

Дифференцированный подход к хирургическому лечению ретропротезной мембраны у пациентов после кератопротезирования



А.В. Головин



А.И. Колесник



А.Б. Попов



В.Р. Манцова



А.А. Трошина



А.В. Прошко

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(2):273–281

Цель: проанализировать результаты дифференцированного подхода к хирургическому лечению ретропротезной мембраны (РПМ) у пациентов после кератопротезирования. **Пациенты и методы.** Проведен анализ результатов хирургического лечения 26 пациентов (26 глаз) после кератопротезирования с РПМ в возрасте от 32 до 64 лет. Всем пациентам проводилось хирургическое лечение, включающее кератопротезирование и дисцизию РПМ на различных сроках лечения. Этапность и объем хирургического вмешательства определялись индивидуально, учитывая исходные клинико-функциональные данные пациента, толщину РПМ и наличие проведенных ранее оптико-реконструктивных операций. **Результаты.** У всех пациентов было отмечено улучшение зрительных функций. Корригированная острота зрения после операции в первой группе составила $0,35 \pm 0,13$, во второй — $0,20 \pm 0,15$, в третьей — $0,15 \pm 0,05$. **Заключение.** Формирование РПМ на различных сроках после кератопротезирования является частым осложнением, приводящим к существенному снижению остроты зрения, повышению ВГД и протрузии кераторпротеза. При обнаружении РПМ небольшой плотности в отсроченном периоде после второго этапа кератопротезирования рекомендовано выполнение YAG-лазерной дисцизии РПМ; в случае невозможности проведения дисцизии с помощью лазера или повторного возникновения РПМ после лазерного воздействия показано удаление РПМ через отверстие оптического цилиндра путем его выкручивания. В случае высокой плотности РПМ, в том числе в сочетании с выраженным фиброзом капсульного мешка, или ее рецидива рекомендовано проведение микроинвазивной трехпортовой витрэктомии через *pars plana* с удалением РПМ при помощи витреотома.

Ключевые слова: кератопротезирование, ретропротезная мембрана, сосудистое бельмо, витрэктомия

Для цитирования: Головин А.В., Колесник А.И., Попов А.Б., Манцова В.Р., Трошина А.А., Прошко А.В. Дифференцированный подход к хирургическому лечению ретропротезной мембраны у пациентов после кератопротезирования. *Офтальмология*. 2025;22(2):273–281. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-273-281>

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

Конфликт интересов отсутствует.



A Differentiated Approach in Surgical Treatment of Retroprosthetic Membrane in Patients with Keratoprosthesis

A.V. Golovin, A.I. Kolesnik, A.B. Popov, V.R. Mantsova, A.A. Troshina, A.V. Proshko

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy Blvd, 59a, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):273–281

Objective: To evaluate the results of a differentiated approach in surgical treatment of patients with retroprosthetic membrane (RPM) after keratoprosthesis implantation. **Patients and methods.** The study enrolled 26 patients (26 eyes) aged from 32 to 64 years with retroprosthetic membrane after keratoprosthesis implantation. All patients underwent surgical treatment, including keratoprosthesis implantation and surgical removal of the retroprosthetic membrane during different treatment periods. The stage and extent of surgery were determined individually, according to the initial patient's clinical and functional data, retroprosthetic membrane thickness and previous optical reconstructive operations. **Results.** All patients had good clinical and functional results. Best corrected visual acuity in the first group was 0.35 ± 0.13 , in the second group 0.20 ± 0.15 , in the third group 0.15 ± 0.05 . **Conclusion.** Retroprosthetic membrane removal in patients with keratoprosthesis is a complex task with the risk of intra- and postoperative complications at all stages of the treatment. If retroprosthetic membrane is diagnosed in the long-term period after the second stage of keratoprosthesis implantation, ND:YAG-laser discision is preferred; if this technique can not be done or in case of recurrence, surgical excision of the retroprosthetic membrane through the optical cylinder aperture should be performed, but no more than two times. In case of high density of RPM, or RPM combined with severe form of capsular bag fibrosis, or RPM recurrence, microinvasive three-port pars plana vitrectomy with removal of RPM using a vitreotome is recommended.

Keywords: keratoprosthesis, retroprosthetic membrane, vascular leucoma, secondary glaucoma.

For citation: Golovin A.V., Kolesnik A.I., Popov A.B., Mantsova V.R., Troshina A.A., Proshko A.V. A Differentiated Approach in Surgical Treatment of Retroprosthetic Membrane in Patients with Keratoprosthesis. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 273–281. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-273-281>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

На сегодняшний день хирургическое лечение пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами роговицы остается одним из актуальных вопросов современной офтальмологии. Зачастую проведение стандартных методов лечения, таких как сквозная кератопластика, оказывается бесперспективным в связи с помутнением и васкуляризацией трансплантата в послеоперационном периоде [1]. Единственным эффективным способом хирургического лечения данной группы пациентов является кератопротезирование. Однако после успешно проведенной операции и восстановления предметного зрения хирурги нередко сталкиваются с серьезными осложнениями в отдаленном периоде, приводящими к постепенному снижению оптического эффекта кератопротезирования вплоть до полной потери зрительных функций.

Одним из наиболее распространенных специфических осложнений в послеоперационном периоде является формирование ретропротезной мембраны (РПМ). РПМ представляет собой разрастание фиброваскулярной ткани, формирующееся в передней камере глаза, основным структурным элементом которого являются миофибробласты [2]. Можно выделить несколько факторов,

способствующих образованию РПМ: развитие выраженного рубцово-спаечного процесса в связи с повреждающим воздействием химических веществ анатомических структур глаза при ожоге роговицы, воспалительная реакция в ответ на имплантацию кератопротеза с выделением большого количества цитокинов и протеолитических ферментов, а также персистирующее наличие гема в передней камере глаза или хронический вялотекущий воспалительный процесс бактериальной этиологии [3].

Согласно литературным данным РПМ формируется в 25–65 % случаев в период от 31 дня до 7,5 года (в среднем через 1,5 года) после кератопротезирования, чаще у пациентов с нативным или искусственным хрусталиком, чем у пациентов с афакией [3, 4].

РПМ приводит к значительному снижению остроты зрения за счет разрастания по задней поверхности оптического цилиндра, что препятствует прохождению света сквозь оптические среды [2]. Более того, РПМ играет роль механического барьера, нарушающего питание роговицы путем осмоса от влаги передней камеры, что приводит к развитию асептического некроза роговицы и протрузии кератопротеза [3]. Зачастую образование РПМ способствует закрытию угла передней камеры (УПК), что приводит к повышению внутриглазного давления с развитием вторичной глаукомы и необратимым

снижением зрительных функций в связи с глаукомной оптиконейропатией [2]. К другим осложнениям РПМ относят тракционную отслойку сетчатки за счет сократительной активности миофибробластов, входящих в состав мембран, что также обуславливает потерю предметного зрения [2, 5–7].

Разработка оптимальной тактики хирургического лечения данной патологии, позволяющей добиться максимальных функциональных результатов после операции, а также минимизировать вероятность осложнений в послеоперационном периоде, является актуальным направлением для исследования.

Цель: проанализировать результаты дифференцированного подхода к хирургическому лечению РПМ у пациентов после кератопротезирования.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведено хирургическое лечение 26 пациентов (26 глаз) после кератопротезирования. Средний возраст больных составил $47,0 \pm 9,7$ года (от 32 до 64 лет), из них 18 мужчин и 8 женщин.

На дооперационном этапе всем пациентам была выполнена полная клинико-функциональная диагностика, включавшая сбор анамнеза, визометрию, периметрию, тонометрию, В-сканирование, ЭФИ, биомикроскопию, ОКТ переднего отрезка глаза, УБМ. Данное обследование проводили всем пациентам до операции, а также на сроках 1, 6 и 12 месяцев после нее.

При сборе анамнеза обращали внимание на этиологию бельма и РПМ, ранее проведенные хирургические вмешательства. При проведении ОКТ переднего отрезка глаза и УБМ определяли положение элементов кератопротеза, толщину РПМ, глубину передней камеры, наличие иридокорнеальных сращений, степень открытия УПК, наличие фиброза капсульного мешка (ФКМ).

Критериями невключения были наличие острого воспалительного процесса, признаки протрузии опорного элемента или кератопротеза в целом, грубые изменения сетчатки и зрительного нерва, серьезные соматические заболевания.

Всем пациентам было выполнено хирургическое удаление РПМ, в ряде случаев с одномоментным удалением также ФКМ.

Все пациенты были разделены на 3 клинические группы в зависимости от выбранного метода хирургического лечения.

1-ю группу составили 6 глаз (6 пациентов), которым проводили Nd:YAG-лазерную дисцизию РПМ.

2-ю группу составили 10 глаз (10 пациентов), которым проводили удаление РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза.

3-ю группу составили 10 глаз (10 пациентов), которым проводили удаление РПМ витреотомом в ходе трехпортовой витрэктомии.

Для проведения статистического анализа данные вносили в электронную таблицу Microsoft Excel 2010

(«Microsoft»). Статистическую обработку данных выполняли с использованием языка программирования Python 3, библиотек Pandas, SciPy и редактора кода Visual Studio Code («Microsoft»). Характер распределения данных оценивали с помощью критерия Шапиро — Уилка. Сравнение данных до и после лечения проводили с использованием критерия Вилкоксона. Построение графиков осуществляли с использованием библиотек Seaborn, Matplotlib и Statannotations. Данные представлены в формате $Me (Q1; Q3)$, где Me — медиана, $Q1$, $Q3$ — нижний и верхний квартили, а также в виде абсолютных значений и процентов, рассчитывали минимальное и максимальное значения (Min и Max соответственно). Статистически значимыми признавали различия, при которых уровень статистической значимости p менее 0,05 ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди причин формирования РПМ у пациентов, вошедших в данное исследование, выделили следующие: рубцово-спаечный процесс в результате ожога (23 %), воспалительный процесс (46 %), персистирующая гифема (31 %). По этиологии РПМ статистически значимой разницы между группами выявлено не было.

Во всех группах большинство составляли пациенты молодого и трудоспособного возраста. Распределение пациентов по этиологии РПМ представлено в таблице 1.

Длина переднезадней оси оперированных глаз составила в среднем $23,27 \pm 0,74$ мм. У большинства пациентов ранее были выполнены неоднократные оперативные вмешательства, среди них лидирующие позиции занимали: кератопротезирование (26), укрепление бельма аутоканями (13), сквозная кератопластика (7), устранение симблефарона с пластикой конъюнктивальных сводов различным биологическим материалом (5), антиглаукомные вмешательства (10), экстракция катаракты (21).

Таблица 1. Распределение пациентов по этиологии ретропротезной мембраны, $n = 26$

Table 1. Patients' division by retroprosthetic membrane etiology, $n = 26$

Этиология РПМ RPM etiology	1-я группа Group 1 $n = 6, n (\%)$	2-я группа Group 2 $n = 10, n (\%)$	3-я группа Group 3 $n = 10, n (\%)$	Всего Total $n = 26, n (\%)$
Рубцово-спаечный процесс в результате ожога Scarring and adhesions due to burns	2 (33,3 %)	2 (20 %)	2 (20 %)	6 (23,1 %)
Воспалительная реакция в ответ на имплантацию кератопротеза Inflammation after keratoprosthesis implantation	4 (66,7 %)	4 (40 %)	2 (20 %)	10 (38,5 %)
Персистирующая гифема Persistent hyphema	—	3 (30 %)	4 (40 %)	7 (26,9 %)
Вялотекущий бактериальный воспалительный процесс Slow bacterial inflammation	—	1 (10 %)	2 (20 %)	3 (11,5 %)

Острота зрения до операции у пациентов всех групп была резко снижена и колебалась от 0,01 до 0,05. Учитывая выраженные рубцовые изменения поверхности глаза у пациентов всех групп, оценку уровня ВГД проводили пальпаторно. При этом 22 пациента (84,6 %) получали антиглаукомную медикаментозную терапию, чаще комбинированными препаратами, включающими β -блокатор и ингибитор карбоангидразы, 6 пациентов (23,1 %) имели в анамнезе антиглаукомные вмешательства. На момент обследования перед проведением хирургического лечения у 4 пациентов (15,4 %) было выявлено повышение внутриглазного давления на максимальном гипотензивном режиме, поэтому первым этапом пациенты были направлены на проведение микроимпульсной циклофотокоагуляции и далее, через 3 месяца после нормализации офтальмотонуса, были включены в группу. У остальных пациентов ВГД было в пределах нормы.

Методом В-сканирования признаков отслойки сетчатки ни в одном случае выявлено не было. На 24 глазах (92,3 %) наблюдали деструкцию СТ разной степени выраженности, на 2 глазах (7,7 %) — эпиретинальный фиброз. Показатели ЭФИ были в пределах нормы на 17 глазах (65,4 %), в остальных случаях наблюдали снижение данного показателя разной степени выраженности.

Исходные клиничко-функциональные данные пациентов представлены в таблице 2.

На основании исходных клиничко-функциональных данных, в первую очередь толщины РПМ, была выработана следующая тактика.

В тех случаях, когда толщина РПМ составляла менее 100 мкм, проводили Nd:YAG-лазерную дисцизию РПМ (1-я группа). Тем пациентам, у которых толщина РПМ составляла от 100 до 300 мкм, выполняли иссечение РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза (2-я группа). В тех случаях, когда толщина РПМ составляла более 300 мкм, удаляли РПМ с помощью витреотома в ходе трехпортовой витрэктомии (3-я группа).

Техника Nd:YAG-лазерной дисцизии РПМ у пациентов 1-й группы заключалась в следующем: вначале для стабилизации глаза пациента и предотвращения повреждения оптической части цилиндра устанавливали линзу Абрахама. Затем производили пробный YAG-лазерный импульс для определения возможности проведения процедуры, после этого наносили YAG-лазерные импульсы сначала по нижней полуокружности, таким образом формируя нижний край дисцизии. Далее отсекали фрагменты полученного лоскута, начиная с нижнего края, постепенно продвигаясь к центру мембраны.

Таблица 2. Исходные клиничко-функциональные данные пациентов, $n = 26$

Table 2. Patients' primary clinical and functional data, $n = 26$

Параметры Parameters		1-я группа Group 1 $n = 6, n (\%)$	2-я группа Group 2 $n = 10, n (\%)$	3-я группа Group 3 $n = 10, n (\%)$	Всего Total $n = 26, n (\%)$
Средняя толщина ретропротезной мембраны (ОКТ), мкм Average thickness of retroprosthetic membrane (OCT), μm		92,0 \pm 6,5	230,2 \pm 79,4	327,2 \pm 23,1	235,6 \pm 98,5
Средняя толщина ретропротезной мембраны (УБМ), мкм Average thickness of retroprosthetic membrane (UBM), μm		93,3 \pm 9,0	326,9 \pm 21,8	230,4 \pm 78,5	235,9 \pm 97,7
Общая толщина сосудистого бельма, мкм Total corneal leucoma thickness, μm		696,6 \pm 204,2	630,0 \pm 171,1	645,6 \pm 172,6	669,6 \pm 188,2
Толщина бельма над кератопротезом, мкм Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm		464,1 \pm 184,6	436,9 \pm 133,4	430,3 \pm 156,5	443,8 \pm 158,2
Наличие сопутствующей витреоретинальной патологии (эпиретинальный фиброз) Concomitant vitreoretinal disorders (epiretinal membrane)		—	—	2 (20 %)	2 (7,7 %)
Наличие ФКМ Capsular bag fibrosis		1 (16,7 %)	2 (20 %)	6 (60 %)	9 (23,3 %)
Величина угла передней камеры Anterior chamber angle width	Широкий / Wide (35–45 %)	1 (16,7 %)	1 (10 %)	1 (10 %)	3 (11,6 %)
	Среднеширокий / Grade I narrow (25–35 %)	1 (16,7 %)	2 (20 %)	1 (10 %)	4 (15,4 %)
	Узкий / Grade II narrow (15–25 %)	2 (33,2 %)	3 (30 %)	4 (40 %)	9 (34,6 %)
	Щелевидный / Grade III narrow (5–10 %)	1 (16,7 %)	2 (20 %)	2 (20 %)	5 (19,2 %)
	Закрытый / Closed (0–5 %)	1 (16,7 %)	2 (20 %)	2 (20 %)	5 (19,2 %)
Наличие иридокорнеальных сращений Iridocorneal fusions		4 (66,7 %)	7 (70 %)	6 (60 %)	17 (65,4 %)
Пациенты на гипотензивном режиме Patients using hypotensive therapy		5 (83,3 %)	8 (80 %)	9 (90 %)	22 (84,6 %)
Антиглаукомные вмешательства в анамнезе Previous antiglaucomatous surgery		2 (20 %)	4 (40 %)	4 (40 %)	10 (38,5 %)

После полного удаления нижней половины приступали к отсечению верхней части, нанося импульсы от центра к периферии. Заключительным этапом наносили лазерные импульсы на верхнюю полуокружность, формируя верхний край дисцизии. Для проведения дисцизии требовалось 15–50 YAG-лазерных импульсов мощностью 1,5–4,5 МДж, длиной волны 1064 нм, с размером пятна 8 мкм. Важно учитывать, что РПМ часто плотно прилежит к задней поверхности оптического цилиндра, поэтому для исключения повреждения оптического



Рис. 1. Ретропротезная мембрана у пациента спустя 4 года после выполнения второго этапа кератопротезирования

Fig. 1. Retroprosthetic membrane in patient 4 years after keratoprosthesis implantation

цилиндра кератопротеза фокус лазера смещали за РПМ на 0,5 мм. В результате получали дисцизию РПМ, диаметр которой соответствовал диаметру отверстия оптического цилиндра кератопротеза — 3,0 мм¹. При наличии сопутствующего ФКМ проводили одномоментную Nd:YAG-лазерную дисцизию по такой же методике.

На рисунках 1 и 2 представлено состояние глаза пациента до и после лечения, проведенного по описанной методике.

Во 2-й группе пациентов, у которых толщина РПМ составляла 100–300 мкм, иссекали РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза (рис. 3–5). Операцию начинали с выкручивания оптического цилиндра и визуализации РПМ, затем проводили крестообразную мембранотомию и мембранэктомию с 12 до 6 часов и с 9 до 3 часов при помощи микрохирургического инструментария 25 и 27G. Остаточные ткани, расположенные на крайней периферии оптической зоны, коагулировали при помощи подводного диатермокоагулятора, что обеспечило освобождение оптического пространства на максимальной площади и профилактировало повреждение резьбовой части втулки. Подводным диатермокоагулятором выполняли также одномоментную коагуляцию новообразованных сосудов и дисцизию по окружности нижнего основания отверстия оптического цилиндра диаметром 3,0 мм по типу «вскрытия консервной банки»² [8].

¹ Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2024132486, 29.10.25.

² Патент на изобретение RU 2815869, 22.03.24.

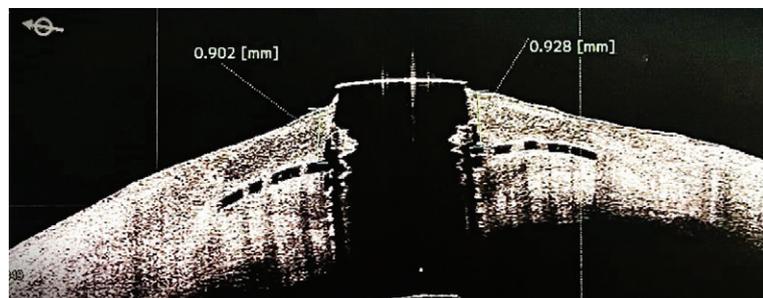


Рис. 3. ОСТ переднего отрезка пациента перед удалением РПМ через отверстие оптического цилиндра

Fig. 3. Anterior segment OCT in patient before RPM removal through the optical cylinder aperture



Рис. 2. 6 месяцев после проведения Nd:YAG-лазерной дисцизии РПМ

Fig. 2. 6 months after Nd:YAG-laser discission of RPM



Рис. 4. Этап удаления РПМ через отверстие оптического цилиндра с помощью подводного диатермокоагулятора

Fig. 4. RPM removal through the optical cylinder aperture using an underwater diathermocoagulator



Рис. 5. Состояние после второго этапа кератопротезирования с одномоментным удалением РПМ через отверстие оптического цилиндра, срок наблюдения 2 года

Fig. 5. Eye condition after the second stage of keratoprosthesis implantation with simultaneous RPM removal through the optical cylinder aperture, two-year follow-up period

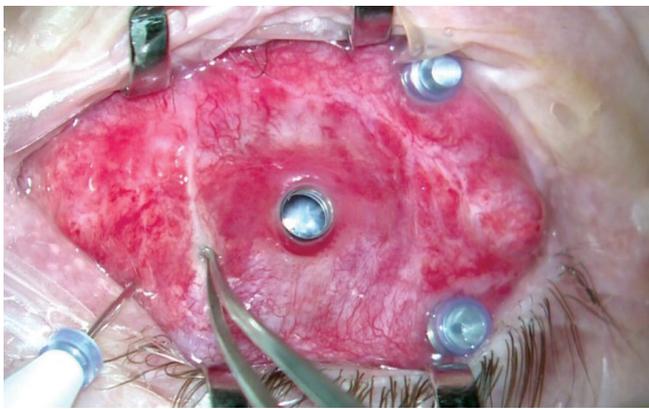


Рис. 6. Установка портов для проведения микроинвазивной трехпортовой витрэктомии через *pars plana* с удалением РПМ витреотомом

Fig. 6. Port placement for microinvasive pars plana vitrectomy with PRM removal using vitreotome

В тех случаях, когда толщина РПМ составляла более 300 мкм, а также при наличии сопутствующей витреоретинальной патологии проводили трехпортовую витрэктомии с удалением РПМ с помощью витреотома (3-я группа) и с необходимым объемом витреоретинального вмешательства (рис. 6, 7). Вначале устанавливали три порта 25G в 4 мм от проекции лимба в верхне-наружном, верхне-внутреннем и нижне-наружном квадрантах. Проекцию лимба определяли интраоперационно с помощью диафаноскопии. Далее через порты вводили инфузионную систему, световод и витреотом. Витреотом вводили в проекцию УПК и удаляли РПМ на максимальной площади за оптическим цилиндром. При необходимости удаляли ФКМ и производили переднюю витрэктомии¹. Следующим этапом выполняли осмотр глазного дна и при наличии показаний (выраженная деструкция стекловидного тела, патология сетчатки) проводили расширенную витрэктомии и необходимые манипуляции на сетчатке, после этого заканчивали операцию удалением портов и наложением склероконъюнктивных швов.

При проведении хирургического вмешательства наблюдались следующие осложнения: интраоперационная геморрагия (15,4 %), ранние послеоперационные: гипотония (23,1 %), транзиторное повышение ВГД (7,7 %), дефекты оптического цилиндра (3,8 %), поздние послеоперационные — стойкое повышение ВГД (15,4 %), рецидив РПМ (19,2 %), истончение сосудистого бельма (3,8 %).

Частота и характер осложнений представлены в таблице 3.

Во всех трех группах данные МКОЗ (рис. 8–10) после операции были статистически значимо выше данных до операции ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона), что представлено в таблице 4.

¹ Патент на изобретение RU 2836086, 11.03.25.

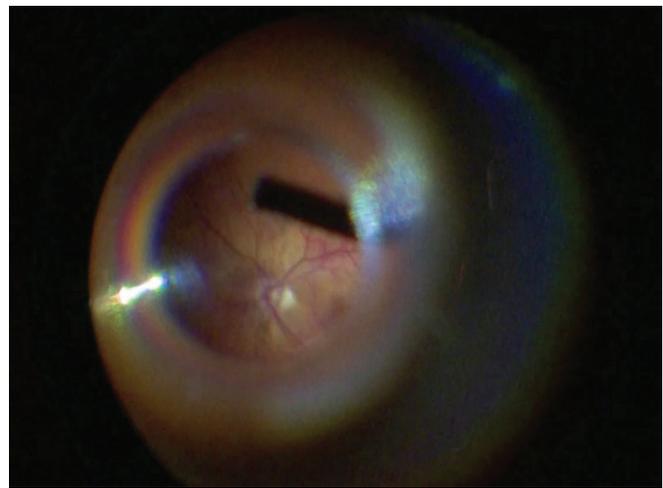


Рис. 7. Этап удаление РПМ витреотомом

Fig. 7. RPM removal using vitreotome

Таблица 3. Частота и характер интраоперационных и послеоперационных осложнений, $n = 26$

Table 3. Frequency and character of intraoperative and postoperative complications, $n = 26$

Характер осложнений Type of complications	1-я группа Group 1 $n = 6, n (\%)$	2-я группа Group 2 $n = 10, n (\%)$	3-я группа Group 3 $n = 10, n (\%)$	Всего Total $n = 26, n (\%)$
Интраоперационные осложнения Intraoperative complications				
Геморрагия Hemorrhage	—	3 (30 %)	1 (10 %)	4 (15,4 %)
Ранние послеоперационные осложнения Early postoperative complications				
Гипотония Hypotony	—	2 (20 %)	4 (40 %)	6 (23,1 %)
Транзиторное повышение ВГД Transient IOP elevation	2 (33,3 %)	—	—	2 (7,7 %)
Дефекты оптического цилиндра Optical cylinder defects	1 (16,7 %)	—	—	1 (3,8 %)
Поздние послеоперационные осложнения Late postoperative complications				
Стойкое повышение ВГД Persistent IOP elevation	2 (33,3 %)	2 (20 %)	—	4 (15,4 %)
Рецидив РПМ RPM recurrence	3 (50 %)	2 (20 %)	—	5 (19,2 %)
Истончение сосудистого бельма Vascular leucoma thinning	—	1 (10 %)	—	1 (3,8 %)

Таблица 4. Динамика МКОЗ до и после лечения в трех группах

Table 4. BCVA changes before and after treatment in three groups

Группа Group	Срок наблюдения Observation period	Me	Q1	Q3	Min	Max	p-value*
1-я группа Group 1	До / Before	0,01	0,01	0,04	0,01	0,10	0,031
	После / After	0,35	0,30	0,48	0,20	0,60	
2-я группа Group 2	До / Before	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002
	После / After	0,20	0,10	0,38	0,05	0,70	
3-я группа Group 3	До / Before	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,008
	После / After	0,15	0,06	0,40	0,01	0,50	

Примечание: * критерий Вилкоксона.
Note: * Wilcoxon test.

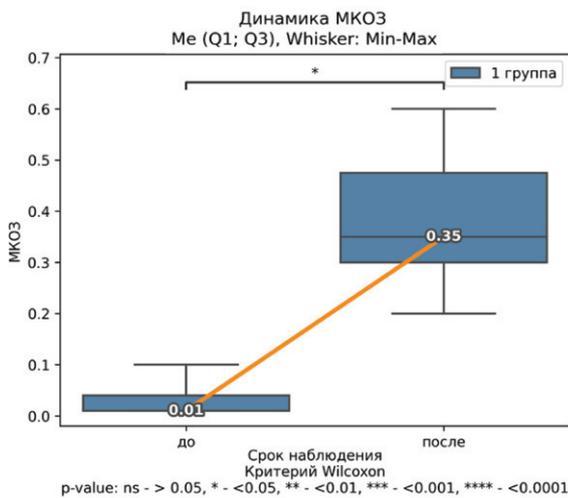


Рис. 8. Динамика МКОЗ в 1-й группе

Fig. 8. BCVA changes in group 1

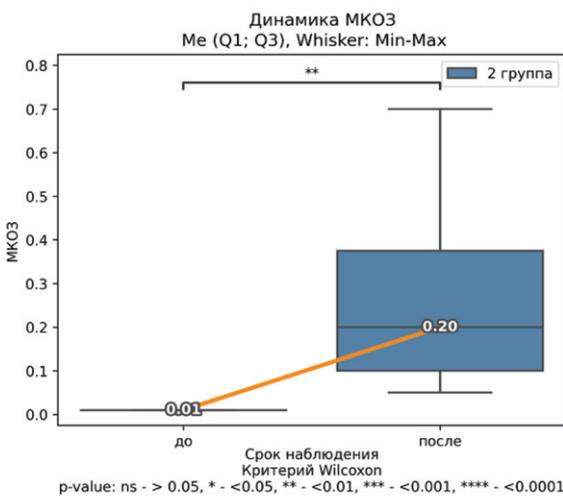


Рис. 9. Динамика МКОЗ во 2-й группе

Fig. 9. BCVA changes in group 2

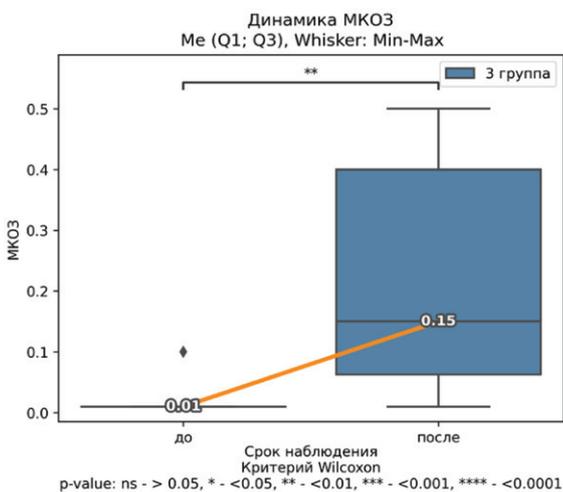


Рис. 10. Динамика МКОЗ в 3-й группе

Fig. 10. BCVA changes in group 3

Таблица 5. Клинико-функциональные данные пациентов через 1 месяц после операции, n = 26

Table 5. Clinical and functional data of patients 1 month after surgery, n = 26

Параметры Parameters	1-я группа Group 1 n = 6, n (%)	2-я группа Group 2 n = 10, n (%)	3-я группа Group 3 n = 10, n (%)	Всего Total n = 26, n (%)
Общая толщина сосудистого бельма, мкм Total corneal leucoma thickness, μm	693,1 ± 195,9	628,4 ± 166,8	644,5 ± 170,1	655,3 ± 178,6
Толщина сосудистого бельма над кератопротезом, мкм Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm	464,0 ± 183,9	433,8 ± 132,3	428,6 ± 154,3	442,2 ± 156,8
Повышение ВГД IOP elevation	1(16,6%)	—	—	1(3,8%)

Таблица 6. Клинико-функциональные данные пациентов через 6 месяцев после операции, n = 26

Table 6. Clinical and functional data of patients 6 months after surgery, n = 26

Параметры Parameters	1-я группа Group 1 n = 6, n (%)	2-я группа Group 2 n = 10, n (%)	3-я группа Group 3 n = 10, n (%)	Всего Total n = 26, n (%)
Общая толщина сосудистого бельма, мкм Total corneal leucoma thickness, μm	693,0 ± 193,7	627,3 ± 156,5	644,1 ± 170,3	654,8 ± 173,5
Толщина сосудистого бельма над кератопротезом, мкм Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm	462,0 ± 183,7	418,2 ± 132,0	429,4 ± 154,1	442,1 ± 156,6
Повышение ВГД IOP elevation	1 (16,6%)	2 (20%)	—	3 (11,5%)

Таблица 7. Клинико-функциональные данные пациентов через 12 месяцев после операции, n = 26

Table 7. Clinical and functional data of patients 12 months after surgery, n = 26

Параметры Parameters	1-я группа Group 1 n = 6, n (%)	2-я группа Group 2 n = 10, n (%)	3-я группа Group 3 n = 10, n (%)	Всего Total n = 26, n (%)
Общая толщина сосудистого бельма, мкм Total corneal leucoma thickness, μm	693,2 ± 192,2	626,9 ± 157,7	644,1 ± 170,1	655,7 ± 173,3
Толщина сосудистого бельма над кератопротезом, мкм Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm	462,1 ± 183,2	417,7 ± 132,4	429,2 ± 154,0	441,3 ± 156,5
Повышение ВГД IOP elevation	—	—	—	—

После проведения хирургического вмешательства пациенты проходили обследование в динамике через 1, 6, 12 месяцев, что представлено в таблицах 5–7 соответственно.

Таким образом, во всех группах наблюдалось стабильное положение опорной пластины кератопротеза в различные сроки наблюдения, что сопровождалось улучшением зрительных функций. Тем не менее были единичные случаи истончения бельма над опорной пластиной кератопротеза, а также повышение внутриглазного давления, что потребовало пересмотра гипотензивного режима и в ряде случаев дополнительного хирургического вмешательства.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на хорошие клинико-функциональные результаты после кератопротезирования, по сообщениям различных авторов послеоперационные осложнения могут со временем привести к потере зрения у данной категории пациентов. Одним из наиболее распространенных осложнений кератопротезирования является разрастание фиброваскулярной ткани за протезом или образование ретропротезной мембраны (РПМ) [2, 9, 10].

Согласно литературным данным выделяют различные факторы, приводящие к образованию РПМ: в первую очередь, это выраженный рубцово-спаечный процесс в связи с повреждающим воздействием химических веществ при ожоге роговицы, хронический воспалительный процесс, а также фибринозная или экссудативная реакция ввиду персистирующей гифемы в передней камере глаза [3, 11].

В данном исследовании у большинства пациентов лидирующими причинами развития РПМ являлись рубцово-спаечный и воспалительный процессы, что, по видимому, связано с тяжестью химического воздействия на ткани глаза в момент ожога, а также с неоднократными оптико-реконструктивными вмешательствами на переднем отрезке глазного яблока.

В литературе описаны различные способы профилактики и удаления РПМ, включающие консервативные и хирургические методы лечения [4, 5, 12–15].

В качестве профилактики разрастания РПМ рядом авторов предложено проведение курса противовоспалительной терапии антигистаминными, стероидными и антибактериальными препаратами, а также внутрикамерное введение глюкокортикоидов [12, 13].

Среди хирургических методов удаления РПМ выделяют ее устранение через лимбальный разрез, через отверстие оптического цилиндра, а также путем витреоретинального вмешательства [9, 15–17].

Тем не менее у авторов на сегодняшний день нет единого мнения относительно оптимального объема и методов удаления РПМ у пациентов после кератопротезирования, что определяет актуальность данного исследования. Учитывая исходные клинико-функциональные данные, в первую очередь толщину РПМ по данным ОКТ, все пациенты в данном исследовании были разделены на 3 клинические группы в зависимости от объема проводимого хирургического лечения.

В случае небольшой плотности мембраны пациентам проводили Nd:YAG-лазерную дисцизию как наиболее малоинвазивный метод удаления РПМ. Тем не менее данный способ является эффективным только в случае тонкой РПМ до 100 мкм, а также не исключает рецидива разрастания мембраны. В данном исследовании у пациентов, которым была проведена Nd:YAG-лазерная дисцизия РПМ, повторное хирургическое вмешательство потребовалось в 50 % случаев.

При наличии толщины РПМ, составляющей 100–300 мкм, проводили иссечение РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза. Считаем важным отметить, что данный способ возможно использовать минимальное количество раз, так как множественные манипуляции с оптическим цилиндром значительно повышают риск срыва резьбы втулки опорной части кератопротеза. Таким образом, при возникновении рецидива в послеоперационном периоде целесообразно выбрать другой хирургический метод удаления РПМ. При обнаружении ФКМ его удаление выполняли вторым этапом с помощью Nd:YAG-лазерной дисцизии или трехпортовой витрэктомии, что также зависело от толщины фиброза, степени его распространения и локализации.

В тех случаях, когда толщина РПМ составляла более 300 мкм, а также при наличии сопутствующей витреоретинальной патологии, выполняли трехпортовую витрэктомию с удалением РПМ с помощью витреотома. Несмотря на высокую эффективность в отношении рецидива РПМ, данный метод хирургического лечения сопряжен с рисками интраоперационных осложнений, связанными с ограниченной визуализацией и скрытыми, не диагностированными на дооперационном этапе анатомическими особенностями иридо-хрусталиковой зоны. Данные обстоятельства требуют наличия специального оборудования, углубленного анестезиологического пособия, а также высокой квалификации витреоретинального хирурга.

Таким образом, выработанная тактика хирургического лечения пациентов с РПМ позволяет определить индивидуальный подход к каждому конкретному случаю и уменьшить риски возможных осложнений. Тем не менее необходима дальнейшая разработка методов зрительной реабилитации данной категории пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование РПМ на различных сроках после кератопротезирования является частым осложнением, приводящим к существенному снижению остроты зрения, повышению ВГД и протрузии кератопротеза. При обнаружении РПМ в отсроченном периоде после второго этапа кератопротезирования и ее невысокой оптической плотности (до 100 мкм) рекомендовано выполнение YAG-лазерной дисцизии РПМ; в случае невозможности проведения дисцизии с помощью лазера или повторного возникновения РПМ после лазерного воздействия показано хирургическое удаление РПМ через отверстие оптического цилиндра путем его выкручивания. В случае высокой плотности РПМ сочетания с выраженным ФКМ, а также частых эпизодов ее рецидивирования рекомендовано проведение микроинвазивной трехпортовой витрэктомии через *pars plana* с удалением РПМ витреотомом.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Головин А.В. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; написание текста; редактирование; окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;

Колесник А.И. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации; Попов А.Б. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации; Манцова В.Р. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; статистическая обработка данных; написание текста; редактирование;

Трошина А.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; статистическая обработка данных; написание текста; редактирование; Прошко А.В. — сбор, анализ и обработка материала; написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Sharma S, Donthineni PR, Iyer G, Chodosh J, de la Paz MF, Maskati Q, Srinivasan B, Agarwal S, Basu S, Shanbhag SS. Keratoprosthesis in dry eye disease. *Indian J Ophthalmol.* 2023 Apr;71(4):1154–1166. doi: 10.4103/IJO.IJO_2817_22.
- Park J, Phrueksaodomchai P, Cortina MS. Retroprosthetic membrane: A complication of keratoprosthesis with broad consequences. *Ocul Surf.* 2020 Oct;18(4):893–900. doi: 10.1016/j.jtos.2020.09.004.
- Gao M, Sang W, Liu F, Yu H, Zhou R, Belin MW, Zloty P, Chen Y. High MMP-9 Expression May Contribute to Retroprosthetic Membrane Formation after KPro Implantation in Rabbit Corneal Alkali Burn Model. *J Ophthalmol.* 2016;2016:1094279. doi: 10.1155/2016/1094279.
- Gabriel BS, Robbins CB, Wisely CE, Gabriel RS, Daluvoy MB, Fekrat S. Incidence, risk factors, and treatment of retroprosthetic membranes following Boston keratoprosthesis eyes and the impact of glaucoma surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2024 Aug;262(8):2561–2567. doi: 10.1007/s00417-024-06445-6.
- Khair D, Daoud R, Harissi-Dagher M. Retroprosthetic Membrane Formation in Boston Keratoprosthesis Type 1: Incidence, Predisposing Factors, Complications, and Treatment. *Cornea.* 2022 Jun 1;41(6):751–756. doi: 10.1097/ICO.0000000000002883.
- Fu L, Hollick EJ. *Artificial Cornea Transplantation.* 2023 Apr 20. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–.
- Федоров СН, Мороз ЗИ, Зуев ВК. Кератопротезирование. М.: Медицина, 1982. 144 с. Fedorov SN, Moroz ZI, Zuev VK. Keratoprosthetics. Moscow: Meditsina, 1982. 144 p. (In Russ.).
- Головин АВ, Шолохова ВР, Трошина АА. Способ дисцизии ретропротезной мембраны (варианты). Патент RU 2815869, 22.03.2024. Golovin AV, Sholkhova VR, Troshina AA. Sposob distsizii retroprotezhnoy membrany (varianty). Patent RU 2815869 22.03.2024 (In Russ.).
- Борзенко СА, Васильев АВ, Шипунова АВ, Дашинимаев ЭБ, Мороз ЗИ, Комах ЮА, Ковшун ЕВ. Тканеинженерная конструкция биокератопротезного комплекса. *Вестник ОГУ.* 2011;14(133):75–78.
- Borzenok SA, Vasiliev AV, Shipunova AV, Dashinimaev EB, Moroz ZI, Komakh YuA, Kovshun EV. Tissue-engineered design of a biokeratoprosthesis complex. *Vestnik OGU.* 2011; 14(133):75-78. (In Russ.).Альдаве Э, Малюгин БЭ, Ковшун ЕВ, Власова ВА. Результаты имплантации Бостонского кератопротеза 1 типа пациентам с ожоговыми и дистрофическими бельмами 4–5 категории. *Офтальмохирургия.* 2013;3:6–11.
- Aldawe E, Malyugin BE, Kovshun EV, Vlasova VA. Results of implantation of Boston keratoprosthesis type 1 in patients with burn and dystrophic leukomas of categories 4–5. *Ophthalmosurgery.* 2013;3:6–11 (In Russ.).
- Макаров ПВ, Петрова АО, Ченцова ЕВ, Оганесян ОГ, Серов ЮА, Луговкина КВ. Случай спонтанного непроникающего кератопротезирования в процессе многоэтапной имплантации протеза Федорова — Зуева у пациента с тяжелым химическим ожогом глаз. *Российский офтальмологический журнал.* 2021;14(2):59–62. Makarov PV, Petrova AO, Chentsova EV, Oganeyan OG, Serov YuA, Lugovkina KV. A case of spontaneous non-penetrating keratoprosthesis during multi-stage implantation of the Fedorov-Zuev prosthesis in a patient with severe chemical eye burn. *Russian Ophthalmological Journal.* 2021;14(2):59–62 (In Russ.).
- Lee WB, Shtein RM, Kaufman SC, Deng SX, Rosenblatt MI. Boston Keratoprosthesis: Outcomes and Complications: A Report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2015 Jul;122(7):1504–1511. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.03.025.
- Rudnisky CJ, Belin MW, Todani A, Al-Arfaj K, Ament JD, Zerbe BJ, Ciolino JB; Boston Type 1 Keratoprosthesis Study Group. Risk factors for the development of retroprosthetic membranes with Boston keratoprosthesis type 1: multicenter study results. *Ophthalmology.* 2012 May;119(5):951–955. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.11.030.
- Lee R, Khoueir Z, Tsikata E, Chodosh J, Dohlman CH, Chen TC. Long-term Visual Outcomes and Complications of Boston Keratoprosthesis Type II Implantation. *Ophthalmology.* 2017 Jan;124(1):27–35. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.07.011.
- Rishi P, Rishi E, Agarwal V, Nair S, Iyer G, Srinivasan B, Agarwal S. Vitreoretinal Complications and Outcomes in 92 Eyes Undergoing Surgery for Modified Osteo-Odonto-Keratoprosthesis: A 10-Year Review. *Ophthalmology.* 2018 Jun;125(6):832–841. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.12.003.
- Charoenrook V, Michael R, de la Paz MF, Temprano J, Barraquer RI. Comparison of long-term results between osteo-odonto-keratoprosthesis and tibial bone keratoprosthesis. *Ocul Surf.* 2018 Apr;16(2):259–264. doi: 10.1016/j.jtos.2018.02.003.
- Jakobiec FA, Bhat P. Retrocorneal membranes: a comparative immunohistochemical analysis of keratocytic, endothelial, and epithelial origins. *Am J Ophthalmol.* 2010 Aug;150(2):230–242.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2010.03.011.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Головин Андрей Владимирович
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком

Колесник Антон Игоревич
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела витреоретинальной хирургии и диабета глаза

Попов Александр Борисович
заведующий отделением лазерной хирургии

Трошина Анна Алексеевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции

Манцова Валерия Романовна
врач-офтальмолог, аспирант

Прошко Александра Вячеславовна
клинический ординатор

ABOUT THE AUTHORS

Golovin Andrey V.
PhD, head of the Surgery Unit

Kolesnik Anton I.
PhD, research associate of Vitreoretinal Surgery and Eye Diabetes Department

Popov Alexander B.
head of the Laser Surgery Department

Troshina Anna A.
PhD, research associate of Lens Surgery and Intraocular Correction Department

Mantsova Valeria R.
ophthalmologist, postgraduate

Proshko Alexandra V.
clinical resident