

Роль хирургических вмешательств и основных клинических факторов в развитии эндотелиальных нарушений роговицы у больных глаукомой

Халдеев С.С., аспирант кафедры офтальмологии и оптометрии ФУВ¹, врач-офтальмолог²;
<https://orcid.org/0009-0004-9321-9067>

Лоскутов И.А., д.м.н., профессор, руководитель отделения офтальмологии¹;
<https://orcid.org/0000-0003-0057-3338>

Андрюхина О.М., к.м.н., старший научный сотрудник отделения офтальмологии¹.
<https://orcid.org/0000-0002-7242-8781>

¹ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», 129110, Российская Федерация, Москва, ул. Щепкина, 61/2;

²ГБУЗ «Детская городская клиническая больница имени З.А. Башляевой Департамента здравоохранения города Москвы», 125373, Москва, ул. Героев Панфиловцев, 28.

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

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Халдеев С.С., Лоскутов И.А., Андрюхина О.М. Роль хирургических вмешательств и основных клинических факторов в развитии эндотелиальных нарушений роговицы у больных глаукомой. *Национальный журнал глаукома.* 2025; 24(2):53-59.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить влияние основных факторов, включая тип хирургического вмешательства, на структурно-функциональное состояние эндотелия роговицы.

МЕТОДЫ. В исследование включены 58 пациентов (61 глаз) с установленным диагнозом ПОУГ, которым были выполнены 3 различных типа хирургических вмешательств: непроникающая глубокая склерэктомия с имплантацией устройства Репер-НН А2 (22 пациента, 23 глаза), имплантация устройства Ex-PRESS (17 пациентов, 18 глаз) и модифицированная синустрабекулэктомия (19 пациентов, 20 глаз). Плотность эндотелиальных клеток оценивалась с помощью микроскопа Tomeu EM-4000 до вмешательства и через месяц после него. Дополнительно учитывали исходное значение ВГД, количество антиглаукомных препаратов до вмешательства и ширину УПК по данным оптической когерентной томографии. Общий срок наблюдения составил один год, включая контрольные осмотры на каждом этапе послеоперационного периода.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Выявлены статистически значимые ($p < 0,05$), но слабые корреляции между плотностью эндотелиальных клеток и изучаемыми параметрами: с исходным уровнем ВГД — слабая отрицательная корреляция ($r = -0,145$), с числом применяемых гипотен-

зивных препаратов — слабая положительная корреляция ($r = 0,0032$), с шириной УПК — слабая положительная корреляция ($r = 0,05$). Во всех исследуемых группах зарегистрировано снижение средней плотности эндотелиальных клеток спустя месяц после операции. Наиболее выраженное снижение наблюдалось у пациентов, перенесших синустрабекулэктомию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Анатомические особенности переднего сегмента глаза, медикаментозный анамнез и тип хирургического вмешательства оказывают влияние на состояние эндотелия роговицы после операции. Хотя отдельные параметры не демонстрируют выраженной связи с плотностью эндотелия, их суммарное воздействие может снизить его жизнеспособность. Полученные данные подчеркивают важность комплексной предоперационной оценки и индивидуального подбора хирургической тактики, особенно при исходно ослабленном эндотелии. При наличии соответствующих показаний предпочтение может быть отдано менее инвазивным вмешательствам для минимизации риска декомпенсации эндотелия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: открытоугольная глаукома, хирургическое лечение глаукомы, эндотелиальные клетки, дренажные устройства.

Для контактов:

Лоскутов Игорь Анатольевич, e-mail: loskoutigor@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

The role of surgical interventions and major clinical factors in the development of corneal endothelial disorders in patients with glaucoma

KHALDEEV S.S., postgraduate student at the Academic Department of Ophthalmology and Optometry of the Faculty of Continuing Medical Education¹, ophthalmologist²; <https://orcid.org/0009-0004-9321-9067>

LOSKUTOV I.A., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Ophthalmology¹; <https://orcid.org/0000-0003-0057-3338>

ANDRYUKHINA O.M., Cand. Sci. (Med.), senior researcher at the Department of Ophthalmology¹. <https://orcid.org/0000-0002-7242-8781>

¹Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), 61/2 Shchepkina St., Moscow, Russian Federation, 129110;

²Children's City Clinical Hospital named after Z.A. Bashlyaeva of Moscow City Health Department, 28 Geroev Panfilovtsev St., Moscow, Russian Federation, 125373.

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

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Khaldeev S.S., Loskutov I.A., Andryukhina O.M. The role of surgical interventions and major clinical factors in the development of corneal endothelial disorders in patients with glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2025; 24(2):53-59.

Abstract

PURPOSE. To assess the influence of major factors, including the type of surgical intervention, on the structural and functional state of the corneal endothelium.

METHODS. The study included 58 patients (61 eyes) diagnosed with primary open-angle glaucoma (POAG) who underwent three different types of surgical interventions: non-penetrating deep sclerectomy with implantation of the Reper-NN A2 device (22 patients, 23 eyes), implantation of the Ex-PRESS device (17 patients, 18 eyes), and modified sinus trabeculectomy (19 patients, 20 eyes). Endothelial cell density was assessed using the Tomey EM-4000 microscope before surgery and one month postoperatively. Additionally, the following parameters were considered: baseline intraocular pressure (IOP), the number of antiglaucoma drugs used before the surgery, and anterior chamber angle width as assessed with optical coherence tomography. The total follow-up period was one year, it included control examinations at each stage of the postoperative period.

RESULTS. Statistically significant ($p < 0.05$) but weak correlations were found between endothelial cell density and the studied parameters: a weak negative correlation

with baseline IOP ($r = -0.145$), a weak positive correlation with the number of antiglaucoma medications ($r = 0.0032$), and a weak positive correlation with anterior chamber angle width ($r = 0.05$). A decrease in mean endothelial cell density was recorded in all studied groups one month after surgery. The most pronounced decrease was observed in patients who underwent sinus trabeculectomy.

CONCLUSION. Anatomical features of the anterior segment of the eye, drug history and the type of surgical intervention influence the postoperative state of the corneal endothelium. Although individual parameters do not demonstrate a significant relationship with changes in endothelial density, their combined effect may impair endothelial viability. These findings emphasize the importance of comprehensive preoperative assessment and individualized selection of surgical tactics, particularly in patients with initially compromised endothelium. When indicated, preference may be given to less invasive interventions to minimize the risk of endothelial decompensation.

KEYWORDS: open-angle glaucoma, surgical treatment of glaucoma, endothelial cells, drainage devices

Роговица, являющаяся частью фиброзной оболочки глаза, обеспечивает защитную и опорную функции. Её структурные изменения чаще всего связаны с нарушением организации протеогликанов, волокон коллагена и эластина, которые формируют строму роговицы. Основной причиной этих трансформаций является возраст, но некоторые заболевания, такие как глаукома, могут оказывать дополнительное воздействие на склеру и роговицу [1, 2].

Прозрачность роговицы обусловлена рядом взаимосвязанных факторов, таких как гладкость и аваскулярность её поверхности, и регулярностью взаимного расположения экстрацеллюлярных и клеточных компонентов [3]. В эндотелии роговицы ключевое значение имеют гексагональные эндотелиальные клетки, основной функцией которых является регуляция степени гидратации роговицы и, как следствие, обеспечение её прозрачности [4]. Высокая метаболическая активность этих клеток обусловлена наличием значительного числа митохондрий, играющих ведущую роль в процессе активного транспорта жидкости. Кроме того, эндотелиальные клетки характеризуются выраженным развитием апикальных межклеточных соединений, участвующих в поддержании структурной целостности и барьерной функции эндотелия [5]. Изменения в данных структурах могут приводить к выраженным изменениям силы преломления роговицы [2].

По данным ряда зарубежных исследований, эндотелий роговицы, подобно остальным структурам глазного яблока, подвержен морфологическим и функциональным изменениям на фоне развивающейся глаукомы [6, 7].

Анализ данных иностранной литературы позволил выделить несколько основных причин, приводящих к патологическим перестройкам эндотелия при глаукоме. Первой из них является повышение уровня внутриглазного давления (ВГД). Cho et al. отметили снижение плотности эндотелиальных клеток на 13% у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ), которым не проводили гипотензивную терапию [8]. Во-вторых, причиной изменений эндотелия роговицы, согласно ряду исследований, может являться медикаментозная терапия глаукомы, так как эти препараты могут вызывать молекулярные изменения внутриглазной жидкости. Большинство гипотензивных препаратов вызывают повышение содержания кальция, что наблюдали в экспериментальных исследованиях [9]. Кальций оказывает влияние на апикальные межклеточные соединения, что приводит к нарушению функции эндотелия и последующему отеку роговицы [9]. Wu et al. выявили, что применение дозозоламида, бетаксолола, бримонидина, латанопроста приводило к выделению лактатдегидрогеназы — маркера разрушения клеток [10]. В-третьих,

причиной изменений в эндотелии роговицы является ширина угла передней камеры (УПК). В исследовании Sihota et al. у пациентов с острым приступом закрытоугольной глаукомы плотность эндотелиальных клеток была на 11,6% ниже по сравнению с группой хронической закрытоугольной глаукомы и на 35,1% в сравнении со здоровыми глазами контрольной группы [11].

Изменения эндотелиального слоя роговицы могут возникать при большинстве хирургических вмешательств, выполняемых на переднем сегменте глаза. В частности, в литературе представлены данные, свидетельствующие о том, что процедура факоэмульсификации способна оказывать значимое воздействие на эндотелиальные клетки роговицы, приводя к их перестроению [12–14]. Также отмечено, что хирургические манипуляции, осуществляемые на заднем сегменте глаза, включая интравитреальные инъекции антиангиогенных препаратов, способны вызывать повышение ВГД [15], что, предположительно, может негативно влиять на структурно-функциональное состояние роговицы.

Цель исследования — оценить влияние основных факторов, включая тип хирургического вмешательства, на структурно-функциональное состояние эндотелия роговицы.

Материалы и методы

Настоящее исследование было выполнено на базе Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского». В исследование было включено 58 пациентов (61 глаз) с установленным диагнозом ПОУГ различных стадий. Оценку состояния эндотелия роговицы проводили при помощи эндотелиального микроскопа модели Tomey EM-4000.

Пациенты были разделены на три отдельные группы. Первая группа включала пациентов, которым была выполнена непроникающая глубокая склерэктомия с одновременной имплантацией антиглаукомного устройства Репер-НН А2. В эту группу вошли 22 пациента (23 глаза), среди которых были 16 мужчин и 6 женщин.

Вторая группа включала пациентов, которым в процессе хирургического лечения глаукомы была выполнена имплантация дренажного устройства Ex-PRESS. В данную группу вошли 17 пациентов (18 глаз), среди которых было 9 мужчин и 8 женщин.

Третью группу составили пациенты, у которых была проведена модифицированная синустрабекулэктомия. В эту группу вошли 19 пациентов (20 глаз), из которых 11 были мужчинами и 8 — женщинами. Средний возраст всех участников исследования составил 68,8 года с диапазоном значений от 53 до 85 лет.

Таблица. Сравнительная плотность эндотелиальных клеток по группам.
Table. Comparative endothelial cell density across study groups.

Группы Groups	Число применяемых топических препаратов Number of topical drugs used	Средняя ширина УПК, градусы ¹ Mean ACA width, deg ¹	Плотность эндотелиальных клеток, кл/мм ² Endothelial cell density, cells/mm ²	
			Исходная ¹ Baseline ¹	Через 1 месяц после операции ¹ One month post-op ¹
1 группа Group 1	2,5 (1-4)	27,1±12,0 11,0-44,0	2233,6±110,3 2048,0-2442,0	1967,1±141,1 1658,0-2156,0
2 группа Group 2	2,68 (1-4)	30,2±10,5 15,0-45,0	2286,3±150,8 1946,0-2548,0	2206,7±169,2 1779,0-2458,0
3 группа Group 3	2,15 (1-4)	28,7±11,8 11,0-45,0	2246,3±130,1 2009,0-2465,0	2104,5±126,5 1879,0-2320,0

¹M±σ; минимальное значение – максимальное значение

¹M±σ; minimum value – maximum value

Критериями включения были: возраст от 18 до 80 лет, установленный диагноз ПОУГ, оперированная открытоугольная глаукома, наличие информированного согласия на участие в исследовании. Критерием невключения в исследование были все виды вторичных глауком.

Всем включенным в исследование пациентам было выполнено детальное офтальмологическое обследование. Диагностический комплекс включал проведение визометрии, тонометрии, оптической когерентной томографии (ОКТ) переднего и заднего сегментов глаза, а также оценку плотности эндотелиальных клеток роговицы (до операции и спустя месяц после её проведения). Общий срок наблюдения составил один год, в течение которого пациенты прошли шесть обязательных контрольных осмотров, назначенных через 2 недели, 1, 2, 3, 6 и 12 месяцев после хирургического вмешательства.

Статистическая обработка и анализ полученных данных были проведены с применением программных пакетов Microsoft Excel и IBM SPSS Statistics 26. Уровень значимости был принят равным $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Рассчитанный коэффициент корреляции Пирсона между исходным уровнем ВГД и плотностью эндотелиальных клеток (таблица) составил -0,145, что свидетельствует о наличии слабой отрицательной взаимосвязи между указанными показателями. Данное наблюдение позволяет заключить, что исходный уровень ВГД не является единственным фактором, влияющим на состояние эндотелия роговицы до хирургического лечения.

Коэффициент корреляции Пирсона между числом принимаемых гипотензивных препаратов и состоянием роговицы составил 0,0032, что демонстрирует наличие слабой положительной взаимосвязи между указанными показателями и подтверждает предположение о том, что данный фактор также не является единственным, влияющим на состояние эндотелиального слоя роговицы.

Коэффициент корреляции Пирсона между шириной УПК и плотностью эндотелиальных клеток составил 0,05, что свидетельствует о слабой положительной взаимосвязи между исследуемыми параметрами.

Таким образом, можно предположить, что перечисленные выше факторы в совокупности способны оказывать влияние на состояние эндотелиального слоя роговицы, что в итоге может привести к снижению плотности эндотелиальных клеток и ухудшению их функционального состояния.

По результатам проведённого наблюдения была дана комплексная оценка воздействия ряда параметров, влияющих на состояние эндотелия роговицы. Были проанализированы такие параметры, как количество применяемых пациентом гипотензивных препаратов, ширина УПК по данным ОКТ, стадия глаукомного процесса и также исходный уровень ВГД. Это, в свою очередь, подтверждает необходимость тщательного и детального обследования пациентов с глаукомой перед выбором того или иного вида лечебного воздействия.

Согласно результатам исследования, проведённого на базе ГБУЗ МО МОНИКИ имени М.Ф. Владимирского, и ряду других работ, длительное использование гипотензивной терапии ассоциируется

со снижением плотности эндотелиальных клеток роговицы, что может быть обусловлено изменениями биохимического состава водянистой влаги [9–10, 16, 17].

Важным фактором, влияющим на роговицу, является ширина УПК, что важно учитывать при планировании хирургического вмешательства, так как его малая ширина может сказываться на состоянии эндотелия, а также осложнить ход операции и течение послеоперационного периода [18].

Согласно ряду исследований, хирургическое лечение глаукомы зачастую сопровождается снижением плотности эндотелиальных клеток [19]. Имеются данные о том, что использование различных дренажных систем может приводить к постепенной утрате эндотелиальных клеток [20–30]. Дополнительным негативным фактором, влияющим на эндотелий при выполнении синустрабекулэктомии и других проникающих хирургических вмешательств, является уменьшение глубины передней камеры вплоть до её полного исчезновения на определенных этапах операции [18]. Однако непроникающие хирургические вмешательства также могут оказывать влияние на состояние роговицы, что связано с непосредственной близостью зоны вмешательства и роговицы.

Особо важным фактором, подлежащим обязательному учёту при планировании хирургического лечения глаукомы, является наличие в анамнезе пациента предшествующих оперативных вмешательств на глазах [12–14]. Анализируя результаты настоящего исследования о влиянии исходного уровня ВГД на состояние роговицы, а также данные других исследований о возможном повышении ВГД вследствие интравитреального введения антиангиогенных препаратов, можно предположить, что фактор офтальмотонуса способен оказывать дополнительное негативное воздействие на состояние эндотелия [15]. Все перечисленные факторы должны

быть тщательно проанализированы перед хирургическим вмешательством, так как отдельные методы оперативного лечения могут привести к выраженной декомпенсации эндотелия роговицы в послеоперационном периоде, что в дальнейшем может потребовать пересадки десцеметовой оболочки [31].

Заключение

Современные диагностические методики, широко распространённые и доступные большинству специалистов-офтальмологов, значительно упрощают процесс принятия решений относительно тактики консервативного и хирургического лечения глаукомы. Возможность учитывать такой диагностический параметр, как исходная плотность эндотелиальных клеток роговицы, оказывает положительное влияние на прогноз заболевания и способствует улучшению качества жизни пациента.

Анализ данных настоящего исследования существенно расширил понимание причин изменений состояния роговичного эндотелия после различных способов антиглаукомных вмешательств. Целесообразна необходимость глубокого и всестороннего обследования пациентов в предоперационном периоде с целью выбора оптимального лечебного подхода. В частности, для некоторых категорий пациентов предпочтительным может быть первичное применение хирургических вмешательств непроникающего типа вместо более травматичных методов, сопровождающихся проникновением в переднюю камеру глаза.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Лоскутов И.А.

Сбор и обработка материала: Халдеев С.С.

Статистическая обработка: Халдеев С.С.

Написание статьи: Халдеев С.С., Лоскутов И.А.

Редактирование: Андрихина О.М., Лоскутов И.А.

Литература

- Петров С.Ю., Антонов А.А., Новиков И.А., Решичкова В.С., Пахомова Н.А. Возрастные изменения структуры и биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза (обзор зарубежной литературы). Сообщение 1. Структурные изменения. *Национальный журнал глаукома* 2015; 14(3):80-86.
- Петров С.Ю., Антонов А.А., Новиков И.А., Решичкова В.С., Пахомова Н.А. Возрастные изменения структуры и биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза (обзор зарубежной литературы). Сообщение 2. Биомеханические изменения. *Национальный журнал глаукома*. 2015; 14(4):88-100.
- Olsen T. On the calculation of power from curvature of the cornea. *Brit J Ophthalmol* 1986; 70(2):152-154. <https://doi.org/10.1136/bjo.70.2.152>
- Edelhauser HF. The balance between corneal transparency and edema: the Proctor Lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47(5):1754-1767. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1139>.
- Zavala J., Ló Pez Jaime G., Barrientos C. R., Valdez-García J. Corneal endothelium: developmental strategies for regeneration. *Eye* 2013; 27:579-588. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.15>.

References

- Petrov S.Yu., Antonov A.A., Novikov I.A., Reshchikova V.S., Pahomova N.A. Age-related changes in the structural and biomechanical properties of the fibrous membrane of the eye (review of foreign literature). Report 1. Structural changes. *National Journal glaucoma* 2015; 14(3):80-86.
- Petrov S.Yu., Antonov A.A., Novikov I.A., Reshchikova V.S., Pahomova N.A. Age-related changes in the structural and biomechanical properties of the fibrous membrane of the eye (review of foreign literature). Report 2. Biomechanical changes. *National Journal glaucoma* 2015; 14(4):88-100.
- Olsen T. On the calculation of power from curvature of the cornea. *Brit J Ophthalmol* 1986; 70(2):152-154. <https://doi.org/10.1136/bjo.70.2.152>
- Edelhauser HF. The balance between corneal transparency and edema: the Proctor Lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47(5):1754-1767. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-1139>.
- Zavala J., Ló Pez Jaime G., Barrientos C. R., Valdez-García J. Corneal endothelium: developmental strategies for regeneration. *Eye* 2013; 27:579-588. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.15>.

6. Петров С.А., Тезелашвили Т.Н., Рухлова С.А., Клиндюк Т.С. Дистрофические изменения роговицы при первичной открытоугольной глаукоме. Сборник научных трудов научно-практической конференции по офтальмохирургии с международным участием. Уфа: 2011; 194-197.
7. Koo EB, Hou J, Han Y, Keenan JD, Stamper RL, Jeng BH. Effect of glaucoma tube shunt parameters on cornea endothelial cells in patients with Ahmed valve implants. *Cornea* 2015; 34(1):37-41. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000301>.
8. Cho SW, Kim JM, Choi CY, Park KH: Changes in corneal endothelial cell density in patients with normal-tension glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2009; 53:569-573. <https://doi.org/10.1007/s10384-009-0740-1>.
9. Wu KY, Hong SJ, Wang HZ: Effects of antiglaucoma drugs on calcium mobility in cultured corneal endothelial cells. *Kaohsiung J Med Sci* 2006; 22:60-67. [https://doi.org/10.1016/S1607-551X\(09\)70222-0](https://doi.org/10.1016/S1607-551X(09)70222-0).
10. Wu KY, Wang HZ, Hong SJ: Cellular cytotoxicity of antiglaucoma drugs in cultured corneal endothelial cells. *Kaohsiung J Med Sci* 2007; 23:105-111. [https://doi.org/10.1016/S1607-551X\(09\)70384-5](https://doi.org/10.1016/S1607-551X(09)70384-5).
11. Sihota R, Lakshmaiah NC, Titiyal JS, et al. Corneal endothelial status in the subtypes of primary angle closure glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2003; 31:492-495. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9071.2003.00710.x>.
12. Федорова А.И., Лоскутов И.А. Выживаемость эндотелиальных клеток роговицы после хирургии катаракты на фоне глаукомы. Обзор литературы. *Клиническая практика* 2024; 15(3):75-81. <https://doi.org/10.17816/clinpract626539>
13. Anders LM, Gatziofous Z, Grieshaber MC. Challenges in the complex management of post-keratoplasty glaucoma. *Ther Adv Ophthalmol* 2021; 13:25158414211031397. <https://doi.org/10.1177/25158414211031397>.
14. Антонов А.А., Хдери Х., Берсункаев М.К., Патеюк Л.С. Влияние фактоэмulsификации возрастной катаракты на уровень офтальмотонуса и параметры иридокорнеального угла при первичной открытоугольной глаукоме. *Вестник офтальмологии* 2023; 139(6):60-68. <https://doi.org/10.17116/oftalma202313906160>
15. Еричев В.П., Тарасенков А.О., Андреева Ю.С. Офтальмогипертензия вследствие интравитреальных инъекций. *Вестник офтальмологии* 2022; 138(5.2):234-239. <https://doi.org/10.17116/oftalma2022138052234>
16. Güneş İB, Öztürk H, Özen B. Do topical antiglaucoma drugs affect the cornea? *European Journal of Ophthalmology* 2022; 32(2):1030-1036. <https://doi.org/10.1177/11206721211016981>
17. Kandarakis, S.A., Togka, K.A., Doumazos, L. et al. The Multifarious Effects of Various Glaucoma Pharmacotherapy on Corneal Endothelium: A Narrative Review. *Ophthalmol Ther* 2023; 12(3):1457-1478. <https://doi.org/10.1007/s40123-023-00699-9>
18. Smith D., Gregory L., Kim A., David C. The Effect of Glaucoma Filtering Surgery on Corneal Endothelial Cell Density. 1991.
19. Ho J.W., Afshari N.A. Advances in cataract surgery: preserving the corneal endothelium. *Current Opinion in Ophthalmology* 2015; 26(1): 22-27. <https://doi.org/10.1097/icu.0000000000000121>
20. Глаукома первичная открытоугольная. Клинические рекомендации. 2024 г. Минздрав России. https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/96_2
21. Бикбов М.М., Хуснитдинов И.И. Анализ гипотензивного эффекта дренажного устройства Ex-Press при рефрактерной глаукоме. *Офтальмология* 2017; 14(2):141-146. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2017-2-141-146>
22. Fea A.M., Belda J.I., Rękas M., Jünemann A., Chang L. Prospective unmasked randomized evaluation of the iStent inject versus two ocular hypotensive agents in patients with primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2014; 8:875-882. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S59932>.
23. Bikbov M.M., Khusnitdinov I.I. The results of the use of Ahmed valve in refractory glaucoma surgery. *Journal of Current Glaucoma Practice* 2015; 9(3):86-91. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10008-1191>.
6. Petrov S.A., Tezeshvili T.N., Rukhlova S.A., Klindiyuk T.S. Dystrophic changes in the cornea in primary open-angle glaucoma. Collection of scientific papers of the scientific and practical conference on ophthalmic surgery with international participation. Ufa, 2011, pp. 194-197.
7. Koo EB, Hou J, Han Y, Keenan JD, Stamper RL, Jeng BH. Effect of glaucoma tube shunt parameters on cornea endothelial cells in patients with Ahmed valve implants. *Cornea* 2015; 34(1):37-41. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000301>.
8. Cho SW, Kim JM, Choi CY, Park KH: Changes in corneal endothelial cell density in patients with normal-tension glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2009; 53:569-573. <https://doi.org/10.1007/s10384-009-0740-1>.
9. Wu KY, Hong SJ, Wang HZ: Effects of antiglaucoma drugs on calcium mobility in cultured corneal endothelial cells. *Kaohsiung J Med Sci* 2006; 22:60-67. [https://doi.org/10.1016/S1607-551X\(09\)70222-0](https://doi.org/10.1016/S1607-551X(09)70222-0).
10. Wu KY, Wang HZ, Hong SJ: Cellular cytotoxicity of antiglaucoma drugs in cultured corneal endothelial cells. *Kaohsiung J Med Sci* 2007; 23:105-111. [https://doi.org/10.1016/S1607-551X\(09\)70384-5](https://doi.org/10.1016/S1607-551X(09)70384-5).
11. Sihota R, Lakshmaiah NC, Titiyal JS, et al. Corneal endothelial status in the subtypes of primary angle closure glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2003; 31:492-495. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9071.2003.00710.x>.
12. Fedorova AI, Loskutov IA. Survival rate of corneal endothelial cells after cataract surgery with a background of glaucoma. *Journal of Clinical Practice*. 2024; 15(3):75-81. <https://doi.org/10.17816/clinpract626539>
13. Anders LM, Gatziofous Z, Grieshaber MC. Challenges in the complex management of post-keratoplasty glaucoma. *Ther Adv Ophthalmol* 2021; 13:25158414211031397. <https://doi.org/10.1177/25158414211031397>.
14. Antonov AA, Khderi Kh, Bersunkayev MK, Pateyuk LS. The effect of phacoemulsification of age-related cataract on intraocular pressure and iridocorneal angle parameters in primary open-angle glaucoma. *Russian Annals of Ophthalmology* 2023; 139(6):60-68. <https://doi.org/10.17116/oftalma202313906160>
15. Eriчев VP, Tarasenkov AO, Andreeva YuS. Ocular hypertension after intravitreal injections. *Russian Annals of Ophthalmology* 2022; 138(5.2):234-239. <https://doi.org/10.17116/oftalma2022138052234>
16. Güneş İB, Öztürk H, Özen B. Do topical antiglaucoma drugs affect the cornea? *European Journal of Ophthalmology* 2022; 32(2):1030-1036. <https://doi.org/10.1177/11206721211016981>
17. Kandarakis, S.A., Togka, K.A., Doumazos, L. et al. The Multifarious Effects of Various Glaucoma Pharmacotherapy on Corneal Endothelium: A Narrative Review. *Ophthalmol Ther* 2023; 12(3):1457-1478. <https://doi.org/10.1007/s40123-023-00699-9>
18. Smith D., Gregory L., Kim A., David C. The Effect of Glaucoma Filtering Surgery on Corneal Endothelial Cell Density. 1991.
19. Ho J.W., Afshari N.A. Advances in cataract surgery: preserving the corneal endothelium. *Current Opinion in Ophthalmology* 2015; 26(1): 22-27. <https://doi.org/10.1097/icu.0000000000000121>
20. Primary open-angle glaucoma. Clinical guidelines. 2024. Ministry of Health of the Russian Federation. https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/96_2
21. Bikbov M.M., Khusnitdinov I.I. analysis of hypotensive effect of express drainage device for refractory glaucoma. *Ophthalmology in Russia* 2017; 14(2):141-146. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2017-2-141-146>
22. Fea A.M., Belda J.I., Rękas M., Jünemann A., Chang L. Prospective unmasked randomized evaluation of the iStent inject versus two ocular hypotensive agents in patients with primary open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2014; 8:875-882. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S59932>.
23. Bikbov M.M., Khusnitdinov I.I. The results of the use of Ahmed valve in refractory glaucoma surgery. *Journal of Current Glaucoma Practice* 2015; 9(3):86-91. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10008-1191>.

24. Soro-Martínez MI, Villegas-Pérez MP, Sobrado-Calvo P, Ruiz-Gómez JM, Miralles de Imperial Mora-Figueroa J. Corneal endothelial cell loss after trabeculectomy or after phacoemulsification, IOL implantation and trabeculectomy in 1 or 2 steps. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010; 248(2):249-256. <https://doi.org/10.1007/s00417-009-1185-4>.
25. Джумова М.Ф., Марченко Л.Н., Джумова А.А. Отдаленные результаты имплантации дренажа Ex-Press. *Новости глаукомы* 2015; 1(33).
26. Arnavielle S, Lafontaine PO, Bidot S et al. Corneal endothelial cell changes after trabeculectomy and deep sclerectomy. *J Glaucoma* 2007; 16:324-328. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3180391a04>.
27. Storr-Paulsen T, Norregaard JC, Ahmed S, Storr-Paulsen A. Corneal endothelial cell loss after mitomycin C-augmented trabeculectomy. *J Glaucoma* 2008; 17(8):654-657. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181659e56>.
28. Tojo N, Hayashi A, Miyakoshi A. Corneal decompensation following filtering surgery with the Ex-PRESS (®) mini glaucoma shunt device. *Clin Ophthalmol* 2015; 9:499-502. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S81050>.
29. Чеглаков В.Ю., Иванова Е.С. Микроинвазивная непроникающая глубокая склерэктомия с имплантацией пленчатого дренажа у пациентов с открытоугольной оперированной глаукомой. Сб. тез. IX Всерос. научн.-практ. конф. «Федоровские чтения-2011». М: 2011. 357-357.
30. Kim C.S., Yim J.H., Lee E.K., Lee N.H. Changes in corneal endothelial cell density and morphology after Ahmed glaucoma valve implantation during the first year of follow up. *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2008; 36(2):142-147. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2008.01683.x>.
31. Boutin T, Sorkin N, Einar-Lifshitz A, Mednick Z, Mimouni M, Cohen E, Trinh T, Santaella G, Buys YM, Trope G, Chan CC, Rootman DS. Descemet membrane endothelial keratoplasty in patients with prior glaucoma surgery. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(4):2121-2126. <https://doi.org/10.1177/1120672120936178>.
24. Soro-Martínez MI, Villegas-Pérez MP, Sobrado-Calvo P, Ruiz-Gómez JM, Miralles de Imperial Mora-Figueroa J. Corneal endothelial cell loss after trabeculectomy or after phacoemulsification, IOL implantation and trabeculectomy in 1 or 2 steps. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2010; 248(2):249-256. <https://doi.org/10.1007/s00417-009-1185-4>.
25. Djumova M. F., Marchenko L. N., Djumova A. A. Remote results of Ex-Press drainage implantation. *Glaucoma News* 2015; 1(33).
26. Arnavielle S, Lafontaine PO, Bidot S et al. Corneal endothelial cell changes after trabeculectomy and deep sclerectomy. *J Glaucoma* 2007; 16:324-328. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3180391a04>.
27. Storr-Paulsen T, Norregaard JC, Ahmed S, Storr-Paulsen A. Corneal endothelial cell loss after mitomycin C-augmented trabeculectomy. *J Glaucoma* 2008; 17(8):654-657. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181659e56>.
28. Tojo N, Hayashi A, Miyakoshi A. Corneal decompensation following filtering surgery with the Ex-PRESS (®) mini glaucoma shunt device. *Clin Ophthalmol* 2015; 9:499-502. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S81050>.
29. Cheglakov V.Yu., Ivanova E.S. Microinvasive non-penetrating deep sclerectomy with implantation of film drainage in patients with open-angle operated glaucoma. Collection. abstract IX All-Russian scientific conf. "Fyodorov Readings-2011". Moscow, 2011. 357-357.
30. Kim C.S., Yim J.H., Lee E.K., Lee N.H. Changes in corneal endothelial cell density and morphology after Ahmed glaucoma valve implantation during the first year of follow up. *Clinical and Experimental Ophthalmology* 2008; 36(2):142-147. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2008.01683.x>.
31. Boutin T, Sorkin N, Einar-Lifshitz A, Mednick Z, Mimouni M, Cohen E, Trinh T, Santaella G, Buys YM, Trope G, Chan CC, Rootman DS. Descemet membrane endothelial keratoplasty in patients with prior glaucoma surgery. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(4):2121-2126. <https://doi.org/10.1177/1120672120936178>.



Уважаемые читатели!

Вы можете оформить подписку на журнал
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА»
 по каталогу АО «Почта России»
 подписной индекс **ПП605**
 и через агентство «Урал-Пресс»
 подписной индекс **37353**
 в любом отделении связи.