционной хирургии, а также усовершенствованием микрохирургической техники, что позволило выборочно (селективно) замещать только пораженные слои роговицы на новом качественном уровне, в отличие от традиционной мануальной послойной кератопластики. Необратимые помутнения стромальных слоев центральной зоны роговицы являются противопоказанием для эндотелиальной кератопластики. В этих случаях современные технологии и новое оборудование, в частности фемтосекундный лазер, позволяют выполнять сквозную кератопластику со сложным профилем корреспондирующих краев трансплантата и ложа. Для лечения буллезной кератопатии патогенетически ориентированной операцией со сложным профилем считается обратная грибовидная кератопластика в различных модификациях, что позволяет пересаживать большее количество эндотелиальных клеток при меньшем объеме трансплантируемой ткани передних слоев. В данной статье представлен обзор литературы, посвященной современному хирургическому лечению буллезной кератопатии.

**Ключевые слова:** буллезная кератопатия, дистрофия Фунса, эндотелиальная кератопластика, DSAEK, DMEK, PDEK, DMEK, грибовидная кератопластика

**Для цитирования:** Труфанов С.В., Осипян Г.А., Саловарова Е.П., Баг Р., Семченко К.Н. Хирургическое лечение буллезной кератопатии: современные подходы и тенденции. *Офтальмология*. 2018;15(3):242–247. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-242-247>

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

**Конфликт интересов отсутствует**



# Surgical Treatment of Bullous Keratopathy: Modern Approaches and Trends

S.V. Trufanov, G.A. Osipyan, E.P. Salovarova, R. Bagh, H.N. Semchenko

Research Institute of Eye Diseases  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

## ABSTRACT

## Ophthalmology in Russia. 2018;15(3):242-247

According to WHO, corneal pathology is the fourth cause (5.1 %) of blindness among the main causes of significant visual impairment in the world after cataract, glaucoma and macular degeneration. Bullous keratopathy is a serious progressive corneal disease, in which the endothelial lesion plays the main role leading to the chronic corneal edema, reduce of visual acuity, development of pain syndrome, formation of permanent opacities, and various infectious complication, which may result in eye globe loss. Since the second half of 90<sup>th</sup> XX century various modifications of modern posterior (endothelial) keratoplasty have been introduced in the clinical practice, which were subsequently used widely for the treatment of bullous keratopathy. The introduction of new microkeratomes used in refractive surgery significantly contributed to the development of endothelial keratoplasty microsurgical technique, which enables the high quality, selective replacement of the affected corneal layers in comparison to the manual lamellar keratoplasty techniques. One of the contraindications for endothelial keratoplasty is an irreversible central stromal opacity. In that case, modern technologies and new equipment (particularly femtosecond laser) provide an opportunity to perform the penetrating keratoplasty with a complex-shaped profile and corresponding edges of the graft and its bed. In bullous keratopathy, top-hat keratoplasty represents the pathogenetically targeted treatment method that allows transplanting of more endothelial cells with a relatively smaller diameter of graft's anterior segment. This article reviews the literature on modern surgical treatment of bullous keratopathy.

**Keywords:** bullous keratopathy, Fuchs' dystrophy, endothelial keratoplasty, DSAEK, DMEK, PDEK, DMET, mushroom keratoplasty

**For citation:** Trufanov S.V., Osipyan G.A., Salovarova E.P., Bagh R., Semchenko H.N. Surgical Treatment of Bullous Keratopathy: Modern Approaches and Trends. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(3):242-247. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-242-247>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

Буллезная кератопатия является одной из распространенных причин корневальной слепоты в России. В основе заболевания лежит поражение эндотелия роговицы.

Эндотелий роговицы представляет собой монослой, состоящий приблизительно из 350–500 тысяч гексональных клеток. Основная физиологическая функция эндотелиального слоя роговицы — сохранение постоянства содержания жидкости в строме, т.е. поддержание стромы в относительно дегидратированном состоянии. Это достигается за счет наличия эффективного эндотелиального барьера между стромой роговой оболочки и водянистой влагой передней камеры и нормального функционирования метаболических помп [1].

Уникальные шестиугольные эндотелиальные клетки выступают в качестве барьера для жидкости, которая движется в строму, содержащую большое количество гликоаминогликанов, из передней камеры глаза. Гликоаминогликаны способны адсорбировать значительное количество жидкости, тем самым создавая отек роговицы, что, в свою очередь, ведет к снижению остроты зрения [2, 3]. Жидкостные насосы (помпы) эпителиальных клеток работают непрерывно, активно перемещая воду из стромы обратно в переднюю камеру глаза [4, 6]. Динамическое равновесие между эндотелиальными барьерными и активными насосными функциями регулирует гидратацию роговицы, сохраняя ее прозрачность [2, 7–9].

В результате необратимого нарушения функции эндотелиальных клеток возникает хронический отек роговицы — буллезная кератопатия. При прогрессировании

отека роговицы сначала развивается стромальный отек, к которому впоследствии присоединяется межклеточный отек эпителия роговицы.

Эпителиальный отек связан с развитием микрокист и впоследствии пузырей — булл. Самопроизвольное вскрытие булл характеризуется появлением болевого синдрома разной степени выраженности — от ощущения инородного тела до невыносимой боли, а также выраженной светобоязни и слезотечения. Возникающие позже дефекты эпителия роговицы могут служить «воротами» для инфекции и способствовать развитию переднего увеита [10]. Острота зрения у пациентов с буллезной кератопатией уменьшается прямо пропорционально развитию центрального отека роговицы. При биомикроскопии роговицы определяются складки десцеметовой мембраны и утолщение центральной и периферической части роговицы.

Наиболее частыми причинами развития буллезной кератопатии являются механическая травма эндотелиального слоя роговицы при проведении интраокулярных хирургических вмешательств и эндотелиальная дистрофия Фукса. К хроническому отеку роговицы могут также приводить герпетический дисковидный кератит и реакция тканевой несовместимости после кератопластики. В этих случаях эндотелиальные клетки являются непосредственными мишенями воспалительного процесса. Неспецифическое воспаление, такое как послеоперационный и травматический иридоциклит, а также увеит, вызванный другими причинами, может также обуславливать нарушение функции эндотелия [11, 12].

Эндотелиальную дистрофию Фукса характеризует асимметричный, двусторонний, медленно прогрессирующий отек роговицы, встречающийся, как правило, у пожилых пациентов (поздняя форма). Первопричиной этого отека является медленно прогрессирующее формирование каплевидных образований (гутт) между эндотелием роговицы и десцеметовой мембраной [13]. При ранней форме заболевания наросты на десцеметовой мембране (гутты) имеют небольшой размер, округлую форму, проецируются на центр эндотелиальной клетки. В то время как при наиболее распространенной поздней форме эндотелиальной дистрофии Фукса наросты крупнее, с острыми вершинами и первично располагаются по краю эндотелиальной клетки [14].

Каплевидные наросты (*cornea guttata*) могут также иметь бородавчатую или грибовидную форму. Считается, что эти патологические структуры, состоящие из базальной мембраны и фибриллярного коллагена, производят дистрофически измененные эндотелиальные клетки. Таким образом, на самых ранних стадиях эндотелиальной дистрофии Фукса образуются гутты, которые определяются при осмотре на щелевой лампе как безрефлексные (неотражающие) точки, видимые в зеркальном изображении эндотелия, или как втянутые частицы — при обратном освещении [15].

Радикальным этиопатогенетическим способом лечения буллезной кератопатии, позволяющим восстановить остроту зрения, является кератопластика, включающая замену неэффективного патологически измененного эндотелия больного на здоровый функционирующий эндотелий роговицы донора [16].

История селективной трансплантации задних слоев роговицы начинается в 1951 году, когда J.I. Barraquer предложил замещать диск глубоких слоев роговицы реципиента на аналогичные слои донора после мануального формирования лоскута на ножке из передних слоев стромы [17–19]. Похожую технику позднее применяли М.М. Дронов и В.В. Волков для лечения эндотелиальных заболеваний. Авторы предложили фиксацию эндотелиального трансплантата тремя узловыми швами, которые можно было удалить через месяц после операции. Заднюю послойную кератопластику для удаления новообразований и врастающего эпителия применяли Р.А. Гундорова и А.В. Бойко [20]. В 1983 году для осуществления операции J.I. Barraquer использовал микрокератом [21].

В конце 70-х годов XX века идеи селективной кератопластики трансформировались в экспериментальные работы по трансплантации культивированных клеток эндотелия роговицы. Но широкого распространения в практике эта технология еще не получила.

В 1996 году М. Busin на конгрессе Американской офтальмологической академии доложил о модифицированном варианте техники задней послойной эндотелиальной кератопластики с формированием лоскута собственных передних слоев с помощью современного микрокератома [22]. Первую эндотелиальную кератопластику с корнео-

склеральным доступом в 1956 году выполнил С. W. Tillett [23]. В 1993 году усовершенствованную концепцию корнеосклерального доступа для эндотелиальной кератопластики применили W. Ко и соавт. в эксперименте на животных [24]. Позднее G.R. Melles внедрил эту методику в клиническую практику. В 1998 году он предложил через 9-миллиметровый лимбальный разрез специальными шпателями расслаивать задние слои стромы, формируя стромальный «карман». В «карман» вводили специальный трепан, иссекали задние слои стромы, десцеметову мембрану, поврежденный эндотелий и замещали их на аналогичные слои, взятые у донора [27]. М.А. Terry, применявший подобную технику, назвал ее глубокой послойной эндотелиальной кератопластикой [25–26]. В 2004 году G. R. Melles предложил через тоннельный лимбальный разрез отслаивать диск десцеметовой мембраны с пораженным эндотелием диаметром 9 мм со стороны передней камеры — десцеметорексис [28]. Операцию назвали эндотелиальной кератопластикой с удалением десцеметовой мембраны (Descemet's Stripping Endothelial Keratoplasty — DSEK) [29]. M.S. Gorovoy и соавт. для подготовки трансплантата применили микрокератом, что улучшило качество среза и уменьшило риск осложнений при его выкраивании [30]. Эта операция получила название автоматизированной эндотелиальной кератопластики с удалением десцеметовой мембраны (Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty — DSAEK).

В 2006 году G.R. Melles опубликовал результаты новой модификации операции эндотелиальной кератопластики с трансплантацией десцеметовой мембраны — Descemet's Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK) [32]. В 2008 году P. Studeny предложил усовершенствовать методику DMEK, мануально выкраивая трансплантат десцеметовой мембраны с периферическим кольцом стромы [33]. После введения в переднюю камеру такой трансплантат расправлялся значительно легче. Позднее для получения подобного трансплантата стали применять микрокератом (Descemet Membrane Automated Endothelial Keratoplasty — DMAEK) [34]. Позднее M. Busin предложил модифицированную технику DSAEK с выкраиванием тонких трансплантатов со средней толщиной 75 мкм, используя при этом повторные срезы микрокератомом (Ultrathin Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty — UTDSAEK).

Harminder S. Dua и соавт. в 2014 году была предложена новая техника — трансплантация «преддесцеметового» слоя стромы, десцеметовой мембраны и эндотелия (pre-Descemet's endothelial keratoplasty — PDEK). Трансплантат получали путем введения воздуха в глубокие слои стромы под десцеметову мембрану со стороны эндотелия корнеосклерального лоскута [37]. Расправлять и фиксировать такой трансплантат в передней камере было легче, чем изолированную десцеметову мембрану.

Учитывая способность эндотелиальных клеток к миграции, была предложена модифицированная техника DMEK, при которой десцеметорексис сопровождается

трансплантацией свернутой в рулон десцеметовой мембраны, при этом трансплантат свободно располагается во влаге передней камеры и единственным местом его контакта с роговицей является зона роговичного разреза. Этот метод получил название «трансфер десцеметовой мембраны с эндотелием» (Descemet Membrane Endothelial Transfer — DMET) [38].

Отдельные авторы описывают эффективность изолированного десцеметорексиса без трансплантации эндотелиального трансплантата [39]. Результаты ряда исследований свидетельствуют о другом. Анализ данных литературы и наш опыт в этом направлении позволяют предположить, что методика может давать положительный, возможно временный эффект, у весьма ограниченного контингента больных на стадии перехода *cornea guttata* в центральный отек роговицы при достаточном количестве непораженных эндотелиальных клеток на ее периферии.

При дистрофии Фукса и вторичной буллезной кератопатии операциями выбора являются DSAEK и DMEK. До сих пор продолжают споры о том, какая из этих процедур лучше и в каких ситуациях нужно прибегать к одной, а в каких — к другой. В научной литературе встречаются данные о том, что DMEK обладает некоторыми преимуществами по сравнению с DSAEK: сохранение строения роговицы без оптического интерфейса, более быстрая зрительная реабилитация, меньше вероятность отторжения трансплантата, более низкая степень послеоперационного астигматизма, отсутствие необходимости в дорогостоящих материалах. Другие авторы отдают предпочтение DSAEK из-за меньшей отбраковки донорского материала, в связи с этим операция является технически менее сложной, чем DMEK. Не определены факторы, которые следует учитывать при выборе модификации задней послойной кератопластики в соответствии с наличием сопутствующей патологии в каждом конкретном случае: афакии, обширных дефектов радужной оболочки или аниридии, состояния после витрэктомии и антиглаукомных операций фильтрующего типа, а также при наличии переднекамерной ИОЛ.

В настоящее время можно считать неоспоримым факт преимущества ламеллярной пересадки задних слоев роговицы по сравнению со сквозной кератопластикой у пациентов с дисфункцией эндотелия. Послойная кератопластика относится к операциям «закрытого типа», благодаря этому существенно снижается риск операционных и послеоперационных осложнений, имеется короткий реабилитационный период, минимальный индуцированный астигматизм [27, 40].

До сих пор подобные операции выполняются в специализированных офтальмологических центрах, так как являются технически сложными. В России разработке, усовершенствованию и оптимизации способов и техники задней послойной кератопластики на основе современных технологий, обеспечивающих более высокий лечебно-оптический эффект, посвящены работы Б.Э. Малюгина, О.Г. Оганесяна, С.В. Труфанова и соавт. [31, 35, 36].

Известно, что эндотелиальная кератопластика не показана в тех случаях, когда имеются необратимые помутнения стромальных слоев роговицы в оптической зоне. В этом случае методом выбора является сквозная кератопластика и ее модификации со сложным профилем операционного разреза.

Практически параллельно методикам по селективной замене эндотелиального слоя развивалась обратная грибовидная кератопластика. В 1951 году А. Franceschetti предложил выполнять сквозную кератопластику с грибовидным профилем операционного разреза и рекомендовал использовать ее в практике наряду с традиционной послойной и сквозной трансплантацией роговицы [41–42]. Для лечения эндотелиальных поражений роговицы в 1976 году технику мануальной обратной грибовидной кератопластики применили В.В. Волков и М.М. Дронов<sup>1</sup>. Усовершенствовали операцию А.А. Каспаров и Л.Т. Горгиладзе, предложив использовать разработанные ими двойные трепаны. Тем не менее техника операции была настолько сложна, что последние авторы не рекомендовали операцию к широкому клиническому применению и искали альтернативные варианты усовершенствования сквозной кератопластики для лечения буллезной кератопатии. А.А. Каспаров и соавт., полагая, что большое количество рецидивов буллезной кератопатии после сквозной кератопластики связано с популяцией патологически измененных эндотелиальных клеток, которые сохраняются на роговичном «козырьке» реципиента, предложили усовершенствованный способ традиционной сквозной кератопластики. Способ включает нанесение криоаппликаций в зоне роговичного «козырька» реципиента со стороны эндотелия после трепанации и удаления диска отечной роговицы [43–45]. Для лечения буллезной кератопатии З.И. Мороз и соавт. была предложена сквозная ступенчатая кератопластика. Операция заключалась в формировании ободка-«ступеньки» шириной 1 мм в глубоких слоях роговичного «козырька» реципиента при удалении диска отечной роговицы [46].

Считается, что при большом размере трансплантата повышается риск развития реакции тканевой несовместимости, так как границы трансплантата находятся близко к лимбальной зоне с ее антигенами и подходящей близко к ней сосудистой сетью. В свою очередь, трансплантат маленького диаметра также подвержен повышенному риску декомпенсации из-за недостаточного количества эндотелиальных клеток для выполнения их основных функций. По мнению большинства авторов, оптимальный диаметр сквозного трансплантата составляет от 7 до 8 мм [47]. Таким образом, обратная грибовидная кератопластика оказалась более патогенетически ориентированной операцией, в том числе по сравнению с традиционной сквозной кератопластикой, в лечении буллезной кератопатии, так как позволяла пересаживать большую площадь поверхности с эндотелиальными клетками (около 9 мм

<sup>1</sup> Дронов М.М. Дистрофии роговицы и методы их лечения. М.: ГВМУ МО РФ, 1992. С. 26.



в диаметре) при умеренном объеме трансплантируемой ткани передних слоев (около 7 мм в диаметре).

В 2003 году М. Busin предложил новую технику мануальной обратной грибовидной кератопластики. Выполнить ее было значительно легче. Она была менее травматичной относительно собственной роговицы пациента, чем ранее существовавшие модификации [48]. Позднее был предложен вариант так называемой частичной обратной грибовидной кератопластики (Half-top-hat). В этой операции сочеталось проведение традиционного для сквозной кератопластики вертикального профиля разреза у реципиента и трансплантата в форме «обратного гриба» [49].

Сквозная кератопластика со сложным профилем операционной раны стала еще более популярной с появлением в арсенале офтальмохирургов фемтосекундных лазеров. Фемтосекундный лазер способен формировать разрезы сложного профиля, в том числе и обратный грибовидный, с идентичными параметрами размеров трансплантата и ложа, размером вплоть до микрон. Благодаря абсолютному соответствию формы и размеров трансплантата и ложа деформация роговицы после приживления трансплантата сводится к минимуму [50]. Скорость выполнения разреза также была значительно выше, чем при мануальном выкраивании. Наиболее популярными сложными профилями операционной раны, выполняемыми с помощью фемтосекундного лазера, являются грибовидный (Mushroom), зигзагообразный (Zig-Zag) и обратный грибовидный (Top-hat).

В 2013 году L. Menabuoni и соавт. был предложен новый профиль операционной раны — «anvil», выпол-

няемый с помощью комбинации фемтосекундной трепанации и соединения краев раны с помощью диодного лазера [51]. К сожалению, надежды на существенное уменьшение уровня послеоперационного астигматизма после выполнения сложнопрофильного сквозного разреза, в том числе обратного грибовидного, с помощью фемтосекундного лазера пока не оправдались. Необходимость последующей шовной фиксации сводит на нет преимущества лазерного разреза. Тем не менее основные преимущества обратной грибовидной кератопластики по сравнению с традиционной сквозной заключаются в меньшей потере эндотелиальных клеток, более коротком периоде послеоперационной реабилитации и более надежной герметизации операционной раны. Это позволяет считать ее операцией выбора в лечении буллезной кератопатии при наличии необратимых стромальных помутнений в оптической зоне роговицы больного [52–54].

Таким образом, разработка и совершенствование методов эндотелиальной и сквозной кератопластики со сложным профилем операционной раны для лечения эндотелиальной патологии роговицы, широкое их внедрение в клиническую практику являются одним из наиболее актуальных и перспективных направлений в трансплантации роговицы.

#### УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Труфанов С.В., Осипян Г.А. — концепция и дизайн исследования.  
Семченко К.Н., Саловарова Е.П., Баг Рами — сбор и обработка материала.  
Саловарова Е.П., Семченко К.Н. — статистическая обработка.  
Семченко К.Н., Труфанов С.В. — написание текста.  
Саловарова Е.П., Труфанов С.В., Осипян Г.А. — редактирование.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Mishima S. Corneal thickness. *Surv. Ophthalmol.* 1968;13:57–96.
- Carlson K.H., Bourne W.M., McLaren J.W., Brubaker, R.F. Variations in human corneal endothelial cell morphology and permeability to fluorescein with age. *Exp Eye Res.* 1988;47(1):27–41. DOI: 10.1016/0014-4835(88)90021-8
- Jones R.F., Maurice D.M. New methods of measuring the rate of aqueous flow in man with fluorescein. *Exp Eye Res.* 1966;5:208. DOI: 10.1016/s0014-4835(66)80009-x
- Bourne W.M., Nelson L.R., Hodge D.O. Central corneal endothelial cell changes over a ten-year period. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38:779–782. DOI: 10.1016/s0002-9394(14)70810-4
- Fischbarg J., Lim J.J. Role of cations, anions and carbonic anhydrase in fluid transport across rabbit corneal endothelium. *J Physiol.* 1974;241:647–675. DOI: 10.1113/jphysiol.1974.sp010676
- Maurice D.M. The location of the fluid pump in the cornea. *J Physiol.* 1972;221:43. DOI: 10.1113/jphysiol.1972.sp009737
- Bourne W.M. Clinical estimation of corneal endothelial pump function. *Trans Am. Ophthalmol Soc.* 1998;96:229–239.
- Polse K.A., Brand R., Mandell R., Vastine D., Demartini D., Flom R. Age differences in corneal hydration control. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1989;30:392.
- Riley M.V., Winkler B.S., Starnes C.A., Peters M.L., Dang L. Regulation of corneal endothelial barrier function by adenosine, cyclic AMP, and protein kinases. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1998;39:2076.
- Morishige N., Chikama T., Yamada N., Takahashi N., Morita Y., Nishida T., Sonoda K.H. Effect of preoperative duration of stromal edema in bullous keratopathy on early visual acuity after endothelial keratoplasty. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(2):303–308. DOI: 10.1016/j.jcrs.2011.08.032
- Горгиладзе Т.У., Ивановская Е.В., Горгиладзе Л.Т. Причины, механизм развития и клинико-анатомическая классификация буллезной кератопатии. *Офтальмологический журнал.* 1992;3:129–133 [Gorgiladze T.U., Ivanovskaya E.V., Gorgiladze L.T. Etiopathogenesis, clinical and morphological classification of bullous keratopathy. *Journal of Ophthalmology (Ukraine) = Ovtal'mologitschekij zhurnal.* 1992;3:129–133 (In Russ.)].
- Kang H.M., Park J.W., Chung E.J. A retained lens fragment induced anterior uveitis and corneal edema 15 years after cataract surgery. *Korean J Ophthalmol.* 2011;25(1):60–62. DOI: 10.3341/kjo.2011.25.1.60
- Baratz K.H., Tosakulwong N., Ryu E., Brown W.L., Branham K., Chen W., Tran K.D., Schmid-Kubista K.E., Heckenlively J.R., Swaroop A., Abecasis G., Bailey K.R., Edwards A.O. E2-2 protein and Fuch's corneal dystrophy. *New England Journal of Medicine.* 2010;363:1016–1024. DOI: 10.1056/nejmoa1007064
- Magovern M., Beauchamp G.R., McTigue J.W., Fine B.S., Baumiller R.C. Inheritance of Fuchs' combined dystrophy. *Ophthalmology.* 1979;86:1897–1923. DOI: 10.1016/s0161-6420(79)35340-4
- Laing R.A., Leibowitz H.M., Oak S.S., Chang R., Berrospi A.R., Theodore J. Endothelial mosaic in Fuchs' dystrophy. A qualitative evaluation with the specular microscope. *Arch Ophthalmol.* 1981;99(1):80–83. DOI: 10.1001/archoph.1981.03930010082007
- Engelmann K., Bednarz J., Valtink M. Prospects for endothelial transplantation. *Exp Eye Res.* 2004; 78:573–578. DOI: 10.1016/s0014-4835(03)00209-4
- Barraquer J.I. Queratoplastia: Problemas qui plantea la fijacion del injerto. 16th Consilium Ophthalmologicum. London: British Medical Association. 1951;2:999–1004.
- Barraquer J.I. Lamellar keratoplasty. Special techniques. *Ann Ophthalmol.* 1972;4:437–469.
- Polack F.M. Queratoplastia lamelar posterior. *Rev Peru Oftalmol.* 1965;2:62–64.
- Gundorova R.A., Bojko A.V. Transplantation of the post-traumatic epithelial invasion. *Ceskoslovenska Oftalmologie.* 1977;33(1):21–24.
- Barraquer J.I., Rutlan J. The technique for penetrating keratoplasty. Microsurgery of the cornea. An atlas and textbook. Barcelona: Ediciones Scriba SA. 1984:289–294.
- Busin M., Arffa R.C., Sebastiani A. Endokeratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty for the surgical treatment of diseased endothelium: initial results. *Ophthalmology.* 2000;107:2077–2082. DOI: 10.1016/s0161-6420(00)00371-7
- Tillett C.W. Posterior lamellar keratoplasty. *American Journal of Ophthalmology.* 1956;41(3):530–533. DOI: 10.1016/0002-9394(56)91269-7
- Ko W., Freuh B., Shield C., Costello M.L., Feldman S.T. Experimental posterior lamellar transplantation of the rabbit cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1993;34(4):1102.
- Terry M.A., Ousley P.J. Endothelial replacement without surface corneal incisions or sutures: topography of the deep lamellar endothelial keratoplasty procedure. *Cornea.* 2001;20:14–18. DOI: 10.1097/00003226-200101000-00002
- Terry M.A., Ousley P.J. Replacing the endothelium without surface corneal incisions or sutures: first US clinical series with the deep lamellar endothelial keratoplasty procedure. *Ophthalmology.* 2003;110:755–764. DOI: 10.1016/s0161-6420(02)01939-5
- Melles G.R.J., Eggink F.A.G.J., Lander F., Pels E., Rietveld F.J., Beekhuis W.H., Binder P.S. A surgical technique for posterior lamellar keratoplasty. *Cornea.* 1998;17:618–626. DOI: 10.1097/00003226-199811000-00010

С.В. Труфанов, Г.А. Осипян, Е.П. Саловарова, Р. Баг, К.Н. Семченко

Контактная информация: Семченко Ксения Николаевна kseny\_semchenko@mail.ru

Хирургическое лечение буллезной кератопатии: современные подходы и тенденции

28. Melles G.R., Wijdh R.H., Nieuwendaal C.P. A technique to excise the descemet's membrane from a recipient cornea (descemetorhexis). *Cornea*. 2004;23:286–288. DOI: 10.1097/00003226-200404000-00011
29. Price F.W., Price M.O. Descemet's stripping with endothelial keratoplasty in 50 eyes: A refractive neutral corneal transplant. *J Refract Surg*. 2005;21:339–345.
30. Gorovoy M.S. Descemet-stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2006;25(8):886–889. DOI: 10.1097/01.icc.0000214224.90743.01
31. Малюгин Б.Э., Мороз З.И., Борзенко С.А., Дроздов И.В., Айба Э.Э., Паштаев А.Н. Первый опыт и клинические результаты задней автоматизированной послойной кератопластики (ЗАПК) с использованием предварительно выкроенных консервированных ультратонких роговичных трансплантатов. *Офтальмохирургия*. 2013;3:12–16 [Malyugin B.E., Moroz Z.I., Borzenok S.A., Drozdov I.V., Aiba E.E., Pashtaev A.N. First experience and clinical results DSAEK utilizing the pre-cut ultrathin grafts. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = Oftal'mokhirurgiya*. 2013;3:12–16 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2013-3-12-16
32. Melles G.R., Ong T.S., Ververs B., van der Wees J. Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK). *Cornea*. 2006;25(8):987–990. DOI: 10.1097/01.icc.0000248385.16896.34
33. Studeny P., Farkas A., Vokrojova M., Liskova P., Jirsova K. Descemet membrane endothelial keratoplasty with a stromal rim (DMEK-S). *Br J Ophthalmol*. 2010;94(7):909–914.
34. Franceschetti A. Combined lamellar and perforant keratoplasty (mushroom graft). *Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften*. 1951;7(2):134–145.
35. Оганесян О.Г., Нероев В.В., Гундорова Р.А., Сметанина М.А., Данилова Д.Ю. Микроинвазивная десцеметопластика. Анализ предварительных результатов первых 20 случаев. *Офтальмология*. 2010;7(2):20–25 [Oganesyan O.G., Neroyev V.V., Gundorova R.A., Smetanina M.A., Danilova D.Yu. Microinvasive descemetoplasty: Analysis of short-term results of first 20 cases. *Ophthalmology in Russia = Oftal'mologiya*. 2010;7(2):20–25 (In Russ.)].
36. Труфанов С.В. Результаты автоматизированной эндотелиальной кератопластики с удалением десцеметовой мембраны (DSAЕК) при буллезной кератопатии. *Офтальмология*. 2012;9(1): 33–36 [Trufanov S.V. The results descemet-stripping automated endothelial keratoplasty at bullous keratopathy. *Ophthalmology in Russia = Oftal'mologiya*. 2012;9(1):33–36 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2012-1-32-36
37. Agarwal A., Dua H.S., Narang P., Kumar D.A., Agarwal A., Jacob S., Agarwal Athiya., Gupta A. Pre-Descemet's Endothelial Keratoplasty (PDEK). *J Ophthalmologica*. 2014;98:1181–1185. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2013-304639
38. Birbal R.S., Parker J., Dirisamer M., Janičević A., Baydoun L., Dapena I., Melles G.R.J. Descemet Membrane Endothelial Transfer: Ultimate Outcome. *Cornea*. 2017;0:1–4. DOI: 10.1097/ico.0000000000001395
39. Borkar D.S., Veldman P., Colby K.A. Treatment of Fuchs Endothelial Dystrophy by Descemet Stripping without Endothelial Keratoplasty. *Cornea*. 2016;35(10):1267–1273. DOI:10.1097/ico.0000000000000915
40. Seitz V., Langenbucher A., Hofmann-Rummell C., Schlötzer-Schrehardt U., Naumann G.O. Nonme-chanics posterior lamellar keratoplasty using the femtosecond laser (femto-PLAK) for corneal endothelial decompensation. *Am J Ophthalmol*. 2003;136:769–772. DOI: 10.1016/s0002-9394(03)00449-5
41. 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):1659–1664.
42. Franceschetti A. The different techniques of corneal grafting and they indication. *Am J Ophthalmol*. 1955;39(1):61–66. DOI: 10.1016/0002-9394(55)92657-x
43. Каспаров А.А., Горгиладзе Л.Т. Новый способ хирургического лечения буллезной кератопатии. *Офтальмологический журнал*. 1987;2:93–95 [Kasparov A.A., Gorgiladze L.T. A new method of surgical treatment for bullous keratopathy. *Journal of Ophthalmology (Ukraine) = Ovtal'mologitschekij zhurnal*. 1987;2:93–95 (In Russ.)].
44. Каспаров А.А., Магден Ю., Федоров А.А. Тотальная задняя криопексия роговицы в лечении буллезной хронической кератопатии. *Вестник офтальмологии*. 2000;116(2):5–7 [Kasparov A.A., Magden Yu., Fedorov A.A. Total posterior cryopexy of the cornea in the treatment of chronic bullous keratopathy. *Vestnik oftal'mologii*. 2000;116(2):5–7 (In Russ.)].
45. Каспаров А.А., Магден Ю. Криокератопластика и кератопластика в лечении буллезной хронической кератопатии. *Вестник офтальмологии*. 2001; 2:8–10. [Kasparov A.A., Magden Yu. Cryokeratoplasty and keratoplasty in the treatment of chronic bullous keratopathy. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2001;2:8–10 (In Russ.)].
46. Мороз З.И., Ковшун Е.В., Волкова О.С. Лечение вторичной эндотелиальной дистрофии роговицы. *Офтальмохирургия*. 1990;1:34–39 [Moroz Z.I., Kovshun E.V., Volkova O.S. The treatment of secondary endothelial and epithelial corneal dystrophy. *Ophthalmosurgery = Oftal'mokhirurgiya*. 1990;1:34–39 (In Russ.)].
47. Williams K.A., Roder D., Esterman A., Muehlberg S.M., Coster D.J. Factors predictive of corneal graft survival. *Ophthalmology*. 1992; 99:403–414. DOI: 10.1016/s0161-6420(92)31960-8
48. Busin M. A new lamellar wound configuration for penetrating keratoplasty surgery. *Arch Ophthalmol*. 2003;121(2):260–265.
49. Kaiserman I., Bahar I., Rootman D.S. Half-top-hat — a new wound configuration for penetrating keratoplasty. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(1):143–146. DOI: 10.1136/bjo.2007.125435
50. Steinert R.F., Ignacio T.S., Sarayba M.A. “Top hat”-shaped penetrating keratoplasty using the femtosecond laser. *Am J Ophthalmol*. 2007;143(4):689–691. DOI:10.1016/j.ajao.2006.11.043
51. Menabuoni L., Canovetti A., Rossi F., Malandrini A., Lenzetti I., Pini R. The ‘anvil’ profile in femtosecond laser-assisted penetrating keratoplasty. *Acta Ophthalmol*. 2013;91(6):494–495. DOI: 10.1111/aos.12144
52. Труфанов С.В. Результаты обратной грибовидной кератопластики в хирургической реабилитации пациентов с буллезной кератопатией. *Офтальмология*. 2012;1:126–129 [Trufanov S.V. Outcomes of application Top-hat keratoplasty for surgical rehabilitation patients suffered bullous keratopathy. *Ophthalmology = Oftal'mologiya*. 2012;1:126–129 (In Russ.)].
53. Труфанов С.В. Частичная обратная грибовидная кератопластика в лечении буллезной кератопатии. *Офтальмология*. 2012;9(3):14–19 [Trufanov S.V. Half-top-hat keratoplasty is effective method for bullous keratopathy treatment. *Ophthalmology = Oftal'mologiya*. 2012;9(3):14–19 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2012-3-14-19
54. Мамиконян В.Р., Труфанов С.В., Бородина Н.В. Обратная грибовидная кератопластика в хирургическом лечении буллезной кератопатии. *Вестник офтальмологии*. 2013;129(3):4–10 [Mamikonyan V.R., Trufanov S.V., Borodina N.V. Top-hat keratoplasty in surgical treatment of bullous keratopathy. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii*. 2013;129(3):4–10 (In Russ.)].

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
Труфанов Сергей Владимирович  
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии роговицы  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация  
ORCID 0000-0003-4360-793X

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
Осипян Григорий Альбертович  
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии роговицы  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
Саловарова Елена Павловна  
врач-офтальмолог, аспирант отдела патологии роговицы  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
Баг Рами  
врач-офтальмолог, аспирант отдела патологии роговицы  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»  
Семченко Ксения Николаевна  
ординатор  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация  
ORCID 0000-0003-1526-383

## ABOUT THE AUTHORS

Research Institute of Eye Diseases  
Trufanov Sergej V.  
MD, leading research associate  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia  
ORCID 0000-0003-4360-793X

Research Institute of Eye Diseases  
Osipyany Grigorij A.  
PhD, senior research associate  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases  
Salovarova Elena P.  
postgraduate  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Scientific Research Institute of Eye Diseases  
Bagh Rami  
postgraduate  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Scientific Research Institute of Eye Diseases  
Semchenko Kseniya N.  
resident  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia  
ORCID 0000-0003-1526-3834