

# Особенности и исходы сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии боевой травмы глаза и ее осложнений



А.Н. Куликов



С.В. Чурашов



Е.В. Даниленко

П.С. Воронков, Э.С. Головнева

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации  
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(1):66–73

**Цель:** проанализировать особенности и исходы сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии тяжелой боевой травмы глаза и ее осложнений. **Пациенты и методы.** В исследование вошли 17 глаз (16 мужчин) в возрасте  $34,00 \pm 12,51$  года, разделенные на 2 группы: I — с воспалительными заболеваниями переднего сегмента, осложнивших боевую травму (4 глаза), II — с открытой травмой глаза (13 глаз). Пациентам проведено исследование для оценки повреждений внутриглазных структур, поиска и локализации внутриглазных инородных тел (ВГИТ), определение зрительных функций, а также импрессионная цитология. Во всех случаях выполнена сквозная кератопластика как самостоятельно, так и в комплексе с эндовитреальным вмешательством. В послеоперационном периоде оценивали остроту зрения, сроки эпителизации и степень прозрачности трансплантата. Сроки наблюдения составили  $4,5 \pm 2,1$  месяца. **Результаты.** Пациенты I группы имели тяжелый кератоепителит при сохраненных внутриглазных структурах заднего сегмента и нормальные электрофизиологические показатели. Наличие бокаловидных клеток по данным импрессионной цитологии определено в 50 % случаев. Число операций составило  $2,00 \pm 0,82$ , сроки эпителизации трансплантата —  $38,99 \pm 35,43$  дня. При выписке отмечалось прозрачное приживление трансплантата с его полной эпителизацией при высокой остроте зрения ( $0,25 \pm 0,10$ ). Пациенты II группы характеризовались повреждением нескольких внутриглазных структур как переднего, так и заднего сегмента глаза и варьировавшими электрофизиологическими показателями. Фенотип эпителия всегда был роговичным. Среднее количество перенесенных вмешательств составило  $3,00 \pm 1,48$ . Сроки эпителизации трансплантата были достоверно меньше, чем в I группе, —  $17,66 \pm 8,69$  суток ( $p = 0,014$ ). Острота зрения с коррекцией варьировала от нуля (30,77 %) до 0,3 ( $0,08 \pm 0,11$ ) и была достоверно меньше, чем в группе I ( $p = 0,018$ ). Параметрами, с которыми коррелировала низкая острота зрения, были: афакция, уровень электрической чувствительности, количество перенесенных хирургических вмешательств и возраст пациентов. **Заключение.** Наличие тяжелого воспалительного процесса в переднем сегменте глаза, в том числе угроза перфорации роговицы, как показание к кератопластике, дает лучший прогноз в отношении сохранения предметного зрения у пациента, чем при наличии открытой травмы глаза. Помимо поражения критических световоспринимающих структур (сетчатки, зрительного нерва), оптико-реконструктивная хирургия открытой травмы глаза часто приводит к формированию единой камеры глаза, заполненной заменителями стекловидного тела, что значительно ухудшает функциональный прогноз лечения.

**Ключевые слова:** открытая травма глаза, боевая травма глаза, сквозная кератопластика, оптико-реконструктивная хирургия

**Для цитирования:** Куликов А.Н., Чурашов С.В., Даниленко Е.В., Воронков П.С., Головнева Э.С. Особенности и исходы сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии боевой травмы глаза и ее осложнений. *Офтальмология*. 2024;21(1):66–73. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-1-66-73>

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

**Конфликт интересов отсутствует.**



# Features and Outcomes of Penetrating Keratoplasty in Combined Opto-reconstructive Surgery for Combat Eye Injury and its Complication

A.N. Kulikov, S.V. Churashov, E.V. Danilenko, P.S. Voronkov, E.S. Golovneva

Medical Military Academy named after S.M. Hrov  
Akademichan Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

## ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(1):66–73

**Purpose:** to evaluate the features and outcomes of penetrating keratoplasty in combined opto-reconstructive surgery for combat eye injury and its complications. **Patients and methods.** The study enrolled 17 eyes (16 men) aged  $34.00 \pm 12.51$  years, divided into 2 groups: I — with inflammatory diseases of the anterior segment, complicated combat eye injury (4 eyes), II — with open eye injury (OGI, 13 eyes). Patients underwent examination to reveal and localize damaged intraocular structures and intraocular foreign bodies (IOFB), determine the prognosis of visual functions, as well as impression cytology. In all cases penetrating keratoplasty was performed, as well as complex vitreoretinal surgery if it was needed. In the postoperative period, visual acuity, the timing of epithelialization, and graft transparency were assessed. Period of observation was  $4.5 \pm 2.1$  months. **Results.** Group I had severe keratouveitis, when intraocular structures were intact also as electrophysiological parameters. The presence of mucosal cells was determined in 50 % of cases. The number of surgery was  $2.00 \pm 0.82$ . Graft epithelialization was completed in  $38.99 \pm 35.43$  days. Postoperatively all grafts had transparent retention and complete epithelialization, also as had high visual acuity ( $0.25 \pm 0.10$ ) was noted. Group II had damaged several intraocular structures and varying electrophysiological parameters. The epithelial phenotype was corneal all over. The average number of surgical treatments was  $3.00 \pm 1.48$ . The time of graft epithelialization was significantly less —  $17.66 \pm 8.69$  days ( $p = 0.014$ ). Corrected visual acuity ranged from zero (30.77 %) to 0.3 ( $0.08 \pm 0.11$ ) and was significantly less than in group I ( $p = 0.018$ ). The parameters that correlated low visual acuity were aphakia, the level of electrical sensitivity, the number of surgical interventions, and the age of patients. **Conclusions.** Penetrating keratoplasty functional results prognosis is better in group with infectious complications of combat eye injury with reduced cornea transparency than in patient with open globe injury. Besides light perception and conducting structures (retina, optical nerve) lesion, opto-reconstructive surgery in open globe injury often leads to single-chamber formation in silicone filled eye, which significantly worsens the functional prognosis of treatment.

**Keywords:** open globe injury, combat eye injury, penetrating keratoplasty, opto-reconstructive surgery

**For citation:** Kulikov A.N., Churashov S.V., Danilenko E.V., Voronkov P.S., Golovneva E.S. Features and Outcomes of Penetrating Keratoplasty in Combined Opto-reconstructive Surgery for Combat Eye Injury and its Complication. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(1):66–73. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-1-66-73>

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Частота боевой травмы глаза растет, достигая в вооруженных конфликтах последних десятилетий 10–13 % от числа всех санитарных потерь. При использовании новых видов вооружения структура получаемых ранений изменяется в сторону увеличения сочетанных поражений, множественности и комбинированности, а также с ростом числа инфекционных осложнений [1, 2]. Отмечается и увеличение частоты бинокулярных поражений [1, 3].

Тяжелая боевая травма глаза требует проведения хирургического лечения, включающего комплекс оптико-реконструктивных операций (ОРХ) на переднем и заднем сегментах глаза, в том числе сквозной кератопластики, а также нередко осложняется инфекционными поражениями роговицы, что тоже требует оперативного восстановления ее прозрачности.

Боевая травма глаза часто сопровождается дефицитом ткани роговицы, ее ожогом и язвой, осложнениями в виде десцеметоцеле и перфорации, что приводит

к необходимости хирургического лечения, зачастую включающего кератопластику [4]. Помимо оперативно-го восстановления прозрачности роговицы в комплекс ОРХ на переднем сегменте глаза могут быть необходимы факоэмульсификация, имплантация интраокулярной линзы (ИОЛ), искусственной радужки или иридохрусталикового комплекса и витреоретинальные вмешательства на заднем сегменте: гемвитрмембранэктомия, ретиномия с применением перфторорганических соединений, эндолазеркоагуляция сетчатки и тампонада силиконовым маслом, а также удаление внутриглазных инородных тел (ВГИТ) различной локализации [2, 5, 6].

По данным литературы, на исход сложных комбинированных ОРХ влияет число поврежденных структур, локализация зоны повреждения, размер и локализация ВГИТ, срок, прошедший от момента травмы, длительность операции, исходные электрофизиологические показатели и сопутствующие осложнения [5, 7–11]. Использование высокотехнологичной хирургической техники позволяет восстановить герметичность глаза и правильные внутриглазные анатомические

взаимоотношения, однако окончательные функциональные результаты нередко остаются достаточно низкими из-за синдрома взаимного отягощения, обусловленного обширным повреждением большого количества структур глаза, а также световоспринимающих и проводящих структур [5, 12].

**Цель работы:** проанализировать особенности и исходы сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии тяжелой боевой травмы глаза и ее осложнений.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 17 глаз 16 пациентов мужского пола в возрасте от 22 до 59 лет (средний возраст составил  $34,00 \pm 12,51$  года) в период с февраля 2022 по январь 2023 г. Для анализа было принято решение разделить пациентов по характеру повреждений органа зрения на 2 группы:

I — с воспалительными заболеваниями переднего сегмента, осложнившимися тяжелой боевую травму глаза (4 глаза);

II — пациенты с открытой травмой глаза (13 глаз), при которой были поражены структуры переднего и заднего сегментов.

На диагностическом этапе пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование, при наличии показаний — ультразвуковое В-сканирование глазного яблока для определения взаимоотношения внутриглазных оболочек и оценки прозрачности сред («NextGen LOGIQ e», «GE HealthCare», Китай), оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего сегмента глаза «Cassia 2» («Tomey», Япония) при непрозрачности роговицы для уточнения состояния глубже лежащих структур, электрофизиологическое исследование (электрическая чувствительность и критическая частота слияния мельканий фосфена) для определения сохранности функций третьего нейрона и прогноза зрительных функций, компьютерная томография (КТ) орбит для поиска и локализации инородных тел орбиты и глазного яблока. Расчет силы ИОЛ выполнялся на приборе «IOLMaster» («Carl Zeiss», Германия), при непрозрачных средах аксиальную длину глаза измеряли с помощью ультразвукового А-сканирования «Quantel Aviso» («Aviso», Франция). Перед проведением кератопластики фенотип эпителия роговичной поверхности оценивали с помощью импрессионной цитологии [13–16].

Всем раненым выполнена сквозная кератопластика с использованием свежего донорского материала в клинике офтальмологии им. профессора В.В. Волкова ВМедА им. С.М. Кирова МО РФ. Помимо пересадки роговицы, комплекс ОРХ включал по необходимости установку временного кератопротеза, реконструкцию передней камеры, пластику радужки с формированием зрачка, удаление травматической катаракты, имплантацию интраокулярной линзы (ИОЛ), гемвитрмембранэктомию, удаление ВГИТ, расправление сетчатки

перфторорганическими соединениями, эндолазеркоагуляцию при разрывах сетчатки, ретиномию, заполнение витреальной полости силиконовым маслом, дренирование геморрагических отслоек сосудистой оболочки.

На послеоперационном этапе оценивали остроту зрения с коррекцией на проекторе знаков «НСР-7000» («Huvitz», Корея), сроки полной эпителизации трансплантата при окрашивании флуоресцеином, степень прозрачности трансплантата, а также морфологические особенности передней камеры.

При замедленной эпителизации трансплантата применяли аппликации двухкомпонентного аутофибринового клея (ДАФК) [17] и покрытие роговицы амниотической мембраной [18].

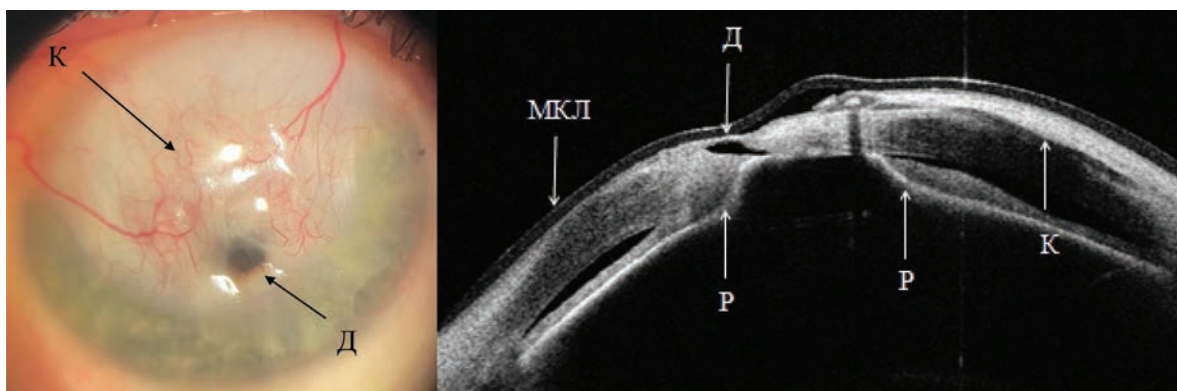
Системный иммунный ответ на антигены глаза (роговицы) оценивали по реакции торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ) [19]. Показатели ниже референсных значений расценивали как торможение, выше — как стимуляцию миграции лейкоцитов. Считается, что оба варианта являются признаками системной аутосенсibilизации [20–22]. Для коррекции клеточного и гуморального иммунитета применялись местные и системные глюкокортикостероиды, а также плазмаферез с ультрафиолетовым облучением крови [23, 24].

Сроки наблюдения составили  $4,5 \pm 2,1$  месяца.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты с воспалительным процессом переднего сегмента глаза (I группа) характеризовались наличием тяжелого кератouveита вследствие попадания инфицированных инородных тел в конъюнктивальную полость и толщу роговицы или механического повреждения последней (3 глаза). Проведение общей и местной антибиотикотерапии препаратами широкого спектра действия характеризовалось малой эффективностью, хотя позволило подавить воспалительный процесс, но не восстановить прозрачность травмированной роговицы. В 2-х случаях прогрессирование воспаления привело к истончению стромы роговицы и появлению десцеметоцеле с угрозой перфорации (2 глаза) и перфорацией (1 глаз). В 2 случаях на этапах оказания специализированной медицинской помощи выполнено покрытие зоны десцеметоцеле лоскутом конъюнктивы на питающей ножке, что, однако, не во всех случаях привело к устойчивой герметизации глаза (1 глаз). По периметру зоны истончения роговицы с помощью ОКТ переднего отрезка выявлена круговая синехия с тканью радужки, отграничивающая пространство передней камеры от места фильтрации влаги передней камеры (рис. 1).

В одном случае длительное течение обширного кератouveита (более 3 месяцев), развившегося на фоне закрытой травмы глаза с наличием вколоченного в толщу роговицы инородного тела (удалено при первичной хирургической обработке), сопровождалось наличием стерильных посевов и соскобов с поверхности роговицы, не позволявшим корректировать антибиотикотерапию,



**Рис. 1.** Пациент П.: А — фото с щелевой лампы; Б — ОКТ переднего сегмента. Зона десцеметоцеле (Д) отграничена от передней камеры круговой синехией с тканью радужки (Р). Передняя поверхность роговицы укрыта лоскутом конъюнктивы (К). Надета мягкая контактная линза (МКЛ)

**Fig. 1.** Patient P.: А — slit lamp foto. Б — anterior segment OCT picture. Descemetocеле area (Д) keeps enclosure from anterior chamber structures by iris circular synechia (Р). Anterior corneal surface covered with conjunctiva (К). Soft contact lens is put on

что потребовало неоднократной смены противомикробных препаратов, не обеспечивших стабилизацию процесса.

Пациенты первой группы характеризовались плохой визуализацией внутриглазных структур, расположенных за роговицей. Однако во всех случаях у них была сохранена собственная ткань радужки, нативный хрусталик и стекловидное тело, состояние которых можно было оценить с помощью ОКТ переднего сегмента и ультразвуковых методов исследования. Электрофизиологические показатели сохранялись в пределах нормы, средняя величина ЭЧ составила  $90,33 \pm 46,37$  (50–141 мкА), КЧИФ  $36,33 \pm 2,52$  (34–39 Гц). При наличии конъюнктивального лоскута данные импрессионной цитологии подтверждали наличие бокаловидных клеток в соответствующем квадранте (2 глаза — 50 %), в остальных локусах определялся роговичный фенотип эпителия. Остальные случаи не имели признаков конъюнктивализации (50 %).

При хирургическом вмешательстве при наличии конъюнктивального покровного лоскута его отсепаровывали от подлежащей роговичной ткани, стараясь минимально травмировать зону лимба. В обоих случаях тесное срастание зоны воспалительного инфильтрата и васкуляризованного лоскута находилось в пределах роговицы без вовлечения палисад Фогта. Диаметр трепана и место трепанации подбирали таким образом, чтобы максимально сохранить неизмененную ткань собственной роговицы. Средний диаметр трепанационного отверстия составил  $8,00 \pm 0,46$  мм (7,50–8,50 мм). Во всех случаях были наложены 4 узловых позиционирующих шва и обвивной непрерывный шов. Число перенесенных хирургических вмешательств варьировало от 1 до 3 ( $2,00 \pm 0,82$ ).

Все случаи с инфекционными осложнениями боевой травмы глаза характеризовались замедленной эпителизацией трансплантата, сроки которой составили более 1 месяца ( $38,99 \pm 35,43$  дня, от 10 дней до 3 месяцев). Для стимулирования этого процесса применяли

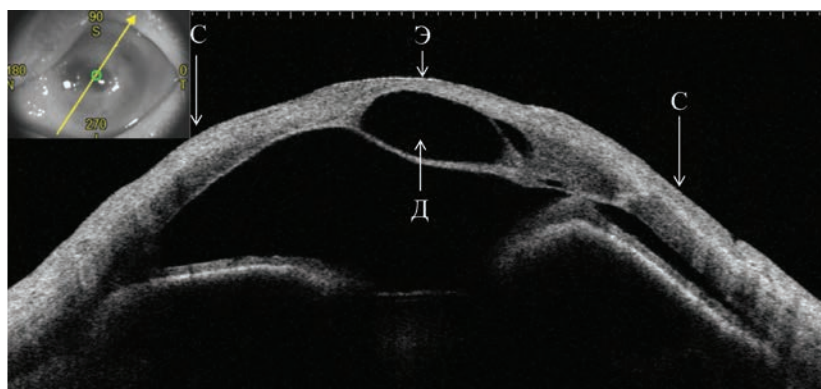
покрытие амниотической мембраной (1 случай, 4 раза), аппликации двухкомпонентного аутофибринового клея (1 случай, 7 раз) и временную блефарорафию (2 случая сроком на 14–21 сут.). У одного пациента с длительно персистировавшим кератитом эпителизация трансплантата не была достигнута. Аппликации ДАФК и покрытие амниотической мембраной на фоне временной блефарорафии значимую положительную динамику не обеспечили. Наблюдалось прогрессирующее снижение прозрачности трансплантата, развитие его поверхностной васкуляризации во всех квадрантах без затрагивания оптического центра и появление признаков деградации донорского материала (рис. 2).

При исследовании РТМЛ выявлено ее торможение с антигенами роговицы, что свидетельствовало о наличии аутоенсибилизации. Было принято решение о коррекции иммунного статуса с помощью плазмофереза с ультрафиолетовым облучением крови (проведено 7 сеансов), после этого была проведена рекератопластика. На фоне проведенного лечения наблюдалось прозрачное приживление трансплантата и его полная эпителизация в течение 5 суток.

Во всех случаях в исходе заболевания при выписке пациентов отмечалось прозрачное приживление трансплантата с его полной эпителизацией (рис. 3). Высокая острота зрения наблюдалась в 3 случаях и составила 0,3, коррекции не удалось добиться. В 1 случае острота зрения составила 0,1, что было связано с травматической патологией центральной нервной системы. В 75 % случаев парный глаз пациентов I группы оставался интактным и имел высокие зрительные функции.

Вторая группа пациентов представлялась более сложной для анализа. Причинами нарушения прозрачности роговицы были проникающие ранения с ВГИТ: роговичные — тип С, зона I (69,23 %), роговично-склеральные ранения — тип С, зона II (7,69 %) и эндофтальмит, развившийся при открытой травме глаза различных типов





**Рис. 2.** Пациент М. Зона деградации донорского материала (Д). Нарастание сосудов на переднюю поверхность роговицы (С). Персистирующая эрозия трансплантата (Э)

**Fig. 2.** Patient M. Zone of graft degradation (D). Intussusception of capillaries in anterior corneal surface (C). Persisting graft erosion (Э)

**Таблица 1.** Острота зрения раненых в группе II (ОГГ) на момент начала ОРХ

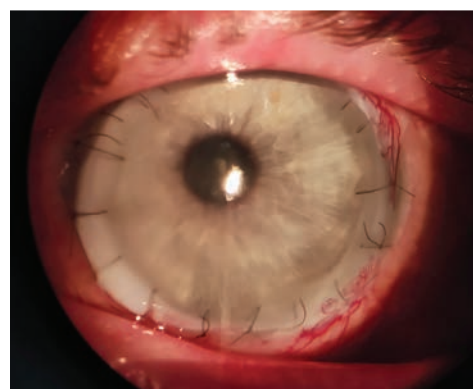
**Table 1.** Vision acuity of injured in group II (OGI) at time of starting ORS

Острота зрения / Vision acuity	0 (ноль) / 0 (zero)	1/∞, пр. I. incerta	1/∞, пр. I. certa	Движение руки у лица / Hand movement	0,01
Доля раненых / Portion of injured, %	30,77	15,38	7,69	38,46	7,69

(23,08 %) [25–27]. Большинство пациентов на момент госпитализации имели остроту зрения, равную нулю (30,77 % случаев) или движению руки у лица (38,46 %), меньшая часть больных неверно определяла направление источника света при отрицательных энтоптических феноменах (15,38 %), менее 10 % раненых имели правильную светопроектировку с положительными энтоптическими феноменами (7,69 %), и 0,01 (7,69 %) (табл. 1).

Более чем в половине случаев ткань радужки была сохранена в полном объеме (61,54 %), у части пациентов имелась частичная (30,77 %) и полная аниридия (7,69 %). В равном проценте случаев выявлена травматическая катаракта и афакия (38,46 и 38,46 % соответственно), в 7,69 % случаев на предшествовавших этапах медицинской эвакуации была установлена интраокулярная линза, и только в 15,39 % случаев у пациентов был сохранен нативный хрусталик. В результате проведенных ранее вмешательств стекловидная камера была заполнена силиконовым маслом (23,08 %), сгустками крови при авитрии (30,77 %), в том числе развившейся при выпадении внутриглазных оболочек (38,46 %). В случае сохранения собственного стекловидного тела в половине случаев диагностирован частичный гемофтальм. В 69,23 % при диагностическом осмотре или во время хирургического вмешательства выявлена отслойка сетчатки, а также геморрагическая отслойка сосудистой оболочки (15,38 %).

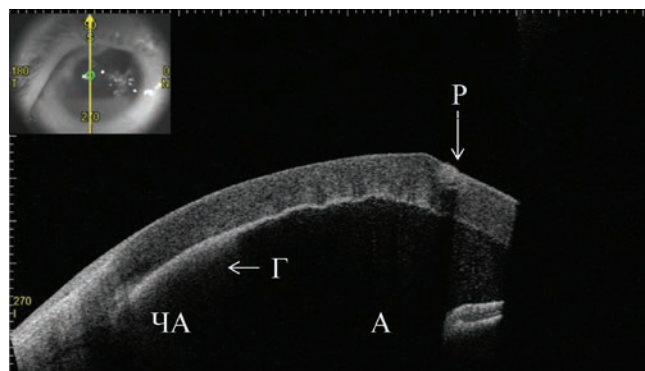
Фенотип эпителия во всех случаях был роговичным. Уровень электрической чувствительности и лабильности варьировал от их полного отсутствия до нормальных значений. ОКТ переднего сегмента глазного яблока представлено на рисунке 4.



**Рис. 3.** Фото пациента из группы I (с воспалительным состоянием переднего сегмента, осложнившимся тяжелой боевой травмой глаза) после сквозной кератопластики. Трансплантат прозрачен, эпителизирован. Артифакция. Острота зрения 0,3 н/н. Срок наблюдения 50 суток

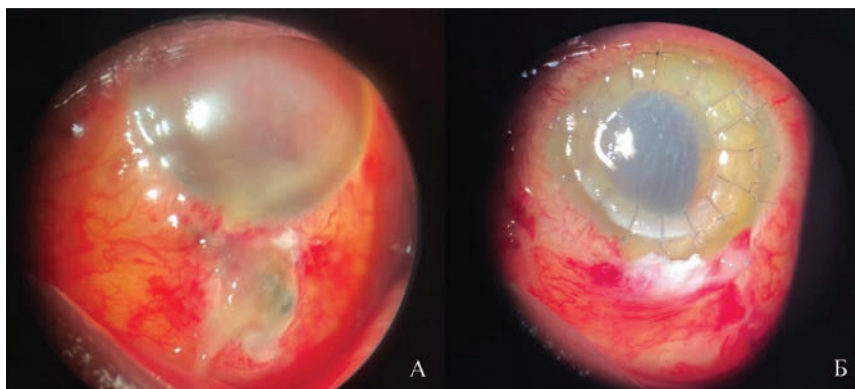
**Fig. 3.** Foto eye of the patient from group I after penetrating keratoplasty (inflammatory disease of anterior eye segment). Graft is clear, totally epithelized, pseudophakia. Vision acuity is 0,3. Period of observation is 50 days

Необходимость хирургического лечения определялась прежде всего патологией заднего сегмента глаза, наличием внутриглазных инородных тел и эндофтальмита. Наличие рубцов и помутнений роговицы делало невозможной визуализацию глубже лежащих отделов глазного яблока, что объясняет высокую частоту использования временного кератопротеза во время вмешательства — 84,62 %, в связи с этим диаметр трепанационного отверстия был фиксированным (7,5 мм). Только в одном случае выполнение кератопластики было связано со снижением прозрачности роговицы и не сопровождалось проведением манипуляций в заднем сегменте глаза.



**Рис. 4.** Пациент С. Минно-взрывное ранение. Открытая травма глаза с повреждением роговицы (Р) — тип С, зона I, частичная аниридия (ЧА), гифема (Г), Афакия (А), гемофтальм, травматическая отслойка сетчатки, ВГИТ

**Fig. 4.** Patient C. Explosive eye injury. OGI with cornea lesion (P) — type C, zone I, partial aniridia (ЧА), hyphema (Г), aphakia (А), hemophthalmos, traumatic retinal detachment, IOFB



**Рис. 5.** Внешний вид глаза пациента до и после ОРХ в группе II: **А** — минно-взрывное ранение, состояние после проникающего склерального ранения (тип С зона III) с наличием ВГИТ и выпадением внутриглазных оболочек (после ПХО), афакия, гемофтальм, травматическая отслойка сетчатки, эндофтальмит; **Б** — состояние после ОРХ: установка временного кератопротеза, гемвитрепсектомия, удаление ВГИТ передним доступом, мембранопилинг, расправление сетчатки ПФОН с последующей заменой на силиконовое масло, сквозная кератопластика. Трансплантат полупрозрачен, эпителизирован, афакия, единая камера глаза, силиконовая тампонада витреальной полости. Острота зрения 0 (ноль). Срок наблюдения 23 дня

**Fig. 5.** Appearance of the patient group II eye up to and after ORS: **A** — explosive eye injury, penetrating scleral wound (type C, zone III) with IOFB and (after primary surgery treatment), aphakia, hemophthalmos, traumatic retinal detachment, endophthalmitis; **B** — status after ORS: temporary keratoprothesis implantation, hemvitrepssectomy, IOFB removal through anterior access, membrane peeling, retina expansion with PFC and subsequent silicon oil tamponade, penetrating keratoplasty. Graft is translucent, totally epithelized, aphakia, single eye cavity, silicone tamponade. Visual acuity 0 [zero]. Period of observation is 23 days

В 2 случаях удалось провести внутрикапсульную имплантацию интраокулярной линзы после удаления травматической катаракты, во всех остальных случаях в связи с несостоятельностью капсульного мешка или на фоне существовавшей ранее афакии сформирована единая камера глаза (76,92 %), во всех случаях заполненная силиконовым маслом к моменту выписки пациента из стационара. В 69,23 % фиксацию трансплантата выполняли с помощью узловых швов.

Среднее количество перенесенных вмешательств на исследуемых глазах составило  $3,00 \pm 1,48$  и варьировало от 2 до 7.

В раннем послеоперационном периоде максимально скорректированная острота зрения изменялась от нуля (30,77 %) до 0,3, средняя составила  $0,08 \pm 0,11$ . Острота зрения с коррекцией, превышающая 0,03, была зафиксирована почти в половине случаев (46,15 %), а 0,1 — в 38,46 % случаев. Показатели пациентов I группы по зрительным функциям достоверно превосходили таковые у II группы ( $p = 0,018$ ).

В большинстве случаев на момент выписки состояние трансплантата было полупрозрачным (92,3 %) и только в 1,92 % случаев — прозрачным. Средние сроки эпителизации трансплантата составили  $17,66 \pm 8,69$  суток (от 4 до 30 дней) и достоверно отличались от показателя в I группе ( $p = 0,014$ ). Внешний вид глаза до и после ОРХ в группе II можно оценить на рисунке 5.

Для выявления факторов, позволяющих прогнозировать сохранность предметного зрения у пациентов с открытой травмой глаза, перенесших кератопластику в комплексе с витреоретинальными вмешательствами, проведен корреляционный анализ. Наибольшей степенью достоверной зависимости с низкой остротой зрения являлся факт наличия афакии (единой камеры глаза), коэффициент корреляции составил  $R = 0,63$  ( $R^2 = 0,60$ ). Чуть меньшая обратная зависимость наблюдалась между предоперационным уровнем электрической чувствительности, остротой зрения до операции и исходом зрительных функций, когда коэффициент корреляции равнялся  $R = -0,54$  и  $R = 0,49$  соответственно. С величиной критической частоты слияния мельканий фосфена зависимость была заметно менее выражена ( $R = -0,38$ ). Количество проведенных хирургических вмешательств также оказывало негативное влияние на функциональные результаты лечения ( $R = -0,42$ ). Прогноз ухудшался с возрастом пациента ( $R = -0,43$ ). Фактор наличия отслойки сетчатки на дооперационном этапе большого значения не имел, так же как и срок эпителизации трансплантата. Ввиду того что пациенты с эндофтальмитом имели на дооперационном этапе амавроз, мы удалили этот параметр из корреляционного анализа, оставив только показатель остроты зрения.

При сравнении показателей пациентов I и II групп следует отметить, что наличие тяжелого воспалительного процесса в переднем сегменте глаза, в том числе угроза перфорации роговицы, как показание к кератопластике дает лучший прогноз в отношении сохранения предметного зрения у пациента, чем при наличии открытой травмы глаза в анамнезе ( $p = 0,018$ ). Это объясняется сохранностью анатомических структур заднего отрезка глазного яблока и функций сетчатки и зрительного нерва, подтвержденных данными электрофизиологических исследований на дооперационном этапе.

Открытая боевая травма глаза характеризуется массивными повреждениями всех структур глаза, и в исходе хирургического лечения у пациентов зачастую наблюдается формирование единой камеры глаза, повреждение сетчатки, сосудистой оболочки и зрительного нерва, в том числе на фоне эндофтальмита, что препятствует достижению хорошего функционального результата лечения. На этапах медицинской эвакуации глаза таких пациентов подвергались неоднократным хирургическим вмешательствам.

Кроме того, пациенты II группы в 46,15 % случаев имели амавроз парного глаза (в том числе при утрате как органа) или его острота зрения составляла менее 0,03 (23,08 %), что определяет высокую значимость проводимого хирургического лечения и реабилитации.

## Выводы

Анатомический и функциональный результат кератопластики как элемента ОРХ, проводимой на этапах хирургического лечения боевой травмы глаза, зависит в первую очередь от характера патологии глазного яблока. Наличие воспалительных процессов с перфорацией роговой оболочки или ее угрозой при сохранности глуболежащих глазных структур характеризуются лучшим функциональным прогнозом, чем ОТГ.

Многочисленные хирургические вмешательства при тяжелой открытой травме глаза с наличием внутриглазных инородных тел, повреждением световоспринимающих и светопроводящих структур, подтвержденными низкими электрофизиологическими показателями, дают в исходе формирование единой камеры глаза, заполненной заменителями стекловидного тела, значительно ухудшающими функциональный прогноз лечения.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Куликов А.Н. — окончательное утверждение рукописи;  
Чурашов С.В. — окончательное утверждение рукописи, разработка и дизайн исследования, редактирование текста;  
Даниленко Е.В. — разработка и дизайн исследования, получение и анализ данных, написание текста;  
Воронков П.С. — получение и анализ данных, редактирование текста;  
Головнева Э.С. — получение и анализ данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Куликов АН, Чурашов СВ, Гайдук КЮ, Павлов ВА, Сухинин МВ, Курносое ВЕ. Организация оказания помощи раненым офтальмологического профиля в современных вооруженных конфликтах: состояние и перспективы. Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н.Бурденко. 2022;4:24–30. Kulikov AN, Churashov SV, Gaiduk KYu, Pavlov VA, Sukhinin MV, Kurnosov VE. Organization of eye care in modern armed conflicts: state and prospects. Medical bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N.Burdenko 2022;4:24–30 (In Russ.). doi: 10.53652/2782-1730-2022-3-4-24-31.
- Михин АА, Чурашов СВ, Куликов АН, Николаев СН. Современная боевая травма глаза. Структура, особенности и исходы лечения. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова 2021;16(1):132–133. Mihin AA, Churashov SV, Kulikov AN, Nikolaev SN. Modern combat eye injury: Structure, features and outcomes of treatment. Bulletin of Pirogov National medical&surgical center 2021;16(1):132–133 (In Russ.). doi: 10.25881/BPNMSC.2021.61.84.025.
- Бойко ЭВ, Чурашов СВ, Николаев СН, Леонгардт ТА. Оценка открытой травмы глаза при бинокулярных повреждениях в ходе медицинского обеспечения контртеррористической операции на Северном Кавказе. Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2011;2(34):188–191. Boiko EV, Churashov SV, Nikolaev SN, Leongardt TA. Assessment of open eye injury in binocular trauma during medical support of a counter-terrorist operation in the North Caucasus. Bulletin of the Russian Medical Military Academy. 2011;2(34):188–191 (In Russ.).
- Дронов ММ. Использование кератопластики при оказании офтальмологической помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2016;4:44–49. Dronov MM. Keratoplasty in ophthalmologic assistance to injured in emergencies. Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations. 2016;4:44–49 (In Russ.). doi: 10.25016/2541-7487-016-0-4-44-49.
- Чурашов СВ, Куликов АН, Сосновский СВ. О причинах неудач многоэтапной оптико-реконструктивной витроретинальной хирургии при тяжелой открытой травме глаз. Современные технологии в офтальмологии. 2016;3(11):122–126. Churashov SV, Kulikov AN, Sosnovskiy SV. On the causes of failures of multi-stage opto-reconstructive vitreoretinal surgery in severe open eye injury. Modern technologies in ophthalmology. 2016;3(11):122–126 (In Russ.).
- Yang S, Jiang T. Vitrectomy combined with silicone oil tamponade in the treatment of severely traumatized eyes with the visual acuity of no light perception. International journal of ophthalmology. 2013;6(2):198–203. doi:10.3980/j.issn.2222-3959.2013.02.18.
- Loporchio D, Mukkamala L, Gorukanti K, Zarbin M, Langer P, Bhagat N. Intraocular foreign bodies: A review. Surv Ophthalmol. 2016 Sep-Oct;61(5):582–596. doi: 10.1016/j.survophthal.2016.03.005.
- Li KX, Durrani AF, Zhou Y, Zhao PY, Tannen BL, Mian SI, Musch DC, Zacks DN. Outcomes of penetrating keratoplasty after open globe injury. Cornea. 2022;41(11):1345–1352. doi: 10.1097/ICO.0000000000002918.
- Jablonski M, Winiarczyk M, Biela K, Bielinski P, Jasielska M, Batalia J, Mackiewicz J. Open Globe Injury (OGI) with a Presence of an Intraocular Foreign Body (IOFB)—Epidemiology, Management, and Risk Factors in Long Term Follow-Up. Journal of clinical medicine. 2023;12:190. doi: 10.3390/jcm12010190.
- Zhang Y, Kang X, Wu Q, Zheng Z, Ying J, Zhanget M. Explosive eye injuries: characteristics, traumatic mechanisms, and prognostic factors for poor visual outcomes. Military Medical Research. 2023;10:3. doi: 10.1186/s40779-022-00438-4.
- Нарца М, Веса С, Никоара С. Visual outcomes and prognostic factors of traumatic endophthalmitis treated by pars plana vitrectomy: 11 years retrospective analysis. Journal of clinical medicine. 2023;12:502. doi: 10.3390/jcm12020502.
- Ung C, Stryjowski TP, Elliott D. Indications, Findings, and Outcomes of Pars Plana Vitrectomy after Open Globe Injury. Ophthalmol Retina. 2020 Feb;4(2):216–223. doi: 10.1016/j.oret.2019.09.003.
- Злобин ИА, Чурашов СВ, Куликов АН, Чирский ВС, Черныш ВФ, Гаврилюк ИО. Выбор тактики хирургического лечения сосудистых белым на основе импрессионной цитологии. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(2):61–68. Zlobin IA, Churashov SV, Kulikov AN, Chirsky VS, Chernysh VF, Gavriluk IO. Choosing the tactics of surgical treatment of vascular leukomas based on impression cytology. Russian Ophthalmology Journal. 2022;15(2):61–68 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-supplement-61-68.
- Чурашов СВ, Злобин ИА, Черныш ВФ, Малафеева АЮ. Диагностика лимбальной недостаточности на глазах с тотальными сосудистыми белыми методом импрессионной цитологии. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2021;16(1):112–114. Churashov SV, Zlobin IA, Chernysh VF, Malafeeva AYU. Diagnosis of limbal stem cells deficiency in eyes with total vascular bellams by impression cytology. Bulletin of Pirogov National medical&surgical center. 2021;16(1):112–114 (In Russ.). doi: 10.25881/BPNMSC.2021.29.11.020.
- Чурашов СВ, Черныш ВФ, Злобин ИА, Рудько АС. О возможностях импрессионной цитологии как метода оценки фенотипа эпителия белма роговицы при решении вопроса о показаниях к оптической кератопластике. Современные технологии в офтальмологии. 2016;3:32–36. Churashov SV, Chernysh VF, Zlobin IA, Rud'ko AS. On the possibilities of impression cytology as a method for assessing the phenotype of the epithelium of corneal leukoma when deciding on indications for optical keratoplasty. Modern technologies in ophthalmology. 2016;3:32–36 (In Russ.).
- Гаврилюк ИО, Куликов АН, Черныш ВФ, Чурашов СВ, Злобин ИА. Усовершенствование методики подготовки препаратов эпителия роговицы для импрессионной цитологии с целью витальной оценки его фенотипа в эксперименте. Современные технологии в офтальмологии. 2017;4:55–57. Gavriluk IO, Kulikov AN, Chernysh VF, Churashov SV, Zlobin IA. Improvement of the method of preparation of corneal epithelium preparations for impression cytology for the purpose of vital evaluation of its phenotype in an experiment. Modern technologies in ophthalmology. 2017;4:55–57 (In Russ.).
- Гаврилюк ИО, Куликов АН, Кузнецова АЮ, Гаврилюк ВН, Чурашов СВ, Черныш ВФ. Способ приготовления аутологичного двухкомпонентного фибринового клея. Патент RU 2704256 C1, 25.10.2019. Gavriluk IO, Kulikov AN, Kuznetsova AYU, Gavriluk VN, Churashov SV, Chernysh VF. Method of preparation of autologous two-component fibrin glue. RU 2704256 C1, 25.10.2019 (In Russ.).
- Малафеева АЮ, Гаврилюк ИО, Самусенко ИА, Куликов АН. Оригинальный двухкомпонентный аутофибриновый клей для фиксации амниотической мембраны к строме роговицы в эксперименте. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова, 2021;16(1):108–111. doi: 10.25881/BPNMSC.2021.10.55.019. Malafeeva AYU, Gavriluk IO, Samusenko IA, Kulikov AN. Original two-component autofibrin glue for fixing the amniotic membrane to the cornea stroma in the experiment. Bulletin of Pirogov National medical&surgical center. 2021;16(1):108–111 (In Russ.). doi: 10.25881/BPNMSC.2021.10.55.019.
- Пирогов ЮИ. Клинико-иммунологическое обоснование применения иммунокорректоров при кератопластике. Офтальмохирургия и терапия. 2001;1:59–62. Pirogov Yul. Clinical and immunological support of immunocorrectors usage in keratoplasty. Ophthalmic surgery and therapy. 2001;1:59–62 (In Russ.).
- Пирогов ЮИ, Дронов ММ, Першин КБ, Паншинова НФ, Азербаев ТЭ, Першин ББ. Обзор литературы. Состояние иммунитета при заболеваниях, травмах и трансплантации роговицы. Офтальмохирургия и терапия. 2002;2:29–48. Pirogov Yul, Dronov MM, Perchin KB, Panchinova NF, Aserbaev TE, Perchin BB. Literature review, immune status during diseases, traumas and cornea transplantations. Ophthalmosurgery & therapy. 2002;2:29–48 (In Russ.).



21. Куликова ИГ, Слепова ОС, Миронкова ЕА, Макаров НП, Кутушева АЭ, Ковалева ЛА. Роль (суб)популяционного дисбаланса лимфоцитов крови в развитии системной органоспецифической сенсибилизации при воспалительной и посттравматической патологии глаз. Российский офтальмологический журнал. 2013;4:71–75. Kulikova IG, Slepova OS, Mironkova EA, Makarov PV, Kugusheva AE, Kovaleva LA. The Role of (sub)populational imbalance of blood lymphocytes in the development of systemic organ-specific sensitization in inflammatory and posttraumatic eye diseases. Russian Ophthalmological Journal. 2013;4:71–75 (In Russ.).
22. Гундорова РА, Илуридзе СЛ, Макаров ПВ, Данилова ДЮ, Балаян ТГ. Иммунологические критерии прогноза кератопластики при бельмах различной этиологии. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2011;11(2):28–31. Gundorova RA, Iluridze SL, Makarov PV, Danilova DYU, Baloyan TG. Immunological criteria for keratoplasty prognosis at leukomas of different etiology. Cataract and refractive surgery. 2011;11(2):28–31 (In Russ.).
23. Поромонова ИЮ, Мисюн ФА. Современные направления в лечении язвенных кератоувеитов. Офтальмохирургия и терапия. 2005;5(1):8–13. Poromnova IYu, Misjun FA. Modern directions in treatment of ulcerative keratouveitis. Ophthalmosurgery & therapy. 2005;5(1):8–13 (In Russ.).
24. Пастный АТ, Осочук АС. Молекулярно-биологические и клеточные механизмы реакции отторжения аллотрансплантата и её подавление. Иммунопатология, аллергология, инфектология. 2020;1:6–11. doi: 10.14427/jipai.2020.1.6. Shchastniy AT, Osochuk AS. Molecular-biological and cellular mechanism of allograft rejection reaction and its suppression. Immunopathology, allergology, infectology. 2020;1:6–11. doi: 10.14427/jipai.2020.1.6.
25. Кун Ф. Травматология глазного яблока. М.: Логосфера; 2011:556.. Kuhn F. Ocular traumatology. Moscow: Logosfera; 2011:556.
26. Волков ВВ. Открытая травма глаза: монография. М.: ВМедА; 2016:280. Volkov VV. Open eye injury: monograph. Moscow: Medical Military Academy; 2016:280.
27. Алексеева ИБ, Куликов АН, Ченцова ЕВ. Открытая травма глаза: клиника, диагностика, лечение: клинические рекомендации Общероссийской общественной организации «Ассоциация врачей-офтальмологов». М.: МНИИ ГБ им. Гельмгольца, 2017. Alekseeva IB, Kulikov AN, Chentsova EV. Open eye injury: clinic, diagnosis, treatment: clinical recommendations of the All-Russian public Organization "Association of Ophthalmologists". Moscow: Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 2017 (In Russ.).  
Куликов, Чурашов, Даниленко, Воронков Павел Сергеевич, Головнева Эмма Сергеевна

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
Министерства обороны Российской Федерации  
Куликов Александр Николаевич  
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры  
офтальмологии им. В.В. Волкова  
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
Министерства обороны Российской Федерации  
Чурашов Сергей Викторович  
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии  
им. В.В. Волкова  
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
Министерства обороны Российской Федерации  
Даниленко Екатерина Владимировна  
кандидат медицинских наук, заведующая отделением  
неотложной помощи клиники офтальмологии  
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
Министерства обороны Российской Федерации  
Воронков Павел Сергеевич  
начальник отделения клиники офтальмологии им. В.В. Волкова  
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»  
Министерства обороны Российской Федерации  
Головнева Эмма Сергеевна  
клинический ординатор кафедры офтальмологии им. В.В. Волкова  
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Medical Military Academy named after S.M. Kirov  
Kulikov Aleksei N.  
MD, professor, head of the Ophthalmology department named after V.V. Volkov  
Akademician Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

Medical Military Academy named after S.M. Kirov  
Churashov Sergei V.  
MD, professor in Ophthalmology department named after V.V. Volkov  
Akademician Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

Medical Military Academy named after S.M. Kirov  
Danilenko Ekaterina V.  
PhD, head of the Urgent care department in ophthalmology clinic  
Akademician Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

Medical Military Academy named after S.M. Kirov  
Voronkov Pavel S.  
head of the Department in ophthalmology clinic  
Akademician Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

Medical Military Academy named after S.M. Kirov  
Golovneva Emma S.  
postgraduate  
Akademician Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation