

Состояние эндотелия роговицы как критерий оценки безопасности технологии в комбинированном лечении пациентов с глаукомой и катарактой

Краснова Е.О., аспирант, врач офтальмолог; <https://orcid.org/0000-0001-5319-4898>

Сороколетов Г.В., д.м.н., заведующий отделом хирургии глаукомы; <https://orcid.org/0000-0001-7436-4032>

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

ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава РФ, 127486, Российская Федерация, Москва, Бескудниковский бульвар, 59а.

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

Для цитирования: Краснова Е.О, Сороколетов Г.В, Соколовская Т.В. Состояние эндотелия роговицы как критерий оценки безопасности технологии в комбинированном лечении пациентов с глаукомой и катарактой. *Национальный журнал глаукома.* 2026; 25(1):40-45.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить состояние эндотелия роговицы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и осложнённой катарактой при сочетании микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции (мЦФК) и фактоэмulsionификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ФЭК+ИОЛ).

МЕТОДЫ. В проспективное исследование включены 62 пациента с первичной открытоугольной глаукомой I-II стадии и осложнённой катарактой, которым проведено хирургическое лечение. Основную группу составили 33 пациента, получившие комбинированное вмешательство (мЦФК+ФЭК+ИОЛ), контрольную — 32 пациента, которым выполнялась только ФЭК+ИОЛ. Состояние эндотелия оценивали на приборе Tomey EM-3000 до операции и в сроки 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В обеих группах отмечено умеренное снижение плотности эндотелиальных клеток в первые месяцы после операции, наиболее выраженное через

1 месяц (до 11,8%), с последующей стабилизацией. Через 12 месяцев средние потери клеток составили менее 10%, при этом статистически значимых различий между группами не выявлено ($p>0,05$). Острота зрения значительно улучшилась по сравнению с исходным, прогрессирования глаукомного процесса по данным периметрии и оптической когерентной томографии не зафиксировано. Частота повышения внутриглазного давления была сопоставима в обеих группах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Комбинированное применение мЦФК и ФЭК+ИОЛ демонстрирует удовлетворительный профиль безопасности и не оказывает значимого негативного влияния на состояние эндотелия роговицы по сравнению с изолированной ФЭК. Полученные результаты подтверждают целесообразность комбинированного подхода при сочетанной офтальмопатологии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, микроимпульсная циклофотокоагуляция, фактоэмulsionификация, эндотелий роговицы, комбинированное лечение.

Для контактов:

Краснова Екатерина Олеговна, e-mail: ekaterinamedpro@gmail.com

ORIGINAL ARTICLE

Corneal endothelium status as a criterion for assessing the safety of the technique in the combined treatment of patients with glaucoma and cataract

KRASNOVA E.O., postgraduate student, ophthalmologist; <https://orcid.org/0000-0001-5319-4898>

SOROKOLETOV G.V., Dr. Sci. (Med.), Head of the Glaucoma Surgery Department; <https://orcid.org/0000-0001-7436-4032>

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

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: Krasnova E.O., Sorokoletov G.V., Sokolovskaya T.V. Corneal endothelium status as a criterion for assessing the safety of the technique in the combined treatment of patients with glaucoma and cataract. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2026; 25(1):40-45.

Abstract

PURPOSE. To evaluate corneal endothelial status in patients with primary open-angle glaucoma and complicated cataract undergoing combined micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-CPC) and cataract phacoemulsification with intraocular lens implantation (PE+IOL).

METHODS. This prospective study included 62 patients with stage I–II primary open-angle glaucoma and complicated cataract who underwent surgical treatment. The study group comprised 33 patients who received combined intervention (MP-CPC+PE+IOL), while the control group included 32 patients who only underwent PE+IOL. Corneal endothelial status was assessed using the Tomey EM-3000 specular microscope preoperatively and at 1, 3, 6, and 12 months after surgery.

RESULTS. In both groups, a moderate decrease in endothelial cell density was observed during the early postoperative period, with the most pronounced reduction at 1 month (up to 11.8%), followed by stabilization.

At 12 months, the mean endothelial cell loss was less than 10%, with no statistically significant differences between the groups ($p>0.05$). Best-corrected visual acuity improved significantly compared with baseline. No progression of glaucomatous damage was detected by perimetry and optical coherence tomography. The incidence of postoperative intraocular pressure elevation was comparable between the groups.

CONCLUSION. The combined use of MP-CPC and PE+IOL demonstrates a satisfactory safety profile and does not exert a significant negative effect on corneal endothelial status compared with isolated phacoemulsification. The obtained results support the feasibility of the combined approach in patients with concomitant ophthalmic pathology.

KEYWORDS: glaucoma, micropulse cyclophotocoagulation, phacoemulsification, corneal endothelium, combined treatment.

Глаукома остаётся одной из ведущих причин инвалидизации по зрению во всём мире, что определяет постоянный интерес к разработке безопасных и эффективных методов её лечения [1, 2]. В последние годы лазерные методики лечения глаукомы продемонстрировали высокий потенциал за счёт минимальной инвазивности и благоприятного профиля безопасности [3–5]. Одной из наиболее перспективных технологий является микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция (мЦФК), обеспечивающая снижение внутриглазного давления (ВГД) путём селективного

воздействия на цилиарное тело без значительного повреждения смежных тканей за счёт прерывистой (микроимпульсной) подачи лазерной энергии [6]. Исследования последних лет показали, что мЦФК демонстрирует хорошую эффективность в снижении ВГД при благоприятном профиле безопасности как у пациентов с рефрактерной, так и с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы [7–9]. Среднее снижение ВГД после процедуры составляет 30%...45% от исходных значений, а частота серьёзных осложнений существенно ниже по сравнению с классической длинноволновой

транссклеральной лазерной циклофотокоагуляцией [10, 11]. Благодаря улучшенному профилю безопасности мЦФК постепенно начала рассматриваться не только как метод «последней линии» у пациентов с терминальной стадией глаукомы, но и как возможный компонент моно- и комбинированной терапии на более ранних стадиях заболевания [12].

Сочетание глаукомы и катаракты наблюдается у значительного числа пациентов старшей возрастной группы. По данным литературы, распространенность такой сочетанной патологии варьирует в пределах 17,0%...38,6% [13]. В клинической практике всё чаще обсуждается целесообразность комбинированного подхода к лечению, сочетающего различные хирургические и лазерные технологии. В то время как одновременное выполнение факэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ФЭК+ИОЛ) и антиглаукомных операций изучено достаточно хорошо, возможности и безопасность сочетанного одномоментного применения мЦФК и ФЭК+ИОЛ пока остаются предметом ограниченного количества исследований [14–16]. В особенности это касается влияния комбинированного вмешательства на морфофункциональное состояние эндотелия роговицы, который играет ключевую роль в сохранении прозрачности роговицы и определяет зрительный прогноз в отдаленном послеоперационном периоде.

В доступной научной литературе представлено лишь одно исследование по оценке эндотелиальных клеток роговицы после проведения мЦФК. Результаты исследования продемонстрировали существенные различия в воздействии мЦФК и селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ) на эндотелий роговицы. Сравнительный анализ выявил статистически значимое снижение плотности эндотелиальных клеток в группе пациентов, которым проводили СЛТ ($p < 0,05$), тогда как в группе пациентов, которым проводили мЦФК, этот показатель оставался стабильным на протяжении всего периода наблюдения. Особого внимания заслуживает сохранение морфологических характеристик эндотелия (коэффициент вариации клеточной площади и процент гексагональных клеток) при применении мЦФК, что свидетельствует о ее меньшем повреждающем воздействии на роговичные ткани [17].

Согласно данным современных исследований, ФЭК+ИОЛ может сопровождаться значительной потерей эндотелиальных клеток роговицы. Как показано в систематическом обзоре Garcia и Liedtke (2023), средняя потеря эндотелиальных клеток составляет 4%...16,67% в течение первых 3–6 месяцев после операции, причем наибольшее снижение плотности клеток наблюдается в первые 4–8 недель. Эти данные подтверждаются исследованием Лоскутова И.А. и Федоровой А.И. (2023), которые отмечают, что даже при использовании современных хирургических методик и вискоэластиков полное

предотвращение эндотелиальной потери невозможно. Авторы подчеркивают, что степень повреждения эндотелия зависит от множества факторов, включая исходную плотность эндотелиальных клеток, энергию ультразвука, продолжительность операции и опыт хирурга [18, 19].

Цель нашего исследования — оценить состояние эндотелия роговицы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и осложнённой катарактой при сочетании мЦФК и ФЭК+ИОЛ.

Материалы и методы

В исследование были включены 62 пациента (62 глаза) с начальной и развитой стадиями ПОУГ (I–II) и осложнённой катарактой. Среди пациентов было 29 женщин (46,8 %) и 33 мужчины (53,2 %) средний возраст составил $73,4 \pm 7,5$ года. Начальная стадия глаукомы была диагностирована на 45 глазах (72,6 %), развитая — на 17 глазах (27,4 %), длительность заболевания глаукомой у пациентов варьировала от 1 месяца до 1 года. Срок наблюдения составил 12 месяцев после проведённого лечения.

Пациенты были разделены на две группы. В основную группу вошли 33 пациента (33 глаза), которым проводилось комбинированное лечение — мЦФК и ФЭК+ИОЛ. В контрольную группу вошли 32 пациента (32 глаза), которым выполнялась только ФЭК+ИОЛ.

Всем пациентам до и после лечения выполняли следующие исследования: авторефрактометрию, визометрию, тонометрию (по Маклакову), биометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию. Состояние эндотелия оценивали на приборе Tomey EM-3000 (Tomey, Япония) до и после лечения (через 1, 3, 6, 12 месяцев).

При сравнении независимых выборок использовался U-критерий Манна – Уитни, для повторных внутригрупповых сравнений применялся критерий Вилкоксона. Для сравнения среднего количества потерь клеток после операции у двух групп пациентов использовали t-критерий Стьюдента. Вначале данные нормировались (переход к проценту потерянных клеток), после чего применялся сам тест. P-value меньше, чем 0,05 означает, что процент потерь клеток различается в двух группах и что это различие значимо. Результаты описательной статистики представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее значение, m — ошибка среднего.

Пациентам основной группы выполнялась ФЭК+ИОЛ через роговичный разрез 2,0 мм с использованием техники quick-chop и имплантацией заднекамерной ИОЛ, после чего выполнялась мЦФК с помощью диодного лазера в микроимпульсном режиме с длиной волны 810 нм и экспозицией 80 с по дуге окружности длиной 160 градусов в верхней и нижней полусфере глазного яблока, концентрично лимбу, с помощью наконечника MicroPulse P3,

Таблица 1. Острота зрения вдаль с коррекцией в сравниваемых группах.

Table 1. Best-corrected distance visual acuity in the comparison groups.

Время наблюдения Follow-up time	Основная группа, M±m Main group, M±m	Контрольная группа, M±m Control group, M±m	p ₁ Манн – Уитни Mann – Whitney	p ₂ Уилкоксона Wilcoxon
До операции / Before surgery	0,397±0,019	0,344±0,023	0,118	–
1 месяц / 1 month	0,808±0,039	0,841±0,033	0,161	<0,001
3 месяца / 3 months	0,900±0,033	0,916±0,025	0,029	<0,001
6 месяцев / 6 months	0,930±0,028	0,947±0,022	0,047	<0,001
12 месяцев / 12 months	0,940±0,026	0,938±0,024	0,047	<0,001

Таблица 2. Динамика плотности эндотелиальных клеток и процент их потери после операции в обеих группах во все сроки наблюдения.

Table 2. Changes in corneal endothelial cell density and percentage of cell loss after surgery in both groups at all follow-up time points.

Срок / Time	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group	p
До операции / Before surgery	2329±43,3	2375±37,6	–
1 месяц / 1 month	2298±209 (11,8%)	2168±212 (11,4%)	0,677
3 месяца / 3 months	2328±225 (10,1%)	2208±218 (11,5%)	0,149
6 месяцев / 6 months	2391±230 (9,6%)	2285±205 (9,5%)	0,894
12 месяцев / 12 months	2386±221 (9,2%)	2228±198 (9,5%)	0,567

с мощностью лазерного воздействия 2000–2500 мВт, рабочим циклом 31,3%, длительностью импульса 0,5 мс, периодом 1,1 мс. Пациентам контрольной группы выполнялась только ФЭК+ИОЛ.

Результаты и обсуждение

Острота зрения с коррекцией вдаль в исследуемых группах до и после операции была сходной (табл. 1). Средние значения МКОЗ до операции составляли 0,397±0,019 в основной группе и 0,344±0,023 в контрольной группе, при этом статистически значимых различий между группами до операции не выявлено (p₁=0,118).

К концу периода наблюдения, показатели МКОЗ достигали 0,940±0,026 в основной группе и 0,938±0,024 в контрольной группе. Анализ с помощью парного критерия Уилкоксона подтвердил достоверное улучшение показателей относительно исходного уровня во всех временных точках наблюдения (p₂<0,001). При межгрупповом сравнении с помощью критерия Манна – Уитни статистически значимых различий к концу наблюдения не выявлено (p₁=0,047).

В таблице 2 представлены данные о динамике плотности эндотелиальных клеток роговицы в основной и контрольной группах в различные сроки после операции. До вмешательства средняя плотность эндотелиальных клеток у пациентов контрольной и основной групп статистически значимо не различалась (соответственно, 2375±38 и 2329±43). В послеоперационном периоде отмечалось снижение плотности эндотелиальных клеток у пациентов обеих групп с максимальной выраженностью через 1 месяц (11,4% потерь в контрольной группе и 11,8% в основной группе), с последующей тенденцией к стабилизации показателей в течение последующего периода наблюдения.

Через 12 месяцев после операции средняя плотность эндотелиальных клеток оставалась несколько ниже исходной и составила 2228±198 в контрольной группе и 2386±221 в основной, что соответствовало среднему проценту потерь, соответственно, в 9,5% и 9,2%. Проведенный сравнительный анализ с использованием t-критерия Стьюдента показал отсутствие статистически значимых различий между группами на всех этапах наблюдения (p>0,05).

Таким образом, как в основной, так и в контрольной группах наблюдалось умеренное снижение плотности эндотелиальных клеток в первые месяцы после вмешательства, с последующей стабилизацией этих показателей, что свидетельствует об относительно благоприятном течении послеоперационного периода и удовлетворительной безопасности проведённого лечения.

Анализ данных компьютерной периметрии и оптической когерентной томографии, характеризующих течение глаукомного процесса, не выявил признаков прогрессирования заболевания у пациентов, что свидетельствует о стабилизации глаукомы в исследуемых группах.

В раннем послеоперационном периоде офтальмогипертензия была зарегистрирована у 10% пациентов в основной группе и у 12% пациентов в группе контроля. Это состояние было купировано назначением гипотензивной терапии. Полученные результаты демонстрируют сопоставимую частоту повышения ВГД в сравниваемых группах и согласуются с общепринятыми статистическими показателями, описанными в профильных исследованиях [20, 21].

Всем пациентам в раннем послеоперационном периоде назначалась стандартная противовоспалительная терапия (инстилляцией антибактериальных, нестероидных противовоспалительных препаратов, препаратов глюкокортикостероидов) и гипотензивная терапия по показаниям.

Литература

1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014; 121(11):2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
2. Алексеев В.Н., Захарова Н.С. Сравнительная оценка качества жизни больных ПОУТ после консервативного, лазерного и хирургического лечения. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2008; 4:149-151.
3. Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А. YAG-лазерная активация трабекулы в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой. *Офтальмохирургия* 2014; 1:47-52. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2014-1-47-52>
4. Еричев В.П., Рагозина Е.А. Селективная лазерная трабекулопластика как стартовый метод лечения первичной открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2020; 19(1):47-54. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.01.07>
5. Соколовская Т.В., Кочеткова Ю.А. Селективная лазерная трабекулопластика: эффективность и перспективность в лечении первичной открытоугольной глаукомы. *Практическая медицина* 2012; 4:142-146.
6. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.I., See J.L., Chew P.T. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2017; 45(2):194-200. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x>
7. Sanchez FG, Lerner F, Sampaolesi J, Noecker R, Becerra N, Iribarren G, et al. Efficacy and safety of Micropulse® Transscleral Cyclophotocoagulation in Glaucoma. *Arch Soc Esp Ophthalmol* 2018; 93:573-579. <https://doi.org/10.1016/j.oftal.2018.08.003>
8. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G., Smith O., Butler M.R. Micropulse cyclophotocoagulation: Initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma* 2020; 29(1):12-17. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000715>

Заключение

Результаты настоящего исследования показали, что одномоментное выполнение мЦФК в сочетании с ФЭК+ИОЛ не оказывает негативного влияния на морфофункциональное состояние эндотелия роговицы в течение 12 месяцев наблюдения по сравнению с изолированной ФЭК+ИОЛ. Снижение плотности эндотелиальных клеток после операции носило умеренный характер и стабилизировалось в отдалённые сроки наблюдения, что позволяет говорить о приемлемом профиле безопасности предложенного комбинированного вмешательства. Полученные данные подтверждают перспективность применения комбинированного подхода у пациентов с сочетанной офтальмопатологией при сохранении функциональных результатов и минимизации риска повреждения эндотелия роговицы.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Сороколетов Г.В., Соколовская Т.В.

Сбор и обработка материала: Краснова Е.О.

Статистическая обработка: Краснова Е.О.

Написание статьи: Краснова Е.О.

Редактирование: Сороколетов Г.В., Соколовская Т.В.

References

1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014; 121(11):2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
2. Alexeev V.N., Zaharova N.S. Comparative evaluation of life quality of patients with POAG after medicamentous, laser and surgical treatment. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2008; 4:149-151.
3. Sokolovskaya T.V., Doga A.V., Magaramov D.A., Kochetkova Y.A. YAG laser activation of trabecula in treatment of patients with primary open-angle glaucoma. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery* 2014; 1:47-52. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2014-1-47-52>
4. Eriчев V.P., Ragozina E.A. Selective laser trabeculoplasty as initial treatment for primary open-angle glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2020; 19(1):47-54. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.01.07> (In Russ.)
5. Sokolovskaya T.V., Kochetkova Y.A. Selective laser trabeculoplasty: efficiency and prospects in treatment of primary open-angle glaucoma. *Practical Medicine* 2012; 4:142-146.
6. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.I., See J.L., Chew P.T. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2017; 45(2):194-200. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x>
7. Sanchez FG, Lerner F, Sampaolesi J, Noecker R, Becerra N, Iribarren G, et al. Efficacy and safety of Micropulse® Transscleral Cyclophotocoagulation in Glaucoma. *Arch Soc Esp Ophthalmol* 2018; 93:573-579. <https://doi.org/10.1016/j.oftal.2018.08.003>
8. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G., Smith O., Butler M.R. Micropulse cyclophotocoagulation: Initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma* 2020; 29(1):12-17. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000715>

9. Иошин И.Э., Толчинская А.И., Ракова А.В., Максимов И.В. Результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2022; 21(4):22-28. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-4-22-28>
10. Zaarour K., Abdelmassih Y., Arej N., et al. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in uncontrolled glaucoma. *J Glaucoma* 2019; 28(3):270-275. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001174>
11. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., et al. Micropulse versus continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol* 2015; 43(1):40-46. <https://doi.org/10.1111/ceo.12360>
12. Иошин И.Э., Толчинская А.И., Ракова А.В. Опыт применения микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы. *Аспирантский вестник Поволжья* 2022; 22(2):35-39. <https://doi.org/10.55531/2072-2354.2022.22.2.35-39>
13. Либман Е.С. Современные позиции клинико-социальной офтальмологии. *Вестник офтальмологии* 2004; 120(1):10-12.
14. Saheb H., Ahmed I.I. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol* 2012; 23(2):96-104. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834ff1e7>
15. Jerndal T., Lundstrom M. Trabeculectomy combined with cataract extraction. *Am J Ophthalmol* 1976; 81(2):227-231. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(76\)90736-4](https://doi.org/10.1016/0002-9394(76)90736-4)
16. Иванов Д.И., Никулин М.Е. Трабекулотомия ab interno как гипотензивный компонент в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. *Глаукома* 2011; 3:34-39.
17. Kuebler A.G., Priglinger S., Reznicek L. Micropulse cyclophotocoagulation vs selective laser trabeculoplasty: effects on corneal endothelial cells and intraocular pressure. *J Curr Glaucoma Pract* 2023; 17(1):e1-e5. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10078-1393>
18. Garcia A.P., Liedtke F.S. Phacoemulsification associated with loss of endothelial cells in cataract surgery: a systematic review of main surgical techniques. *MedNEXT J Med Health Sci* 2023; 4(2). <https://doi.org/10.54448/mdnt23215>
19. Лоскутов И.А., Федорова А.И. Факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ при критическом уровне эндотелиальных клеток роговицы. *Офтальмологические ведомости* 2023; 16(3):63-69. <https://doi.org/10.17816/OV567921>
20. Guan H., Mick A., Porco T., Dolan B. Preoperative factors associated with IOP reduction after cataract surgery. *Optom Vis Sci* 2013; 90(2):179-184. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e31827ce224>
21. Поступаева Н.В., Сорокин Е.Л., Пашенцев Я.Е. Алгоритм прогнозирования повышения внутриглазного давления после факоэмульсификации у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. *Национальный журнал глаукома* 2021; 20(4):27-36. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2021-20-4-27-36>
9. Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Rakova A.V., Maksimov I.V. Results of micropulse cyclophotocoagulation in patients with early stages of primary open-angle glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2022; 21(4):22-28. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-4-22-28>
10. Zaarour K., Abdelmassih Y., Arej N., et al. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in uncontrolled glaucoma. *J Glaucoma* 2019; 28(3):270-275. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001174>
11. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., et al. Micropulse versus continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol* 2015; 43(1):40-46. <https://doi.org/10.1111/ceo.12360>
12. Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Rakova A.V. Experience of using micropulse cyclophotocoagulation in patients with early stages of primary open-angle glaucoma. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya* 2022; 22(2):35-39. <https://doi.org/10.55531/2072-2354.2022.22.2.35-39>
13. Libman E.S. Modern positions of clinical and social ophthalmology. *Vestnik oftalmologii* 2004; 120(1):10-12.
14. Saheb H., Ahmed I.I. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol* 2012; 23(2):96-104. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834ff1e7>
15. Jerndal T., Lundstrom M. Trabeculectomy combined with cataract extraction. *Am J Ophthalmol* 1976; 81(2):227-231. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(76\)90736-4](https://doi.org/10.1016/0002-9394(76)90736-4)
16. Ivanov D.I., Nikulin M.E. Trabeculectomy ab interno as a hypotensive component in combined surgery of cataract and glaucoma. *Glaucoma* 2011; 3:34-39.
17. Kuebler A.G., Priglinger S., Reznicek L. Micropulse cyclophotocoagulation vs selective laser trabeculoplasty: effects on corneal endothelial cells and intraocular pressure. *J Curr Glaucoma Pract* 2023; 17(1):e1-e5. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10078-1393>
18. Garcia A.P., Liedtke F.S. Phacoemulsification associated with loss of endothelial cells in cataract surgery: a systematic review of main surgical techniques. *MedNEXT J Med Health Sci* 2023; 4(2). <https://doi.org/10.54448/mdnt23215>
19. Loskutov I.A., Fedorova A.I. Phacoemulsification with IOL implantation in cases with critically low corneal endothelial cell count. *Oftalmologičeskie vedomosti* 2023; 16(3):63-69. <https://doi.org/10.17816/OV567921>
20. Guan H., Mick A., Porco T., Dolan B. Preoperative factors associated with IOP reduction after cataract surgery. *Optom Vis Sci* 2013; 90(2):179-184. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e31827ce224>
21. Postupaeva N.V., Sorokin E.L., Pashentsev Ya.E. Algorithm for predicting intraocular pressure elevation after phacoemulsification in patients with primary open-angle glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2021; 20(4):27-36. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2021-20-4-27-36> (In Russ.)