

Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция в лечении вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами как этап подготовки к кератопротезированию

Соколовская Т.В., к.м.н., ведущий научный сотрудник отдела хирургии глаукомы;
<https://orcid.org/0009-0000-9396-8210>

Головин А.В., к.м.н., заведующий операционным блоком; <https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

Старостина А.В., к.м.н., научный сотрудник отдела хирургии глаукомы;
<https://orcid.org/0000-0002-4496-0703>

Шолохова В.Р., аспирант, врач-офтальмолог; <https://orcid.org/0009-0003-3359-8352>

Шишкова Л.А., клинический ординатор. <https://orcid.org/0009-0003-9564-9768>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова», 127486, Российская Федерация, Москва, Бескудниковский бульвар, 59А.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Головин А.В., Соколовская Т.В., Старостина А.В. и др. Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция в лечении вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами как этап подготовки к кератопротезированию. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):29-35.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить эффективность проведения микроимпульсной лазерной циклофотокоагуляции (мЦФК) у пациентов при вторичной глаукоме с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами.

МЕТОДЫ. Выполнена мЦФК 12 пациентам (12 глаз) с бельмами роговицы и вторичной глаукомой. Средний возраст пациентов составил $44 \pm 6,5$ лет, среди них было 8 мужчин и 4 женщины. У всех пациентов отмечалось повышение внутриглазного давления (ВГД) до $T_{\text{пальп}}$ «+» и $T_{\text{пальп}}$ «+++» на максимальной комбинированной гипотензивной терапии. Острота зрения у всех пациентов была $1/\infty$ *proectia lucis certa*.

РЕЗУЛЬТАТЫ. На первые сутки после операции у 4 пациентов было отмечено снижение ВГД до $T_{\text{пальп}}$ «+», у 8 пациентов до $T_{\text{пальп}}$ «N». Гипотензивная терапия продолжалась по индивидуальным показаниям в течение всего срока наблюдения. Через 7 дней у всех пациентов ВГД снизилось до $T_{\text{пальп}}$ «N» и сохранялось на этом уровне на протяжении всего срока наблюдения. Во всех случаях острота зрения соответствовала дооперационной.

По данным ультразвукового исследования, средняя толщина цилиарного тела (ЦТ) до операции составляла $0,56 \pm 0,11$ мм. На первые сутки отмечено увеличение толщины ЦТ в среднем на 20,1% за счет выраженного отека вследствие гидратации при воспалительной реакции с постепенным возвращением к исходному уровню уже к 1 месяцу наблюдения. Через 6 месяцев статистически значимой разницы с дооперационной толщиной ЦТ не отмечено, средняя толщина ЦТ составляла $0,50 \pm 0,12$ мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. мЦФК может быть эффективным методом лечения вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами роговицы. Технология помогает снизить риск интраоперационных и послеоперационных осложнений за счет неинвазивности процедуры и низкой травматичности операции. При необходимости существует возможность повторять процедуру в случае повышения ВГД, а также сохранить зрительный потенциал пациента за счет щадящих параметров лазера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вторичная глаукома, сосудистое бельмо, кератопротез, микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция.

Для контактов:

Шолохова Валерия Романовна, e-mail: md.sholokhova_valeriya@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

Micropulse laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukoma as a stage of preparation for keratoprosthesis surgery

SOKOLOVSKAYA T.V., Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher at the Department of Glaucoma Surgery; <https://orcid.org/0009-0000-9396-8210>

GOLOVIN A.V., Cand. Sci. (Med.), Head of the Surgery Unit; <https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

STAROSTINA A.V., Cand. Sci. (Med.), Researcher at the Department of Glaucoma Surgery; <https://orcid.org/0000-0002-4496-0703>

SHOLOKHOVA V.R., post-graduate student, ophthalmologist; <https://orcid.org/0009-0003-3359-8352>

SHISHKOVA L.A., clinical resident; <https://orcid.org/0009-0003-9564-9768>

S.N. Fedorov National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery", 59A Beskudnikovskiy Blvd., Moscow, Russian Federation, 127486.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Sokolovskaya T.V., Golovin A.V., Starostina A.V. et al. Micropulse laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukoma as a stage of preparation for keratoprosthesis surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):29-35.

Abstract

PURPOSE. To evaluate the effectiveness of micropulse laser cyclophotocoagulation (mCPC) in patients with secondary glaucoma associated with post-burn and terminal dystrophic corneal leukomas.

METHODS. Twelve patients (12 eyes) with corneal leukomas and secondary glaucoma underwent mCPC. The mean age of the patients was 44 ± 6.5 years, including 8 men and 4 women. All patients exhibited elevated intraocular pressure (IOP), ranging from Tpalp "+" to Tpalp "++", despite being on maximum combination hypotensive therapy. Visual acuity for all patients was $1/\infty$ light perception with correct projection (proectia lucis certa).

RESULTS. On the first postoperative day, IOP was reduced to Tpalp "+" in 4 patients and to Tpalp "N" in 8 patients. Hypotensive therapy was continued based on individual indications throughout the observation period. By day 7, IOP had decreased to Tpalp "N" in all patients and remained stable throughout the follow-up period. Visual acuity in all cases remained unchanged from the preoperative level.

Ultrasound biomicroscopy (UBM) revealed that the mean ciliary body thickness (CBT) before surgery was 0.56 ± 0.11 mm. On the first postoperative day, CBT increased by an average of 20.1% due to pronounced edema caused by hydration from the inflammatory response, with a gradual return to baseline by the 1-month follow-up. At 6 months, no statistically significant difference in CBT from the preoperative thickness was observed, with a mean CBT of 0.50 ± 0.12 mm.

CONCLUSIONS. Micropulse cyclophotocoagulation can be an effective treatment for secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukomas. This technique reduces the risk of intraoperative and postoperative complications due to its non-invasive nature and low surgical trauma. The procedure can be repeated if IOP increases, and gentle laser parameters can help preserve visual potential.

KEYWORDS: secondary glaucoma, vascularized leukoma, keratoprosthesis, micropulse cyclophotocoagulation.

Кератопротезирование — это сложное оптико-реконструктивное вмешательство, которое проводится пациентам с сосудистыми бельмами 4–5 категории (по классификации В.П. Филатова – Д.Г. Бушмича, 1947), этиология которых связана с тяжелыми ожогами глазной поверхности, большим количеством оптико-реконструктивных вмешательств, в частности, ранее перенесенных кератопластик с развитием в даль-

нейшем болезни трансплантата, а также терминальными дистрофическими бельмами, в том числе врожденными [1].

Кератопротезирование выполняется в два этапа с интервалом между ними не менее 6 месяцев. Целью первого этапа кератопротезирования является имплантация опорной пластины кератопротеза в толщу сосудистого бельма или пересадка роговично-протезного комплекса, что зависит

от толщины бельма и степени его однородности. Вторым этапом выполняется вкручивание оптического цилиндра в центральную часть имплантированной опорной пластины [1, 2]. Развитие офтальмохирургических технологий позволило минимизировать риск послеоперационных осложнений. Однако, учитывая выраженные анатомические изменения передней камеры, у таких пациентов существует высокий риск развития вторичной глаукомы, которая угрожает прогрессивным снижением зрительных функций и может привести к полной атрофии зрительного нерва.

Вторичная глаукома является одним из распространенных сопутствующих заболеваний у пациентов с ожоговыми или терминальными дистрофическими бельмами. Внутриглазное давление (ВГД) повышается в связи с повреждениями анатомических структур угла передней камеры химическими, термическими или механическими факторами, развитием токсико-воспалительного процесса, приводящего к формированию иридокореальных синехий, формированием ретрокорнеальной или зрачковой мембран, нередко с неоваскуляризацией, а также неоднократно перенесенных хирургических вмешательств, в том числе кератопластики, что сопровождается рубцеванием и приводит к изменению конфигурации угла передней камеры [3].

Для нормализации ВГД первым этапом необходимо подобрать адекватную гипотензивную терапию. Как правило, пациентам с сосудистыми бельмами назначают препараты, снижающие продукцию внутриглазной жидкости (α 2-адреномиметики, β -адреноблокаторы, ингибиторы карбоангидразы). Однако, учитывая выраженный рубцово-спаечный процесс и, как следствие, сниженную биодоступность препарата, инстилляций капель для нормализации ВГД часто бывает недостаточно [2].

Хирургическое лечение является наиболее эффективным методом компенсации ВГД у пациентов с вторичной глаукомой. Однако до сих пор не существует единой точки зрения по выбору оптимального вида антиглаукомной операции на глазах с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами [2].

Проведение стандартных фистулизирующих вмешательств в данном случае затруднено из-за грубого нарушения анатомических структур и невозможности визуализировать зону лимба, а пути оттока внутриглазной жидкости, созданные с помощью такой операции, интенсивно рубцуются за счет выраженной фибропластической реакции [2].

Лучший гипотензивный эффект достигается при имплантации различных трубчатых дренажей, в частности, клапана Ahmed. Однако у такого метода лечения существует ряд недостатков: высокий риск интраоперационных осложнений, сложность хирургического вмешательства, тенденция к протрузии клапана, риск непроходимости

дренажной трубки, отсутствие адекватной визуализации передней камеры и зоны лимба [4–6].

При неэффективности хирургических методов лечения в качестве способа компенсации ВГД могут применяться различные циклодеструктивные операции. В течение последних десятилетий наибольшее распространение получила контактная транссклеральная лазерная циклофотокоагуляция (ЦФК) с длиной волны 810 нм. Однако данная методика сопровождается рядом серьезных послеоперационных осложнений, связанных с чрезмерным повреждением структур цилиарного тела (ЦТ) лазерной энергией: транзиторное повышение ВГД, выраженная воспалительная реакция, субатрофия глазного яблока за счет развития дисфункции ЦТ с развитием гипотонии [7, 8].

Для нормализации офтальмотонуса с минимальным риском осложнений была разработана новая перспективная технология — мЦФК, при которой используется диодный лазер с длиной волны 810 нм, аналогично непрерывно-волновой ЦФК. Специальный зонд благодаря своей конфигурации позволяет доставлять лазерную энергию непосредственно в структуры ЦТ. Однако за счет прерывистой работы лазера при мЦФК уменьшается фокальное перегревание с деструкцией ЦТ, что приводит к снижению числа осложнений и позволяет применять данную технологию у пациентов с сохранными зрительными функциями [9–11].

Механизм действия мЦФК основан на селективном воздействии лазера на пигментный эпителий цилиарных отростков при минимальном повреждении окружающих тканей. Благодаря короткой длительности импульса и непродолжительному рабочему циклу, температура в клетках пигментного эпителия повышается избирательно. Лазерная энергия поступает к цилиарным отросткам прерывисто посредством серии коротких импульсов, за счет этого при проведении мЦФК снижается повреждающее воздействие на ткани ЦТ [12].

Цель работы: оценить эффективность мЦФК у пациентов при вторичной глаукоме с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами.

Материалы и методы

В исследование были включены 12 пациентов (12 глаз) с бельмами роговицы и вторичной глаукомой (рис. 1, 2). Средний возраст пациентов составил $44 \pm 6,5$ лет, среди них было 8 мужчин и 4 женщины.

У всех пациентов в срок от 1 года до 5 лет до мЦФК произошел ожог роговицы и было как минимум несколько оптико-реконструктивных операций. Среди них были кератопластика, экстракция катаракты с/без имплантации интраокулярной линзы, пластика радужки и зрачка, антиглаукомные вмешательства, в частности, имплантация клапана



Рис. 1. Сосудистое бельмо роговицы (терминальное дистрофическое бельмо роговицы), сформированное после травмы. В анамнезе две сквозные кератопластики и экстракция катаракты.

Fig. 1. Vascularized corneal leukoma (terminal dystrophic corneal leukoma) formed after trauma. Patient history includes two penetrating keratoplasties and cataract extraction.

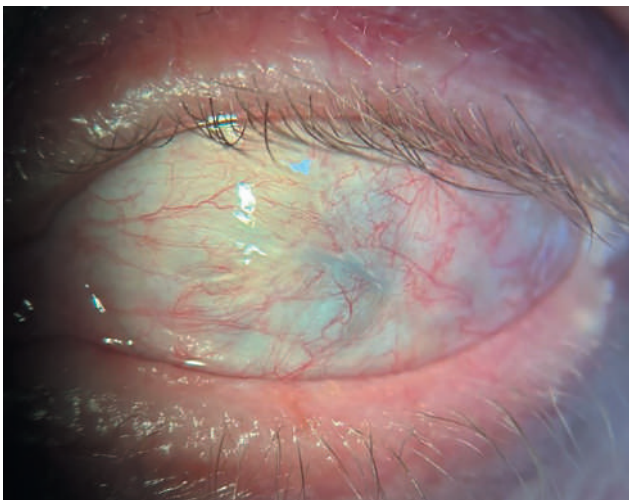


Рис. 2. Сосудистое бельмо роговицы (состояние после химического ожога глаза щелочью). В анамнезе сквозная кератопластика, экстракция катаракты с имплантацией интраокулярной линзы и укрепление бельма фасцией виска.

Fig. 2. Vascularized corneal leukoma (following chemical burn to the eye with alkali). Patient history includes penetrating keratoplasty, cataract extraction with intraocular lens implantation, and leukoma covering with temporal fascia autograft.

Ахмеда, непроникающая глубокая склерэктомия; реконструктивно-пластические вмешательства: устранения заворота или выворота век, симблефарона, лагофтальма, укрепление бельма; витреоретинальные вмешательства. Во всех случаях вторичная глаукома была диагностирована через 1–2 года после полученной травмы. Вследствие выраженных изменений переднего отрезка глаза определение ВГД проводилось пальпаторно. У всех пациентов отмечалось повышение ВГД до $T_{\text{пальп}}$ «+» и $T_{\text{пальп}}$ «++» на максимальной комбинированной гипотензивной терапии. Острота зрения у всех пациентов составила $1/\infty$ *proectia lucis certa*.

Всем пациентам были проведены стандартные методы обследования и ряд дополнительных: ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) переднего отрезка глаза с целью измерения толщины ЦТ, определения его положения и локализации места воздействия наконечника при мЦФК, и оптическая когерентная томография переднего отрезка глазного яблока для определения толщины сосудистого бельма, степени его однородности и локализации зоны лимба. При проведении мЦФК отсутствуют ограничения по толщине ЦТ, что является значимым преимуществом.

УБМ с локализацией ЦТ и зоны лимба выполняли непосредственно в день операции перед вмешательством. После локализации отростков ЦТ в этой зоне ставили отметки маркером на 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11 и 12 ч.

Далее с помощью диодного лазера на приборе Cyclo G6 Glaucoma Laser System (IRIDEX Corp., США) выполняли мЦФК по меткам, ранее отмеченным маркером. Использовали следующие параметры лазера: длина волны 810 нм, мощность 2800 мВт, рабочий цикл 31,3%, длительность импульса 0,5 мс, периоды между импульсами 1,1 мс, время экспозиции 40 с в 4 секторах по 90° (всего 160 с), в связи с выраженными рубцовыми изменениями и неравномерной толщиной склеры и конъюнктивы (рис. 3).

Воздействие осуществляли по двум дугам окружности, перемещая зонд в проекции поставленных меток, избегая зоны на 3 и 9 ч.

После процедуры всем пациентам были назначены инстилляции комбинированного гипотензивного препарата (α 2-адреномиметик + β -адреноблокатор) на постоянной основе и стандартная противовоспалительная терапия.

Пациентов обследовали на 1–3, 7 сутки после операции и далее через 1, 3 и 6 месяцев.

Результаты

Предоперационная толщина ЦТ по данным УБМ варьировала от 0,30 до 0,75 мм ($0,56 \pm 0,11$ мм).

Во всех случаях операция прошла без осложнений, в раннем послеоперационном периоде воспалительная реакция не наблюдалась.

На первые сутки после операции у 4 пациентов было отмечено снижение ВГД до $T_{\text{пальп}}$ «+», у 8 пациентов — до $T_{\text{пальп}}$ «N».

Гипотензивная терапия продолжалась по индивидуальным показаниям в течение всего срока наблюдения. Через 7 дней у всех пациентов ВГД в среднем снизилось до $T_{\text{пальп}}$ «N» и сохранялось на таком уровне на протяжении всего срока наблюдения.

Во всех случаях острота зрения соответствовала дооперационной.

На первые сутки отмечено увеличение толщины ЦТ в среднем на 20,1% за счет выраженного отека вследствие гидратации при воспалительной реакции с постепенным возвращением к исходному уровню уже к 1 месяцу наблюдения. Через 6 месяцев статистически значимой разницы с дооперационной толщиной ЦТ не отмечено, средняя толщина ЦТ составляла $0,50 \pm 0,12$ мм, методом УБМ подтверждена сохранность всех его основных структур. Воздействие лазерной энергии в микроимпульсном режиме приводит к обратимым изменениям в ЦТ, не затрагивая его структуру, что значительно снижает риск субатрофии глазного яблока (рис. 4 и 5).

Обсуждение

Устойчивое повышение ВГД до кератопротезирования ставит под угрозу зрительные функции из-за повреждения зрительного нерва. Пациент должен в течение всей жизни следить за ВГД и быть под наблюдением офтальмолога для оценки необходимости дополнительного лечения, что связано как с состоянием кератопротеза, так и с глаукомой.

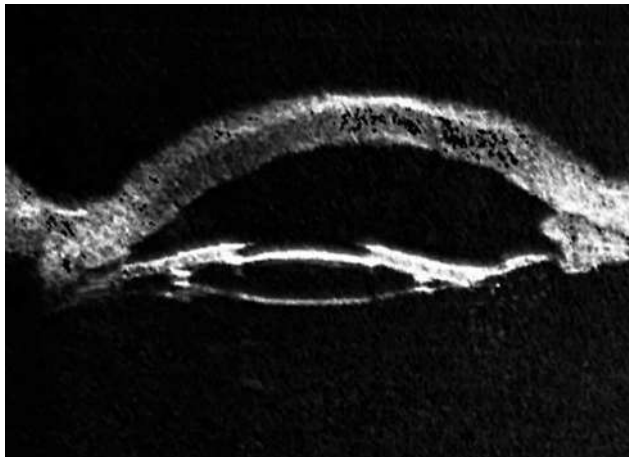


Рис. 4. Картина УБМ до мЦФК. Сосудистое бельмо роговицы. Состояние после проникающего ранения глазного яблока. Состояние после сквозной кератопластики и одномоментной экстракции катаракты. Иридохрусталиковая диафрагма.

Fig. 4. UBM image before mCPC. Vascularized corneal leukoma. Condition after penetrating wound of the eyeball. Condition after penetrating keratoplasty and one-stage cataract extraction. Iris-lens diaphragm.

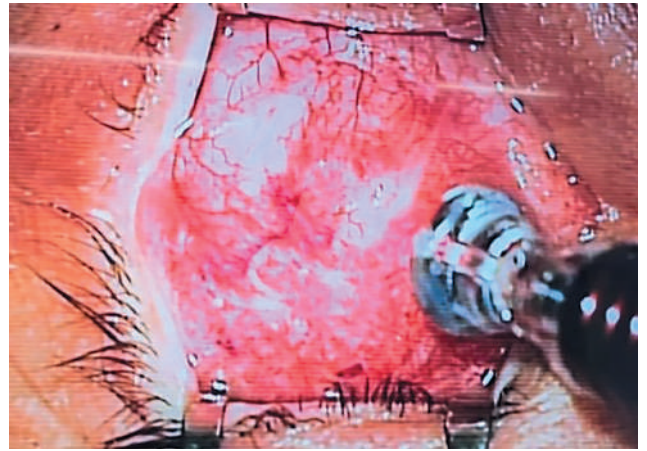


Рис. 3. Выполнение мЦФК у пациента с сосудистым бельмом роговицы, сформированным в результате химического ожога.

Fig. 3. Performing mCPC in a patient with vascularized leukoma caused by a chemical burn.

По данным Crnej A с соавт., в 27 из 36 случаев (75%), у которых глаукома не была диагностирована до кератопротезирования, после операции развилась глаукома de novo. Факторы риска развития послеоперационной глаукомы включают ранее существовавшую глаукому, наличие передних синехий с другими аномалиями переднего сегмента или без них, сужение угла передней камеры и хроническое воспаление. Использование топических стероидов также связано с повышением ВГД, которое встречается у 30% нормальной популяции [13].

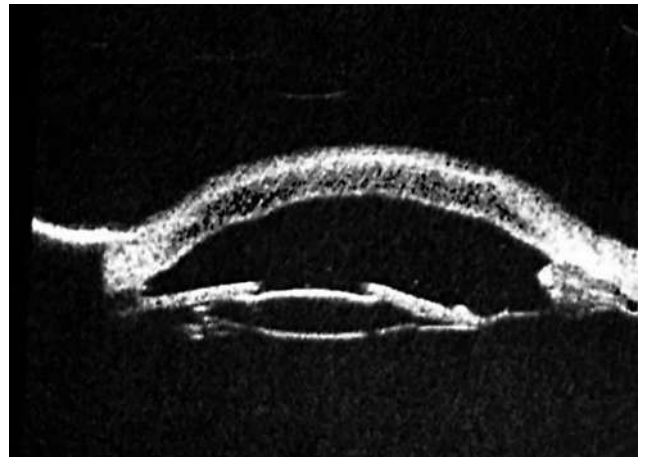


Рис. 5. Картина УБМ при выписке, через 3 дня после мЦФК.

Fig. 5. UBM at discharge, 3 days after mCPC.

Lenis T и соавт. сообщили, что повышение ВГД через 1 год после операции наблюдалось значительно чаще в группе пациентов, которым было выполнено только кератопротезирование, по сравнению с группой, которым одномоментно с кератопротезированием имплантировали клапан Ahmed [14]. Однако, учитывая выраженные изменения переднего отрезка глаза и непрозрачность роговицы, не всегда возможно правильно определить топографию анатомических структур в передней камере и точно имплантировать дренаж в углу передней камеры. Чаще всего при подобной ситуации имплантировать дренажную трубку клапана необходимо в витреальную полость через плоскую часть ЦТ. При этом обязательным условием является авитрия для исключения обтурации отверстия волокнами стекловидного тела, что значительно увеличивает объем вмешательства и может привести к серьезным осложнениям. Кроме того, выраженные склеро-конъюнктивальные изменения затрудняют этап имплантации дренажа, а также повышают риск его неравномерного залегания, прорезывания, а также формирования капсулы вокруг дренажа, что значительно снижает эффективность операции [5].

Эффективность трансклеральной непрерывно-волновой циклофотокоагуляции, по данным разных авторов, у таких пациентов варьирует от 36,7% до 93,8%, а частота гипотензивного ответа составляет 12,3%...66% [15] и зависит от общего количества примененной энергии. Основной проблемой циклофотокоагуляции является сложность дозирования энергии и точность аппликации наконечника над проекцией отростков ЦТ [12]. Описанные в литературе осложнения зависят от общего количества приложенной энергии и находятся в прямой пропорциональной зависимости с такими серьезными осложнениями, как воспалительная реакция, гипотония вплоть до потери зрения и субатрофия глазного яблока.

В зарубежной литературе описана методика эндоскопической циклофотокоагуляции у пациентов с сосудистыми бельмами, при которых нарушена визуализация передней камеры, а также у пациентов с уже имеющимися кератопротезами [16]. За счет прицельного воздействия эндоскопа возможно максимально эффективное снижение ВГД, однако, эта процедура связана с рядом сложностей, в частности, сложным дозированием энергии лазера, а выраженный фиброзно-спаечный процесс при сосудистых бельмах затрудняет поиск отростков ЦТ и делает невозможной четкую локализацию проекции установки портов для эндоскопа [17].

Микроимпульсная ЦФК является эффективной неинвазивной и безопасной методикой лечения глаукомы. Технология Micropulse предполагает использование диодного лазера с длинной волны 810 нм и стандартным рабочим циклом 31,3%. За счет прерывистой и дозированной работы лазера к цилиарным отросткам поступает серия коротких импульсов, что препятствует локальному перегреванию и чрезмерному деструктивному воздействию на структуры ЦТ. Формируется не коагуляционное, а тепловое воздействие, активирующее определенные биохимические реакции. Минимальное повреждение пигментного эпителия на уровне органелл клетки вызывает его регенерацию, активацию метаболических процессов, транспорта веществ, активацию синтеза внутриклеточных биологических факторов и поддерживает клеточную жизнеспособность за счет уменьшения апоптоза. Также существует гипотеза, что мЦФК увеличивает интенсивность увеосклерального оттока внутриглазной жидкости. Комплексное влияние перечисленных механизмов позволяет достичь максимального гипотензивного эффекта и не сопровождается риском атрофии цилиарного тела и потерей зрительных функций после вмешательства. Благодаря этому можно минимизировать количество интра- и послеоперационных осложнений и при необходимости повторять процедуру [18, 19].

Заключение

Микроимпульсная ЦФК может быть эффективным методом лечения вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами роговицы. Технология помогает снизить риск интраоперационных и послеоперационных осложнений за счет неинвазивности и низкой травматичности процедуры. Лазерная мЦФК позволяет нормализовать ВГД в глазах с сосудистыми бельмами, где полностью отсутствует визуализация структур передней камеры. Существует возможность повторять процедуру в случае повышения ВГД и сохранить зрительный потенциал пациента за счет щадящих параметров лазера. Для объективной оценки долгосрочных результатов технологии необходимо более длительное наблюдение и большее количество пациентов.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Старостина А.В.

Сбор и обработка материала: Шолохова В.Р., Шишкова Л.А.

Статистическая обработка: Старостина А.В., Соколовская Т.В., Головин А.В.

Написание статьи: Шолохова В.Р., Шишкова Л.А.

Редактирование: Старостина А.В., Соколовская Т.В., Головин А.В.

Литература

1. Федоров С.Н., Мороз З.И., Зуев В.К. Кератопротезирование. М: Медицина 1982; 144 с.
2. Ковшун Е.В., Макаров П.В., Власова В.А. Результаты имплантации дренажного клапанного устройства Ахмеда у пациентов с вторичной глаукомой и сосудистым бельмом ожоговой этиологии до и после кератопротезирования. *Офтальмохирургия* 2016; 4:36-43.
3. Национальное руководство по глаукоме. 3-е изд. Под ред. Е.А. Егорова. М: ГЭОТАР-Медиа 2013; 44-62.
4. Сидорова А.В., Гелястанов А.М., Елисеева М.А. Современные возможности применения технологии Micropulse в лечении вторичной глаукомы у пациентов после кератопластики (клинический случай). *Современные технологии в офтальмологии* 2019; 5:342-345.
5. Gu J, Zhang Y, Zhai J, et al. Clinical Experience in Patients with Ocular Burns Treated with Boston Type I Keratoprosthesis Implantation with or Without Prophylactic Ahmed Glaucoma Valve Implantation. *Ophthalmol Ther* 2022; 11(1):421-434. <https://doi.org/10.1007/s40123-021-00446-y>
6. Власова В.А., Мороз З.И., Ковшун Е.В. Имплантация клапанного дренажа Ahmed у пациентов с сосудистыми бельмами 4-5 категории при кератопротезировании. *Вестник ВолГМУ: приложение (Материалы Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной офтальмологии – 2013»)* 2013; 65-68.
7. Чупров А.Д., Гаврилова И.А. Анализ эффективности различных органосохраняющих операций при терминальной болящей глаукоме. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2010; 12(4):135-136.
8. Pastor S.A., Singh K., Lee D.A. et al. Cyclophotocoagulation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001; 108(11):2130-2138.
9. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Баева А.В., Смирнова Е.А. Трансклеральное лазерное лечение глаукомы в режиме микропульса: пилотное исследование. *Новости глаукомы* 2019; 1(49):3-5.
10. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes. *Ophthalmol Glaucoma* 2019; 2(3):167-171. <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.02.002>
11. Nguyen A.T., Maslin J.S., Noecker J.R. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmology* 2020; 30(4):700-705. <https://doi.org/10.1177/1120672119839303>
12. Бабушкин А.Э. Циклодеструктивные вмешательства в лечении рефрактерной глаукомы (обзор литературы). *Точка зрения. Восток – Запад* 2014; 2:16.
13. Crnej A, Paschalis EI, Salvador-Culla B et al. Glaucoma progression and role of glaucoma surgery in patients with Boston keratoprosthesis. *Cornea* 2014; 33(4):349-354. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000067>
14. Lenis TL, Chiu SY, Law SK, Yu F, Aldave AJ. Safety of concurrent Boston Type I keratoprosthesis and glaucoma drainage device implantation. *Ophthalmology* 2017; 124(1):12-19. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.08.003>
15. Orive Bañuelos A, Arana Larrea B, Crnej A et al. Transscleral Cyclophotocoagulation for the Treatment of Uncontrolled Glaucoma in a Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Case Rep Ophthalmol* 2022; 13(1):158-165. <https://doi.org/10.1159/000522440>
16. Poon LY, Chodosh J, Vavvas DG et al. Endoscopic Cyclophotocoagulation for the Treatment of Glaucoma in Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Journal of Glaucoma* 2017; 26(4):146-149. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000626>
17. Lee RM, Al Raqqad N, Goma A et al. Endoscopic cyclophotocoagulation in osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) eyes. *J Glaucoma* 2011; 20(1):68-69. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182073e71>
18. Сидорова А.В., Старостина А.В., Печерская М.А., Стефанкова К.А. Преимущества технологии Micropulse как метода выбора лечения вторичной глаукомы у пациентов с заболеваниями роговицы. *Офтальмология* 2022; 19(3):515-523. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-515-523>
19. Rivier D, Paula JS, Kim E, Dohlman CH, Grosskreutz CL. Glaucoma and keratoprosthesis surgery: role of adjunctive cyclophotocoagulation. *J Glaucoma* 2009; 18(4):321-324. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181815485>

References

1. Fedorov S.N., Moroz Z.I., Zuev V.K. Keratoprotezirovaniye [Keratoprosthesis]. Moscow, Medicine Publ., 1982. 144 p.
2. Kovshun E.V., Makarov P.V., Vlasova V.A. Results of implantation of Ahmed drainage valve device in patients with secondary glaucoma and vascular glaucoma of burn etiology before and after keratoprosthesis. *Ophthalmosurgery* 2016; 4:36-43.
3. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome [National glaucoma guidelines]. 3rd ed. Egorov E.A., ed. Moscow: GEOTARMedia, 2013. C. 44-62.
4. Sidorova A.V., Gelastanov A.M., Eliseeva M.A. Modern possibilities of Micropulse technology application in treatment of secondary glaucoma in patients after keratoplasty (clinical case). *Modern technologies in ophthalmology* 2019; 5:342-345.
5. Gu J, Zhang Y, Zhai J, et al. Clinical Experience in Patients with Ocular Burns Treated with Boston Type I Keratoprosthesis Implantation with or Without Prophylactic Ahmed Glaucoma Valve Implantation. *Ophthalmol Ther* 2022; 11(1):421-434. <https://doi.org/10.1007/s40123-021-00446-y>
6. Vlasova V.A., Moroz Z.I., Kovshun E.V. Implantation of Ahmed valve drainage in patients with vascular belmata of 4-5 categories in keratoprosthesis. *Bulletin of VolgGMU: Supplement (Proceedings of the Anniversary All-Russian Scientific and Practical Conference "Actual issues of modern ophthalmology – 2013")* 2013; 65-68.
7. Chuprov A.D., Gavrilova I.A. Analysis of the effectiveness of various organ-preserving surgeries for terminal aching glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2010; 12(4):135-136.
8. Pastor S.A., Singh K., Lee D.A. et al. Cyclophotocoagulation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001; 108(11):2130-2138.
9. Hodjaev N.S., Sidorova A.V., Baeva A.V., Smirnova E.A. Transscleral laser treatment of glaucoma in micropulse mode: a pilot study. *Glaucoma News* 2019; 1(49):3-5.
10. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes. *Ophthalmol Glaucoma* 2019; 2(3):167-171. <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.02.002>
11. Nguyen A.T., Maslin J.S., Noecker J.R. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmology* 2020; 30(4):700-705. <https://doi.org/10.1177/1120672119839303>
12. Babushkin A.E. Cyclodestructive interventions in the treatment of refractory glaucoma (literature review). *Point of view. East-West* 2014; 2:16.
13. Crnej A, Paschalis EI, Salvador-Culla B et al. Glaucoma progression and role of glaucoma surgery in patients with Boston keratoprosthesis. *Cornea* 2014; 33(4):349-354. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000067>
14. Lenis TL, Chiu SY, Law SK, Yu F, Aldave AJ. Safety of concurrent Boston Type I keratoprosthesis and glaucoma drainage device implantation. *Ophthalmology* 2017; 124(1):12-19. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.08.003>
15. Orive Bañuelos A, Arana Larrea B, Crnej A et al. Transscleral Cyclophotocoagulation for the Treatment of Uncontrolled Glaucoma in a Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Case Rep Ophthalmol* 2022; 13(1):158-165. <https://doi.org/10.1159/000522440>
16. Poon LY, Chodosh J, Vavvas DG et al. Endoscopic Cyclophotocoagulation for the Treatment of Glaucoma in Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Journal of Glaucoma* 2017; 26(4):146-149. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000626>
17. Lee RM, Al Raqqad N, Goma A et al. Endoscopic cyclophotocoagulation in osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) eyes. *J Glaucoma* 2011; 20(1):68-69. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182073e71>
18. Sidorova A.V., Starostina A.V., Pecherskaya M.A., Stefankova K.A. Advantages of Micropulse technology as a method of choice for treatment of secondary glaucoma in patients with corneal diseases. *Ophthalmology* 2022; 19(3):515-523. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-515-523>
19. Rivier D, Paula JS, Kim E, Dohlman CH, Grosskreutz CL. Glaucoma and keratoprosthesis surgery: role of adjunctive cyclophotocoagulation. *J Glaucoma* 2009; 18(4):321-324. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181815485>