

Инновационные технологии при комбинированной хирургии глаукомы и осложненной катаракты

ЯШИНА В.Н., врач-офтальмолог, аспирант отдела хирургии глаукомы;

СОКОЛОВСКАЯ Т.В., к.м.н., ведущий научный сотрудник отдела хирургии глаукомы.

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 127486, Российская Федерация, Москва, Бескудниковский бульвар, 59А.

Конфликт интересов: отсутствует. Эта статья ранее не была опубликована, а также не представлена для рассмотрения и публикации в другом журнале.

Для цитирования: Яшина В.Н., Соколовская Т.В. Инновационные технологии при комбинированной хирургии глаукомы и осложненной катаракты. *Национальный журнал глаукома*. 2019; 18(1):73-84.

Резюме

В обзоре рассмотрены возможные варианты тактики лечения пациентов с открытоугольной глаукомой и осложненной катарактой. При субкомпенсации внутриглазного давления (ВГД) и значительном снижении зрительных функций показано комбинированное лечение, т. к. оно позволяет добиться более выраженного гипотензивного эффекта, в отличие от операции факоэмульсификации катаракты. Преимуществом одномоментного вмешательства является оптимизация экономических, социальных, психологических аспектов, сокращение периода реабилитации пациента. Методики минимально инвазивной хирургии глаукомы — MIGS (minimally invasive glaucoma surgery) в последние годы становятся наиболее актуальными и распространенными. Безопасность и техническая простота методик MIGS, а также успешность при комбинации с факоэмульсификацией обеспечили широкое распространение данных вмешательств. Согласно ряду научных исследований, выполнение MIGS-технологий одномоментно с факоэмульсификацией

катаракты способствует достижению оптимальных результатов. В обзоре рассмотрены основные группы методик MIGS, представлены результаты клинических исследований, посвященных изучению их эффективности. Приведены сравнительные данные о гипотензивном эффекте MIGS-технологий, проведенных изолированно, а также в сочетании с факоэмульсификацией катаракты. Большой интерес вызывают современные малоинвазивные методики лазерного лечения в комбинированном лечении больных первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) и катарактой. Данные операции оказывают минимальное повреждающее действие на трабекулярную ткань и обладают патогенетической направленностью. Разработка микроинвазивных комбинированных способов лечения ПОУГ и осложненной катаракты остается актуальным и перспективным направлением.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: открытоугольная глаукома, осложненная катаракта, комбинированное лечение, факоэмульсификация, MIGS, лазерное лечение глаукомы.

ENGLISH

Innovative technologies in combined surgery of glaucoma and complicated cataract

YASHINA V.N., M.D., Postgraduate;

SOKOLOVSKAYA T.V., Ph.D., Leading Research Associate of Glaucoma Surgery Department.

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 59A, Beskudnikovsky Blvd., Moscow, Russian Federation, 127486.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Yashina V.N., Sokolovskaya T.V. Innovative technologies in combined surgery of glaucoma and complicated cataract. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2019; 18(1):73-84.

Для контактов:

Яшина Валерия Николаевна, e-mail: varlusha92@mail.ru

Abstract

The review considers possible treatment tactics for patients with open-angle glaucoma and coexisting cataract. Combined treatment is recommended in the case of subcompensation of intraocular pressure (IOP) and a significant decrease in visual functions, because it allows achieving a more pronounced hypotensive effect, versus the phacoemulsification alone. The advantage of one-step intervention lies in the optimization of economic, social, psychological aspects, and shortening the patient's period of rehabilitation. In recent years, the methods of minimally invasive glaucoma surgery (MIGS) have become most relevant and common. The safety and technical simplicity of MIGS procedures, as well as their success in combination with phacoemulsification, ensured a widespread dissemination of these interventions. According to a number of scientific studies, the implementation of MIGS-technologies

simultaneously with phacoemulsification contributes to the achievement of optimal results. The review considers the main groups of MIGS methods, presents the results of clinical studies devoted to their effectiveness. It presents the data on the efficacy of combined MIGS technologies with phacoemulsification and MIGS methods alone.

There is a great interest in studying modern microinvasive methods of laser treatment in the combined treatment of patients with POAG and cataract. These operations have a minimal damaging effect on the trabecular tissue and have a pathogenetic orientation. The development of microinvasive-combined methods of treatment of POAG and complicated cataract remains an actual and promising direction.

KEYWORDS: open-angle glaucoma, complicated cataract, combined treatment, phacoemulsification, MIGS, laser treatment of glaucoma.

Сочетание глаукомы и осложненной катаракты представляет собой широко распространенную патологию, приводящую к снижению зрения и слепоте. Вопрос выбора рационального метода лечения все еще открыт для обсуждения. При определении тактики лечения необходимо учитывать как состояние поля зрения, стадию глаукомы, так и остроту зрения. В настоящее время применяют следующие варианты лечения: (1) только катарактальная хирургия, (2) последовательная хирургия глаукомы и экстракция катаракты, и (3) комбинированная хирургия. Проведение только факэмульсификации катаракты (ФЭК) целесообразно рекомендовать пациентам с I и II стадиями глаукомы, у которых глаукомный процесс удается контролировать с помощью гипотензивных средств [1]. В случаях сочетания осложненной катаракты с далеко зашедшей (III) стадией глаукомы, при наличии рефрактерной глаукомы, когда пациенту для нормализации внутриглазного давления (ВГД) требуются 3 вида гипотензивных препаратов или более, факэмульсификация может быть отложена и первым этапом проводится антиглаукомное вмешательство. В этой ситуации следует учитывать катарактогенный эффект антиглаукомной операции. Более того, экстракция катаракты, выполняемая после хирургического антиглаукомного вмешательства, может привести к снижению фильтрации водянистой влаги через созданные пути оттока [1, 2].

При значительном снижении зрительных функций и субкомпенсации ВГД показано комбинированное лечение, поскольку оно позволяет добиться более выраженного гипотензивного эффекта, в отличие от операции ФЭК. Также преимуществом одномоментного вмешательства является оптимизация экономических, социальных, психологических аспектов, уменьшение количества дней пребывания пациента в стационаре [1, 2].

В литературе широко представлены результаты клинической эффективности одномоментного про-

ведения ФЭК с различными хирургическими антиглаукомными вмешательствами непроникающего и фистулизирующего типа [3-7].

В последние годы наиболее актуальными и широко распространенными становятся методики минимально инвазивной хирургии глаукомы — MIGS (minimally invasive glaucoma surgery) [8, 9].

Считается, что при первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ) структурами с наибольшим сопротивлением оттоку водянистой влаги являются трабекулярная сеть (ТС) и внутренняя стенка шлеммова канала. Усиление оттока внутриглазной жидкости через ТС приводит к снижению ВГД. MIGS направлены на снижение сопротивления оттоку на уровне трабекулы и шлеммова канала.

Безопасность и техническая простота методик MIGS, а также успешность при комбинации с факэмульсификацией обеспечили широкое распространение данных вмешательств. Согласно ряду научных исследований, выполнение MIGS-технологий одномоментно с ФЭК способствует достижению оптимальных результатов [8,10-13].

В ходе операции ФЭК обеспечивается безопасный доступ к структурам угла передней камеры (УПК), что может рассматриваться как базовая основа для выполнения методик MIGS [8]. Значительное усиление получаемого гипотензивного эффекта при выполнении MIGS-процедуры в ходе факэмульсификации обусловлено снижением сопротивления оттоку камерной влаги на уровне трабекулы [8, 10, 11]. Тем не менее суммарный гипотензивный эффект одномоментного выполнения факэмульсификации с методиками MIGS уступает гипотензивному эффекту фистулизирующих операций [8].

MIGS-технологии не подразумевают создания интрасклерального пространства, следовательно, при выполнении вмешательств такого рода отсутствует ряд осложнений: кистозная фильтрационная подушка, наружная фильтрация и рубцевание [8].

Также несомненным преимуществом MIGS-технологий являются минимальное число осложнений и минимальное влияние на течение послеоперационного периода и функциональные результаты факоэмульсификации [8, 10, 11].

MIGS-методики в зависимости от типа доступа подразделяются на выполняемые *ab interno* и *ab externo*. К операциям, предусматривающим доступ *ab externo*, относятся каналоластика и имплантация каналорасширителя Stegmann [11, 14].

Хирургия шлеммова канала *ab interno* включает 4 новых хирургических подхода: (1) удаление трабекулярной сети (ТС) и внутренней стенки шлеммова канала с помощью внутреннего доступа (*ab interno trabeculotomy*); (2) имплантация микро-стента для обхода ТС; (3) нарушение целостности ТС и внутренней стенки шлеммова канала через внутренний доступ — трабекулотомия (*ab interno trabeculotomy*) и (4) расширение шлеммова канала через внутренний доступ — каналоластика (*ab interno canaloplasty*) [15, 16]. Первая категория включает использование следующих устройств: Trabectome («Neomedix», Tustin, CA, США) и Kahook Dual Blade («New World Medical», Rancho Cucamonga, CA, США) [15, 16]. Вторая категория включает микрошунт iStent («Glaukos», Laguna Hills, CA, США), а также имплант Hydrus Microstent («Ivantis», Irvine, CA, США) [15, 16]. Третья группа включает транслюминальную трабекулотомию с гониоскопической визуализацией (катетер iSciences, «Ellex», Adelaide, Australia) и трабекулотомию на протяжении 360° (трабекулотом TRAB360, «Sight Sciences», Menlo Park, CA, США) [15-17]. Четвертая группа включает *ab interno* каналоластику (AbiC («Ellex») и Visco 360 («Sight Sciences»)) [15, 16, 18-21]. В отличие от операций *ab externo*, таких как трабекулэктомия и имплантация трубчатых шунтов, вмешательства *ab interno* классифицируются как операции «внутренней фильтрации» и выполняются с помощью внутреннего доступа с гониоскопической визуализацией. Опубликованные результаты показывают, что эти хирургические процедуры являются безопасными и эффективными в лечении открытоугольной глаукомы [15, 16].

Ab interno трабекулэктомия выполняется с помощью специального устройства Trabectome («Neomedix», Tustin, CA, США), тончайший наконечник (1,7 мм) которого содержит биполярный электрод с частотой 550 кГц с регулируемой мощностью [22-24]. Trabectome вводится в переднюю камеру глаза через роговичный разрез, и производится абляция трабекулярной сети и внутренней стенки шлеммова канала протяженностью от 90° до 180°, при этом образуется канал для естественного оттока внутриглазной жидкости [23, 24].

Наиболее частым послеоперационным осложнением, которое наблюдается почти в 100% случаев, является рефлюкс крови из коллекторных каналов

[24]. Однако, по мнению авторов, риск осложнений при данной методике меньше, чем при выполнении трабекулэктомии [23-26].

В случае выполнения данного вмешательства в комбинации с факоэмульсификацией катаракты, трабекулэктомию *ab interno* следует проводить первым этапом лечения [23].

S.Y. Jea et al. (2012) отметили, что у пациентов с ПОУГ и декомпенсированным уровнем ВГД трабекулэктомия *ab interno* (115 пациентов) имеет более низкую эффективность к концу второго года наблюдения, чем трабекулэктомия (102 пациента), и составляет 22,4 и 76,1% случаев соответственно ($p < 0,001$). Также частота повторных антиглаукомных вмешательств выше в группе *ab interno* трабекулэктомии (43,5%) по сравнению с группой пациентов, которым проводилась трабекулэктомия (10,8%, $p < 0,001$). Однако, по данным авторов, частота послеоперационных осложнений выше в группе трабекулэктомии ($p < 0,001$) [27].

S. Nazarali et al. показали, что в отдаленном периоде (8 лет) после проведения *ab interno* трабекулэктомии нет статистически достоверных различий в снижении уровня ВГД, количестве используемых гипотензивных средств и частоте послеоперационных осложнений у пациентов негроидной (82 пациента) и европеоидной (82 пациента) рас с открытоугольной глаукомой [28].

К концу первого года наблюдения средний уровень ВГД у пациентов негроидной расы был снижен с $21,2 \pm 6,8$ до $16,1 \pm 4,1$ мм рт.ст. ($p < 0,01$), а среднее количество гипотензивных средств до и после лечения составило $2,4 \pm 1,3$ и $2,0 \pm 1,4$ ($p = 0,13$) соответственно. У пациентов европеоидной расы в данные сроки наблюдения средний уровень ВГД был снижен с $21,2 \pm 6,8$ до $15,7 \pm 4,2$ мм рт.ст. ($p < 0,01$), а количество используемых гипотензивных препаратов снизилось с $2,4 \pm 1,2$ до $1,7 \pm 1,3$ ($p < 0,01$) [28].

I.I. Bussel, K. Kaplowitz et al. (2015) проанализировали результаты лечения пациентов методом трабекулэктомии *ab interno* и трабекулэктомии *ab interno* с факоэмульсификацией при разных степенях открытия УПК [29]. Перспективное исследование включало 671 пациента (671 глаз), период наблюдения составил 1 год. Через 1 год после трабекулэктомии *ab interno* в группе пациентов с узким УПК ($n = 43$) уровень ВГД уменьшился на 42% (с $27,3 \pm 7,4$ до $15,7 \pm 3,0$ мм рт.ст.; $p < 0,01$), в группе пациентов с открытым УПК ($n = 271$) — на 37% (с $26,1 \pm 7,8$ до $16,4 \pm 3,9$ мм рт.ст.; $p < 0,01$).

После проведенной трабекулэктомии *ab interno* с факоэмульсификацией через 1 год у пациентов с узким УПК ($n = 48$) и открытым УПК ($n = 309$) уровень ВГД снизился на 24% (с $20,7 \pm 7,0$ до $15,7 \pm 3,6$ мм рт.ст.; $p < 0,01$) и на 25% (с $22,6 \pm 6,4$ до $17,0 \pm 3,4$ мм рт.ст.; $p < 0,01$) соответственно. Таким образом, не было выявлено статистически достоверных различий в снижении уровня ВГД,

количестве гипотензивных препаратов, частоте осложнений и повторных хирургических вмешательств в группах пациентов с узким УПК и открытым УПК ($p > 0,05$) [29].

T. Wecker et al. (2016) изучали клиническую эффективность трабекулэктомии *ab interno* после неэффективной антиглаукомной хирургии [30]. Под наблюдением находились 60 пациентов (60 глаз) с первичной открытоугольной или псевдоэкссудативной глаукомой, которым ранее была проведена трабекулэктомия. Операция *ab interno* трабекулэктомии проводилась отдельно или в сочетании с факэмульсификацией. Согласно полученным данным, средний уровень ВГД уменьшился с $24,5 \pm 3,5$ до $15,7 \pm 3,4$ (-36%) в течение 415 дней наблюдения. Количество необходимых препаратов для снижения ВГД снизилось с $2,1 \pm 1,3$ до $1,8 \pm 1,2$ (снижение на 14% по сравнению с исходным уровнем). В общей сложности в 25% ($n=15$) случаев понадобилось выполнение дополнительной операции после 517 дней (диапазон от 6 до 1563 дней). Никаких серьезных осложнений не наблюдалось [30].

При среднем сроке наблюдения (415 дней) обнаружили, что коэффициент «квалифицированного успеха» у пациентов с продвинутыми стадиями глаукомы (снижение ВГД на 40% от исходного уровня и ВГД ≤ 15 мм рт.ст. с применением гипотензивных средств) составляет 87% при псевдоэкссудативной глаукоме и 50% — при ПОУГ. По мнению авторов, *ab interno* трабекулэктомия безопасна и эффективна после неэффективной трабекулэктомии с повышенным уровнем ВГД, особенно у пациентов с псевдоэкссудативной глаукомой [30].

Результаты применения технологии одномоментной эндотрабекулэктомии и факэмульсификации катаракты у пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой представлены в исследовании А.И. Самойленко с соавт. (2011) [31]. Под наблюдением находились 98 пациентов (115 глаз) с различными стадиями компенсированной или субкомпенсированной ПОУГ. Хирургическая техника предложенного способа заключается в том, что после введения вискоэластика в переднюю камеру глаза под гониоскопическим визуальным контролем при помощи эндокоагулятора толщиной 23G производится эндотрабекулэктомия (по верхней и нижней границе трабекулярной зоны двумя линейными движениями наконечника, протяженность 90°). Выделенный фрагмент трабекулярной ткани удаляется, далее проводятся последующие этапы ФЭК. Снижение уровня ВГД на 25-30% от исходного с использованием прежнего количества гипотензивных средств либо с уменьшением их числа авторы расценивали положительным гипотензивным эффектом операции эндотрабекулэктомии в сочетании с ФЭК, что было достигнуто у 89% пациентов. В отдаленном послеоперационном периоде (12 мес.) после комбинированной операции отмечали статистически достоверное

снижение ВГД с $24,0 \pm 3,9$ до $16,3 \pm 1,8$ мм рт.ст. В 62% случаев количество используемых гипотензивных средств уменьшилось с $2,4 \pm 0,7$ до $1,3 \pm 0,5$. Авторы делают вывод, что новая технология безопасна, в ходе исследования показана ее эффективность — достигнуты высокие зрительные функции и стабилизация глаукомного процесса [31].

J. Matlach et al. (2015) в сравнительном исследовании эффективности трабекулэктомии и каналоластики у пациентов с ПОУГ отмечают, что снижение ВГД ≤ 18 мм рт.ст. (без или с применением гипотензивных препаратов) было достигнуто в 74,2% (группа трабекулэктомии, $n=32$) и 39,1% (группа каналоластики, $n=30$) ($p=0,01$) через 2 года [31]. В 67,7 и 39,1% случаев ($p=0,04$) достигнут уровень ВГД ≤ 21 мм рт.ст. и снижение ВГД на $\geq 20\%$ от исходного уровня в группе трабекулэктомии и каналоластики соответственно. Среднее абсолютное снижение ВГД составляло $10,8 \pm 6,9$ мм рт.ст. после трабекулэктомии и $9,3 \pm 5,7$ мм рт.ст. после каналоластики ($p=0,47$). Средний уровень ВГД составлял $11,5 \pm 3,4$ мм рт.ст. в группе трабекулэктомии и $14,4 \pm 4,2$ мм рт.ст. в группе каналоластики через 2 года. Авторы отметили, что после проведения трабекулэктомии осложнения были более частыми и включали гипотонию (37,5%) и хориоидальную отслойку (12,5%) [32].

T.W. Samuelson, L.J. Katz et al. (2011) в своем исследовании изучали клиническую эффективность комбинированного лечения — имплантации шунта с ФЭК. iStent представляет собой титановый шунт, покрытый гепарином, который вводится в полость шлеммова канала доступом *ab interno*. В исследование было включено 240 глаз с начальными стадиями глаукомы с уровнем ВГД ≤ 24 мм рт.ст., количество применяемых гипотензивных средств — от 1 до 3. Пациенты были разделены на две группы: основная — iStent+ФЭК+ИОЛ и контрольная — ФЭК+ИОЛ. Согласно результатам исследования, снижение ВГД $\geq 20\%$ без гипотензивных препаратов наблюдалось в 66% случаев в группе iStent+ФЭК+ИОЛ, в 48% в группе ФЭК+ИОЛ ($p=0,003$) [33]. Снижение ВГД с уменьшением количества местных гипотензивных средств было клинически и статистически достоверно лучше через 1 год после iStent+ФЭК+ИОЛ в сравнении с контрольной группой — ФЭК+ИОЛ, общий профиль безопасности данного комбинированного лечения аналогичен таковому при факэмульсификации катаракты [33, 34].

В литературе представлены данные исследования L.K. Seibold et al. (2016), в которое были включены 45 пациентов (64 глаза) с осложненной катарактой и компенсированной ПОУГ [35]. Пациентам было проведено комбинированное лечение — ФЭК и антиглаукомное вмешательство — имплантация микрошунта (стенда) iStent. Через 1 год после лечения средний уровень ВГД был снижен с $14,7 \pm 3,2$ до $13,2 \pm 2,8$ мм рт.ст. ($p < 0,01$), а среднее количество

используемых гипотензивных медикаментов уменьшилось с $1,81 \pm 1,13$ до $1,41 \pm 1,48$ ($p=0,0001$). Снижение ВГД в сроки 6 и 12 месяцев составило в среднем 9,7% ($p=0,01$) и 12,2% ($p=0,002$) от исходного уровня соответственно. Снижение ВГД более чем на 20% от исходного уровня через 1 год было достигнуто у 76,1% пациентов, а 41% пациентов были без гипотензивных препаратов в течение 1 года. Максимально скорректированная острота зрения была значительно улучшена с $0,4 \pm 0,38$ до $0,17 \pm 0,35$ logMAR на 1 год ($p<0,0001$). Таким образом, на основе результатов исследования была показана эффективность комбинированной хирургии катаракты и имплантации трабекулярного стента iStent у пациентов с ПОУГ с нормальным предоперационным уровнем ВГД [35].

В рандомизированном клиническом исследовании N. Pfeiffer, J. Garcia-Feijoo et al. (2015) под наблюдением находились 100 пациентов (100 глаз) с ПОУГ и осложненной катарактой [36]. Исходный уровень ВГД (P_0) ≤ 24 мм рт.ст. Пациенты были разделены на две группы: пациентам одной группы выполнено комбинированное лечение — имплантация Hydrus Microstent («Ivantis Inc», Irvine, CA) с факоэмульсификацией катаракты (Hydrus+ФЭК+ИОЛ), пациентам второй группы — только факоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ (ФЭК+ИОЛ).

Микростент Hydrus («Ivantis Inc», США), изготовленный из сплава никеля с титаном, высокоэластичный, имеет форму «полумесяца», вводится в просвет шлеммова канала, расширяет его (примерно на 166 мкм по всей длине шунта, на 241 мкм — в области входного отверстия) и поддерживает в таком состоянии, способствуя улучшению оттока внутриглазной жидкости в обход трабекулярной сети [37].

Доля пациентов со снижением ВГД на 20% от исходного уровня была значительно выше в группе Hydrus+ФЭК+ИОЛ через 24 месяца по сравнению с группой ФЭК+ИОЛ (80% против 46%, $p=0,0008$) [36]. В отдаленном послеоперационном периоде (24 месяца) средний уровень ВГД в группе Hydrus+ФЭК+ИОЛ был значительно ниже по сравнению с группой ФЭК+ИОЛ — $16,9 \pm 3,3$ и $19,2 \pm 4,7$ мм рт.ст. ($p=0,0093$) соответственно, а доля пациентов, не применявших гипотензивные средства, через 24 месяца была значительно выше в группе комбинированного лечения — 73% по сравнению с ФЭК+ИОЛ — 38% ($p=0,0008$) [36].

M. Tanito et al. (2017) были описаны результаты комбинированного лечения 48 пациентов (68 глаз), которым проводилась экстракция катаракты методом ФЭК с одномоментной трабекулотомией ab interno (microhook) [38]. Средний уровень ВГД ($16,4 \pm 2,9$ мм рт.ст.) и количество гипотензивных препаратов ($2,4 \pm 1,2$) значительно снизились через 9,5 месяцев после лечения до $11,8 \pm 4,5$ мм рт.ст.

и $2,1 \pm 1,0$ соответственно ($p<0,0001$ и $p=0,0039$). Таким образом, по данным исследования, через 9,5 месяцев после проведенного лечения в 79% случаев (54 глаза) ВГД снизилось на 15% и более от исходного уровня [38].

В научной работе Е.В. Томиловой (2016) показана безопасность, техническая простота и длительное сохранение эффективного гипотензивного эффекта после селективной трабекулотомии ab interno, проведенной одномоментно с ФЭК [39]. В основную группу исследования вошли пациенты с ПОУГ и осложненной катарактой (32 глаза), которым было проведено комбинированное лечение. Пациентам контрольной группы (29 глаз) была выполнена только ФЭК. Срок наблюдения составил 3 года. Статистически достоверных отличий по уровню ВГД через 3 года после лечения получено не было. В основной группе пациентов отмечено статистически достоверное снижение потребности в гипотензивных препаратах. Так, через 1 неделю после операции среднее количество гипотензивных средств в основной группе составило $0,4 \pm 0,1$, а в контрольной группе — $2,1 \pm 0,2$; через 3 года после операции — $0,9 \pm 0,2$ и $2,4 \pm 0,3$ соответственно. В контрольной группе частота выполнения последующих гипотензивных вмешательств была в 5 раз выше, чем в основной группе [39].

Д.И. Иванов с соавт. (2016) у пациентов с субкомпенсированным ВГД в качестве антиглаукомного этапа операции предлагают проводить трабекулотомию ab interno. В ходе предложенной технологии производится механическое разрушение трабекулярной сети и внутренней стенки шлеммова канала с помощью специального инструмента — трабекулотома, который вводится в переднюю камеру глаза через парацентез; вмешательство выполняется под непосредственным гониоскопическим контролем [40]. Данный способ лечения безопасен и имеет патогенетическую направленность, техника проведения вмешательства относительно проста [41, 42]. По мнению авторов, трабекулотомия ab interno имеет достаточно стойкий гипотензивный эффект, а именно в отдаленном послеоперационном периоде (от 5 до 7 лет) гипотензивный эффект без применения антиглаукомных капель достигнут в 78% случаев (68 из 87 глаз), с применением гипотензивных средств нормализации ВГД удалось добиться в 92% случаев [42].

К микроинвазивным антиглаукомным вмешательствам также относится имплантация XEN45 Gel Stent, получившая широкое применение за рубежом.

XEN45 Gel Stent представляет собой 6-миллиметровый имплантат диаметром 45 мкм, состоящий из желатина, связанного с глутаральдегидом, который при гидратации незначительно набухает и становится гибким после имплантации [43, 44]. Имплантат вводится ab interno через роговичный разрез с помощью одноразового инжектора

с иглой 27G и после имплантации расположен одним концом в передней камере глаза (1 мм), проходит интрасклерально (3 мм) и другим концом находится в субконъюнктивальном пространстве (2 мм), таким образом обеспечивая отток водянистой влаги [43-45].

A. De Gregorio et al. изучали эффективность и безопасность имплантации стента XEN45 Gel Stent в сочетании с ФЭК. 33 пациентам (41 глаз) с открытоугольной глаукомой был имплантирован XEN45 Gel Stent и проведена ФЭК+ИОЛ. В конце наблюдения (1 год) оценивался «полный успех» лечения (послеоперационное $6 \leq \text{ВГД} \leq 17$ мм рт.ст. без гипотензивных препаратов) и «квалифицированный успех» (уровень ВГД после лечения $6 \leq \text{ВГД} \leq 17$ мм рт.ст. с применением гипотензивных средств). Согласно результатам исследования «полный успех» был достигнут в 80,4% случаев и «квалифицированный успех» — в 97,5%. Средний уровень ВГД до лечения составлял $22,5 \pm 3,7$ мм рт.ст., количество используемых гипотензивных средств $2,5 \pm 0,9$. Через 12 месяцев после проведенного лечения средний уровень ВГД был $13,1 \pm 2,4$ мм рт.ст. (среднее снижение ВГД — 41,82%; $p < 0,05$), количество гипотензивных препаратов снизилось до $0,4 \pm 0,8$ ($p < 0,05$). Серьезных интра- и послеоперационных осложнений авторами отмечено не было [46].

В исследовании B. Hohnberger et al. (2018) пациентам с открытоугольной глаукомой проводилась комбинированная имплантация XEN Gel Stent (AqueSys, Inc.) с хирургией катаракты (30 глаз) и имплантация XEN Gel Stent без хирургии катаракты (81 глаз). «Полный терапевтический успех» определялся как целевое ВГД < 18 мм рт.ст. в течение 6 месяцев после лечения без местной гипотензивной терапии или дальнейших хирургических вмешательств. «Квалифицированный успех» определялся как уровень ВГД < 18 мм рт.ст. с применением 1-2 гипотензивных средств. «Полный терапевтический успех» был достигнут в 46,9% случаев в группе пациентов с имплантацией XEN Gel Stent и в 53,3% случаев при комбинированном лечении (XEN+ФЭК), «квалифицированный успех» наблюдался в 2,5 и в 3,3% случаев соответственно. По мнению авторов, имплантация XEN Gel Stent без или с хирургией катаракты обладает схожим гипотензивным эффектом у пациентов с открытоугольной глаукомой [47].

Таким образом, имплантация стента XEN Gel Stent эффективно снижает ВГД и способствует снижению числа применяемых гипотензивных средств с низкой частотой осложнений. Однако отсутствуют долгосрочные данные о ее клинической и экономической эффективности [48].

Перспективным микроинвазивным антиглаукомным вмешательством является хирургическая активация увеосклерального пути оттока камерной влаги. Устройство CyPass Micro-Stent («Transcend

Medical», США) представляет собой фенестрированный микростент, изготовленный из биосовместимого полиамидного материала, длиной 6,35 мм с диаметром просвета 300 мкм [49-51]. CyPass Micro-Stent вводится в супрахориодальное пространство под гониоскопическим контролем, дистальный конец находится в передней камере глаза, таким образом, устройство обеспечивает отток водянистой влаги через увеосклеральный путь [49-51].

В США имплантация CyPass Micro-Stent рекомендована только в сочетании с ФЭК у пациентов с начальными стадиями глаукомы [51]. Анализ эффективности Micro-Stent CyPass проведен в ходе клинического исследования COMPASS: основная группа CyPass Micro-Stent+ФЭК (374 глаза) и контрольная ФЭК+ИОЛ (131 глаз) [51, 52].

По результатам данной работы, снижение ВГД $\geq 20\%$ без гипотензивных средств наблюдалось в основной группе в 73% случаев и в 58% — в контрольной ($p = 0,002$) через 24 месяца после лечения. К концу периода наблюдения уровень ВГД в группах CyPass+ФЭК и ФЭК снизился по сравнению с исходным уровнем в среднем на $7,4 \pm 4,4$ (30%) и $5,4 \pm 3,9$ (21%) мм рт.ст. соответственно [52].

Профиль безопасности комбинированного вмешательства CyPass Micro-Stent+ФЭК сопоставим с таковым при ФЭК [51, 52].

В.Н. Трубиным с соавт. (2014) представлена методика одномоментной вакуумной трабекулопластики ab interno и ФЭК с имплантацией ИОЛ [53]. По мнению авторов, предложенная методика позволяет произвести очистку трабекулярной зоны на максимальной площади. Хирургическая техника предложенного комбинированного вмешательства заключается в следующем: с помощью изогнутой ирригационно-аспирационной канюли с силиконовым наконечником, введенной в переднюю камеру через роговичный тоннельный разрез, осуществляется атравматический захват и натяжение прикорневых участков стромы радужки, что приводит к расправлению фиксированных прикорневых складок радужки. Вакуумная трабекулопластика ab interno выполняется в пределах не менее 0,95 периметра угла передней камеры, непосредственно перед или после имплантации ИОЛ в капсульный мешок на этапах ФЭК.

Согласно результатам исследования, предложенное комбинированное лечение обеспечивает стойкое снижение офтальмотонуса (до $19,1 \pm 1,8$ мм рт.ст.) через 2 года после вмешательства по сравнению с дооперационным уровнем ВГД ($22,66 \pm 2,55$ мм рт.ст.), обладает гипотензивной эффективностью в 74% случаев. В послеоперационном периоде в большинстве случаев возможна полная отмена гипотензивных средств или значительное уменьшение интенсивности их применения. По мнению авторов, ФЭК с имплантацией ИОЛ в сочетании с вакуумной трабекулопластикой ab interno менее травматична,

чем используемые методы хирургического лечения катаракты и глаукомы, и риск послеоперационных осложнений по сравнению с другими антиглаукомными операциями более низкий [53].

В научной литературе А.В. Лапочкиным с соавт. (2012) в качестве нового способа лечения пациентов с ПОУГ и осложненной катарактой предложено проведение ферментативного трабекулоклининга *ab interno*, включающего гидромеханическую очистку трабекулярной сети от пигментных отложений с последующим введением фермента гемазы (500 ЕД) в переднюю камеру для ферментативной очистки трабекулы от фибронектина. По результатам исследования, в отдаленные сроки наблюдения гипотензивный эффект был на 19,24% выше в группе пациентов с ферментативным трабекулоклинингом *ab interno* в отличие от пациентов, которым выполнена только ФЭК, а количество используемых гипотензивных средств — меньше на 45,7% соответственно [54].

С.А. Кочергин, И.Б. Алексеев с соавт. (2008) представили способ комбинированного вмешательства — ФЭК в сочетании с циклодиализом *ab interno*, в ходе которого осуществляют отслаивание цилиарного тела от склеры в области УПК протяженностью с 5 до 6 часов с помощью шпателя. По мнению авторов, эту методику следует проводить после выполнения капсулорексиса на этапах ФЭК. Анализ результатов лечения показал, что гипотензивный эффект комбинированной операции — ФЭК в сочетании с циклодиализом *ab interno* — составляет 83,7%. Наиболее частые осложнения послеоперационного периода, описанные авторами: гифема (2,3%), повреждение задней капсулы с выпадением стекловидного тела (2,3%), а также локальный отек роговицы в зоне проведения циклодиализа (1,2%) [55].

В последние годы широкое распространение получили лазерные методы лечения глаукомы, обладающие патогенетической направленностью, малой инвазивностью, позволяющие нормализовать ВГД при минимальном риске осложнений.

Современные малоинвазивные методики лазерного лечения в комбинированном лечении больных ПОУГ и катарактой, несомненно, вызывают большой интерес. Лазерные методы лечения ПОУГ, способствующие улучшению оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) путем активации трабекулярной сети, получили широкое применение, распространение в клинической практике в последние годы. Эти операции оказывают минимальное повреждающее действие на трабекулярную ткань, обладая при этом патогенетической направленностью [56]. Безопасность, техническая простота выполнения лазерных вмешательств в лечении ПОУГ обеспечивают короткий период реабилитации пациентов в послеоперационном периоде, минимальный риск послеоперационных осложнений [56].

В последнее время наиболее широкое распространение в мире получила методика селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ), предложенная Mark A. Latina et al. [57]. Воздействие осуществляется Nd:YAG лазером (длина волны излучения — 532 нм, длительность импульса — 3 нс, энергия единичного импульса — 0,1–2,0 мДж, размер светового пятна — 400 мкм). Техника СЛТ мало отличается от традиционной аргонлазерной трабекулопластики: импульсы наносятся на зону трабекулы, но вследствие большого размера пятна (400 мкм — при селективной, 50 мкм — при традиционной трабекулопластике) зоной взаимодействия лазерного излучения является вся область трабекулы, а не только проекция шлеммова канала. Обычно наносится 50 импульсов, не перекрывающих друг друга по площади по окружности в 180 градусов. Существенным преимуществом СЛТ является отсутствие термального повреждения ткани трабекулы за счет очень короткой продолжительности импульса. Таким образом, данное вмешательство может проводиться у пациентов неоднократно, т. к. излучение поглощается исключительно меланинсодержащими клетками. Рекомендовать данный вид лазерного лечения целесообразно только пациентам с умеренной и выраженной пигментацией структур дренажной зоны глаза, также ввиду большего диаметра пятна лазерного воздействия в послеоперационном периоде развивается воспалительная реакция, реактивная гипертензия.

Оригинальная лазерная технология — гидродинамическая активация оттока (ГАО), разработанная в России А.П. Нестеровым, В.В. Новодережкиным и Е.А. Егоровым (патент РФ № 2124336 от 11.04.1996), состоит в том, что лечение глаукомы проводят путем воздействия Nd:YAG излучения на зону трабекулы последовательно на каждый квадрант при параметрах лазерного излучения в импульсном режиме: длина волны 1064 нм, энергия 0,8–5,0 мДж, экспозиция около 30 пс, диаметр пятна 30–50 мкм, количество коагулятов 40–70 в одном секторе 90° (применяется отечественный лазерный офтальмохирургический аппарат «Оптимум»). Внешне эффект воздействия выражается в распылении пигмента в месте аппликата, исчезновении псевдоэксфолиативного материала при его наличии. В результате очищения трабекулярной сети от гранул пигмента и эксфолиаций развивается гипотензивный эффект.

К недостаткам данного метода лечения следует отнести значительное повреждающее действие на трабекулярную сеть ввиду длительной экспозиции лазерного воздействия (30 нс), большого диаметра пятна (30–50 мкм) и высокой энергии лазерного излучения (0,8–5,0 мДж), что может привести к развитию выраженной воспалительной реакции и реактивному подъему ВГД в раннем послеоперационном периоде. Авторами также описаны случаи развития гифемы [58]. В отдаленном послеоперационном

периоде повышение офтальмотонуса связано с тем, что органические частицы, находящиеся во влаге передней камеры, с током жидкости снова попадают в дренажный аппарат, что приводит к увеличению сопротивления оттоку внутриглазной жидкости [58].

Способ YAG-лазерной активации трабекулы (YAG-ЛАТ), включающий воздействие на зону трабекулы в проекции шлеммова канала наносекундным Nd-YAG-лазерным излучением длиной волны 1064 нм, мощностью 0,9-1,5 мДж, с диаметром пятна 10-15 мкм, количеством наносимых по всей окружности импульсов 40-50 (Магарамов Д.А., Дога А.В., 2005; патент РФ № 2281743), является безопасным и эффективным. Данный вид лазерного лечения может применяться у пациентов с ПОУГ независимо от степени выраженности пигментации структур дренажной зоны. Таким образом, преимуществами данной методики являются высокая клиническая эффективность лечения при разных степенях пигментации структур дренажной зоны, отсутствие повреждающего действия на трабекулярную сеть, возможность неоднократного выполнения данного вида лазерного лечения, а также минимальный риск развития осложнений в послеоперационном периоде [56].

В научной литературе представлены единичные сообщения об отдаленных результатах комбинированных способов лечения ПОУГ и осложненной катаракты, где в качестве антиглаукомного компонента применяются лазерные вмешательства.

А.Д. Румянцев с соавт. (2011) представили результаты исследования эффективности комбинированного способа лечения — «гидродинамической активации оттока внутриглазной жидкости» (ГАО) в сочетании с ФЭК и имплантацией ИОЛ [58]. Гидродинамическая активация оттока проводится с помощью Nd:YAG-лазерной отечественной установки «Оптимум» при следующих параметрах излучения: длина волны 1064 нм, энергия 0,8-5,0 мДж, длительность импульса около 30 нс, диаметр пятна 10-30 мкм, количество аппликаторов 40-80 на протяжении 360° по окружности трабекулы. После проведения лазерного антиглаукомного вмешательства через 1-3 часа вторым этапом выполнялась ФЭК+ИОЛ.

Под наблюдением находилось 89 пациентов (89 глаз) с катарактой и ПОУГ с умеренно повышенными цифрами ВГД на фоне гипотензивных средств. Пациенты были разделены на две группы: в основную группу вошли 43 пациента (43 глаза), которым проводилось комбинированное хирургическое лечение — гидродинамическая активация трабекулы в сочетании с ФЭК, пациентам контрольной группы (46 пациентов, 46 глаз) проводилась только ФЭК. Срок наблюдения — 24 месяца.

По данным исследователей, к концу 2-го года наблюдения тонометрическое давление (Pt) отличалось от исходного в основной и контрольной

группах на 15,8 и 15,5% соответственно. Истинное давление (P_o) в группе ФЭК снизилось на 8%, а в группе ГАО+ФЭК — на 15% от исходного. Через два года после ФЭК у глаукомных больных с 4,3 до 11,5% увеличилось число лиц, не использующих гипотензивные препараты. Изменилось также соотношение частоты использования одного (уменьшилось с 45,7 до 30,8%) и двух (увеличилось с 37 до 46,2%) препаратов. За два года наблюдения в группе ГАО+ФЭК+ИОЛ число пациентов, не использующих гипотензивные препараты, увеличилось с 2,3 до 29,2%, то есть почти в 15 раз, а закапывающих один препарат — с 34,9 до 50% (в 1,5 раза). В 2 раза уменьшилось число пациентов, использующих два препарата (с 41,9 до 20,8%) [58].

Е.В. Абросимова с соавт. (2016) в своей работе провели анализ гипотензивного эффекта СЛТ и ФЭК у больных ПОУГ с незрелой катарактой на фоне псевдоэкзофиативного синдрома [59]. Под наблюдение находились 76 пациентов (76 глаз), которым первым этапом лечения была выполнена СЛТ для снижения офтальмотонуса и улучшения гидродинамики глаза. Вторым этапом, через 1 месяц после СЛТ, выполнялась ФЭК с имплантацией ИОЛ по стандартной методике. Согласно результатам, представленным в исследовании, среднее значение истинного ВГД без медикаментозного лечения до выполнения СЛТ составляло $23,2 \pm 0,18$ мм рт.ст., а через 1 месяц после СЛТ снизилось до $15,2 \pm 0,15$ мм рт.ст. — на 8,0 мм рт.ст. от исходного значения ВГД (на 34,5%). Через 1 месяц после проведенной вторым этапом ФЭК с имплантацией ИОЛ среднее значение ВГД снизилось до $14,5 \pm 0,14$ мм рт.ст. — на 8,7 (37,5%) мм рт.ст. от исходного значения ВГД. В 59 (77,6%) случаях после ФЭК с имплантацией ИОЛ ВГД было компенсировано без применения гипотензивных средств. Таким образом, авторы сделали вывод, что предложенный комбинированный способ лечения способствует максимальному улучшению оттока водянистой влаги и максимальному снижению ВГД — на 37,5% от исходного его уровня [59].

Известно, что несмотря на гипотензивный эффект ФЭК не всегда удается добиться уровня целевого давления у пациентов с ПОУГ [60].

Способы одномоментного комбинированного лечения больных с ПОУГ и катарактой предпочтительны, т. к. обеспечивают стойкую нормализацию ВГД в отдаленном послеоперационном периоде, а также снижение вероятности осложнений, ускорение процессов заживления, сокращение сроков реабилитации и получение высоких, стабильных зрительных функций.

Актуальным остается вопрос разработки комбинированных микроинвазивных способов лечения ПОУГ и осложненной катаракты, имеющих патогенетическую направленность, безопасных, обладающих высокой клинической эффективностью.

Литература

1. Marchini G, Ceruti P, Vizzari G, Berzaghi D, Zampieri A. Management of concomitant cataract and glaucoma. *Dev Ophthalmol*. 2017; 59:155-164. doi.org/10.1159/000458494.
2. Манцева Я.Ю., Астахов С.Ю. Современные возможности хирургического лечения больных с сочетанием открытоугольной глаукомы и катаракты. *Современные технологии в медицине*. 2014; 6(1):47-53.
3. Jiang N, Zhao G.Q., Lin J., Hu L.T., Che C.Y., Wang Q., Xu Q., Li C., Zhang J. Meta-analysis of the efficacy and safety of combined surgery in the management of eyes with coexisting cataract and open angle glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(2):279-286. doi: 10.18240/ijo.2018.02.17.
4. Bilgin G., Karakurt A., Saricaoglu M.S. Combined non-penetrating deep sclerectomy with phacoemulsification versus non-penetrating deep sclerectomy alone. *Semin Ophthalmol*. 2014; 29(3):146-50. doi: 10.3109/08820538.2013.874466.
5. Малугин Б.Э., Джиндоян Г.Н. Современные аспекты хирургического лечения сочетания глаукомы и катаракты. В кн.: Глаукома: проблемы и решения. Всероссийская научно-практическая конференция. Москва; 2004: 373-377.
6. Тахчиди Х.П., Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н., Яновская Н.П., Франковская-Герлак М.З. Прогнозирование ранних послеоперационных осложнений при одномоментном хирургическом лечении катаракты и открытоугольной глаукомы. *Офтальмохирургия*. 2009; 2:36-42. doi: 617.741-089.87:617.7-007.681-089.
7. Франковская-Герлак М., Агафонова В.В., Яновская Н.П. Одномоментное комбинированное хирургическое лечение катаракты и открытоугольной глаукомы на фоне псевдоэкзофиативного синдрома. Трехлетний опыт наблюдений. *Новое в офтальмологии*. 2013; 1:74.
8. Fea A.M. Phacoemulsification versus phacoemulsification with microbypass stent implantation in primary open-angle glaucoma: randomized double-masked clinical trial. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36(3):407-412. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.10.031.
9. Петров С.Ю., Вострухин С.В., Асламазова А.Э., Шерстнева Л.В. Современная микроинвазивная хирургия глауком. *Вестник офтальмологии*. 2016; 3:96-102. doi: 10.17116/oftalma2016132396-102.
10. Francis B. Trabectome combined with phacoemulsification versus phacoemulsification alone: a prospective, non-randomized controlled surgical trial. *Clin Surg J Ophthalmol*. 2010; 28:1-7.
11. Grieshaber M.C., Grieshaber H.R., Stegmann R. A new expander for schlemm canal surgery in primary open-angle glaucoma-interim clinical results. *J Glaucoma*. 2016; 25(8):657-662. doi: 10.1097/IJG.0000000000000397.
12. Kaplowitz K., Schuman J.S., Loewen N.A. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery. *Br J Ophthalmol*. 2014; 98:579-585. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304256.
13. Kaplowitz K., Bussell I.I., Honkanen R., Schuman J.S., Loewen N.A. Review and meta-analysis of ab-interno trabeculectomy outcomes. *Br J Ophthalmol*. 2016; 100(5):594-600. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307131.
14. Cagini C. et al. Canaloplasty: current value in the management of glaucoma. *J Ophthalmol*. 2016; 1-6. doi: 10.1155/2016/7080475.
15. Francis B.A., Akil H., Bert B.B. Ab interno Schlemm's Canal surgery. *Dev Ophthalmol*. Basel, Karger, 2017; 59:127-146. doi: 10.1159/000458492.
16. Bovee C.E., Pasquale L.R. Evolving surgical interventions in the treatment of glaucoma. *Semin Ophthalmol*. 2017; 32:91-95. doi: 10.1080/08820538.2016.1228393.
17. Grover D.S., Fellman R.L. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT): thermal suture modification with a dye-stained rounded tip. *J Glaucoma*. 2016; 25(6):501-504. doi: 10.1097/IJG.0000000000000325.

References

1. Marchini G, Ceruti P, Vizzari G, Berzaghi D, Zampieri A. Management of concomitant cataract and glaucoma. *Dev Ophthalmol*. 2017; 59:155-164. doi.org/10.1159/000458494.
2. Mantseva J.Y., Astakhov S.Y. Modern capabilities of surgical management of patients with open-angle glaucoma combined with cataract. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2014; 6(1):47-53. (In Russ.).
3. Jiang N, Zhao G.Q., Lin J., Hu L.T., Che C.Y., Wang Q., Xu Q., Li C., Zhang J. Meta-analysis of the efficacy and safety of combined surgery in the management of eyes with coexisting cataract and open angle glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(2):279-286. doi: 10.18240/ijo.2018.02.17.
4. Bilgin G., Karakurt A., Saricaoglu M.S. Combined non-penetrating deep sclerectomy with phacoemulsification versus non-penetrating deep sclerectomy alone. *Semin Ophthalmol*. 2014; 29(3):146-50. doi: 10.3109/08820538.2013.874466.
5. Malyugin B.E., Gindoyan G.N. Modern aspects of the surgical treatment of the combination of glaucoma and cataract. In: Glaucoma: problems and solutions. All-Russian conference. Moscow; 2004: 373-377. (In Russ.).
6. Takhchidi Kh.P., Panteleev E.N., Bessarabov A.N., Yanovskaya N.P., Frankovska-Gerlak M.Z. Predicting early postoperative complications after simultaneous microsurgical treatment of cataract and open-angle glaucoma. *Ophthalmosurgery*. 2009; 2:36-42. (In Russ.). doi: 617.741-089.87: 617.7-007.681-089.
7. Frankovska-Gerlak M., Agafonova V.V., Yanovskaya N.P. One-step combined surgical treatment of cataract and open-angle glaucoma with pseudoexfoliation syndrome. Three years of experience. *New in Ophthalmology*. 2013; 1:74. (In Russ.).
8. Fea A.M. Phacoemulsification versus phacoemulsification with microbypass stent implantation in primary open-angle glaucoma: randomized double-masked clinical trial. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36(3):407-412. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.10.031.
9. Petrov S.Yu., Vostrukhin S.V., Aslamazov A.E., Sherstneva L.V. Modern methods of minimally invasive glaucoma surgery. *Vestn oftalmol*. 2016; 3:96-102. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2016132396-102.
10. Francis B. Trabectome combined with phacoemulsification versus phacoemulsification alone: a prospective, non-randomized controlled surgical trial. *Clin Surg J Ophthalmol*. 2010; 28:1-7.
11. Grieshaber M.C., Grieshaber H.R., Stegmann R. A new expander for schlemm canal surgery in primary open-angle glaucoma-interim clinical results. *J Glaucoma*. 2016; 25(8):657-662. doi: 10.1097/IJG.0000000000000397.
12. Kaplowitz K., Schuman J.S., Loewen N.A. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery. *Br J Ophthalmol*. 2014; 98:579-585. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304256.
13. Kaplowitz K., Bussell I.I., Honkanen R., Schuman J.S., Loewen N.A. Review and meta-analysis of ab-interno trabeculectomy outcomes. *Br J Ophthalmol*. 2016; 100(5):594-600. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307131.
14. Cagini C. et al. Canaloplasty: current value in the management of glaucoma. *J Ophthalmol*. 2016; 1-6. doi: 10.1155/2016/7080475.
15. Francis B.A., Akil H., Bert B.B. Ab interno Schlemm's Canal surgery. *Dev Ophthalmol*. Basel, Karger, 2017; 59:127-146. doi: 10.1159/000458492.
16. Bovee C.E., Pasquale L.R. Evolving surgical interventions in the treatment of glaucoma. *Semin Ophthalmol*. 2017; 32:91-95. doi: 10.1080/08820538.2016.1228393.
17. Grover D.S., Fellman R.L. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT): thermal suture modification with a dye-stained rounded tip. *J Glaucoma*. 2016; 25(6):501-504. doi: 10.1097/IJG.0000000000000325.

18. Khaimi M.A. Ab interno canaloplasty. *Glaucoma Today*. 2015; 13: 13-15.
19. Khaimi M.A. Canaloplasty: a minimally invasive and maximally effective glaucoma treatment. *J Ophthalmol*. 2015:485065. doi: 2015:485065.
20. Guttman Krader C. ABiC targets all sites of outflow resistance. *Ophthalmol Times*. 2016; 12:35-36.
21. Körber N. Canaloplasty ab interno — a minimally invasive alternative. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2017; 234(08):991-995. doi: 10.1055/s-0042-123829/
22. Baerveldt G., Chuck R. Minimally invasive glaucoma surgical instrument and method. US Patent (2005): Available at <https://www.google.com/patents/US6979328>
23. Kaplowitz K., Schuman J.S., Loewen N.A. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery. *Br J Ophthalmol*. 2014; 98:579–585. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304256.
24. Liu J., Jung J., Francis B.A. Ab interno trabeculotomy: Trabectome™ surgical treatment for open-angle glaucoma. *Expert Rev Ophthalmol*. 2009; 4:119–128. doi: 10.1586/eop.09.8.
25. Theodoros Filippopoulos. Новое устройство – Трабектом обеспечивает безопасное проведение трабекулэктомии. *Новое в офтальмологии*. 2010; 1:53.
26. Ya-Long Dang, Xiao Wang, Wan-Wei Dai, Ping Huang, Nils A Loewen, Chun Zhang, and China Trabectome Study Group, International Trabectome Study Group. Two-year outcomes of ab interno trabeculotomy with the Trabectome for Chinese primary open angle glaucoma: a retrospective multicenter study. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(6):945–950. doi: 10.18240/ijo.2018.06.08.
27. Jea S.Y., Francis B.A., Vakili G., Filippopoulos T., Rhee D.J. Ab interno trabeculotomy versus trabeculotomy for open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2012; 119:36–42. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.06.046.
28. Nazarali S.A., Damji K.F. Ab interno trabeculotomy with Trabectome: outcomes in African American versus Caucasian patients. *Can J Ophthalmol*. 2018; 53(4):361-364. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.10.018.
29. Bussell I.I., Kaplowitz K., Schuman J.S., Loewen N.A., and Trabectome Study Group. Outcomes of ab interno trabeculotomy with the trabectome by degree of angle opening. *Br J Ophthalmol*. 2015; 99(7): 914–919. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305577.
30. Wecker T., Neuburger M., Bryniok L., Bruder K., Luebke J., Anton A., Jordan J.F. Ab interno trabeculotomy with the trabectome as a valuable therapeutic option for failed filtering blebs. *J Glaucoma*. 2016; 25(9):758-762. doi: 10.1097/IJG.0000000000000492.
31. Самойленко А.И., Алексеев И.Б., Бейсекеева Ж.С. Новый метод комбинированной операции при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме. *Национальный журнал глаукома*. 2011; 2:38-43.
32. Matlach J., Dhillon C., Hain J., Schlunck G., Grehn F., Klink T. Trabeculotomy versus canaloplasty (TVC study) in the treatment of patients with open-angle glaucoma: a prospective randomized clinical trial. *Acta Ophthalmol*. 2015; 93:753–61. doi: 10.1111/aos.12722.
33. Samuelson T.W., Katz L.J., Wells J.M., Duh Y.J., Giamporcaro J.E.; US iStent Study Group. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract. *Ophthalmology*. 2011; 118(3):459-467. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.07.007.
34. Craven E.R., Katz L.J., Wells J.M., Giamporcaro J.E.; iStent Study Group. Cataract surgery with trabecular micro-bypass stent implantation in patients with mild-to-moderate open-angle glaucoma and cataract: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38(8): 1339-45. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.03.025.
35. Seibold L.K., Gamett K.M., Kennedy J.B., Mulvihill M.J., Kroehl M.E., SooHoo J.R., Pantcheva M.B., Kahook M.Y. Outcomes after combined phacoemulsification and trabecular microbypass stent implantation in controlled open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 2016; 42(9):1332-1338. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.07.023.
18. Khaimi M.A. Ab interno canaloplasty. *Glaucoma Today*. 2015; 13: 13-15.
19. Khaimi M.A. Canaloplasty: a minimally invasive and maximally effective glaucoma treatment. *J Ophthalmol*. 2015:485065. doi: 2015:485065.
20. Guttman Krader C. ABiC targets all sites of outflow resistance. *Ophthalmol Times*. 2016; 12:35-36.
21. Körber N. Canaloplasty ab interno — a minimally invasive alternative. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2017; 234(08):991-995. doi: 10.1055/s-0042-123829/
22. Baerveldt G., Chuck R. Minimally invasive glaucoma surgical instrument and method. US Patent (2005): Available at <https://www.google.com/patents/US6979328>
23. Kaplowitz K., Schuman J.S., Loewen N.A. Techniques and outcomes of minimally invasive trabecular ablation and bypass surgery. *Br J Ophthalmol*. 2014; 98:579–585. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304256.
24. Liu J., Jung J., Francis B.A. Ab interno trabeculotomy: Trabectome™ surgical treatment for open-angle glaucoma. *Expert Rev Ophthalmol*. 2009; 4:119–128. doi: 10.1586/eop.09.8.
25. Theodoros Filippopoulos. New device – Trabectome is safe for trabeculotomy. *New in Ophthalmology*. 2010; 1:53. (In Russ.).
26. Ya-Long Dang, Xiao Wang, Wan-Wei Dai, Ping Huang, Nils A Loewen, Chun Zhang, and China Trabectome Study Group, International Trabectome Study Group. Two-year outcomes of ab interno trabeculotomy with the Trabectome for Chinese primary open angle glaucoma: a retrospective multicenter study. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(6):945–950. doi: 10.18240/ijo.2018.06.08.
27. Jea S.Y., Francis B.A., Vakili G., Filippopoulos T., Rhee D.J. Ab interno trabeculotomy versus trabeculotomy for open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2012; 119:36–42. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.06.046.
28. Nazarali S.A., Damji K.F. Ab interno trabeculotomy with Trabectome: outcomes in African American versus Caucasian patients. *Can J Ophthalmol*. 2018; 53(4):361-364. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.10.018.
29. Bussell I.I., Kaplowitz K., Schuman J.S., Loewen N.A., and Trabectome Study Group. Outcomes of ab interno trabeculotomy with the trabectome by degree of angle opening. *Br J Ophthalmol*. 2015; 99(7): 914–919. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305577.
30. Wecker T., Neuburger M., Bryniok L., Bruder K., Luebke J., Anton A., Jordan J.F. Ab interno trabeculotomy with the trabectome as a valuable therapeutic option for failed filtering blebs. *J Glaucoma*. 2016; 25(9):758-762. doi: 10.1097/IJG.0000000000000492.
31. Samoylenko A.I., Alekseev I.B., Beysekeeva Zh. S. A new method of combined surgery for cataract and primary open-angle glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2011; 2:38-43. (In Russ.).
32. Matlach J., Dhillon C., Hain J., Schlunck G., Grehn F., Klink T. Trabeculotomy versus canaloplasty (TVC study) in the treatment of patients with open-angle glaucoma: a prospective randomized clinical trial. *Acta Ophthalmol*. 2015; 93:753–61. doi: 10.1111/aos.12722.
33. Samuelson T.W., Katz L.J., Wells J.M., Duh Y.J., Giamporcaro J.E.; US iStent Study Group. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract. *Ophthalmology*. 2011; 118(3):459-467. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.07.007.
34. Craven E.R., Katz L.J., Wells J.M., Giamporcaro J.E.; iStent Study Group. Cataract surgery with trabecular micro-bypass stent implantation in patients with mild-to-moderate open-angle glaucoma and cataract: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2012; 38(8): 1339-45. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.03.025.
35. Seibold L.K., Gamett K.M., Kennedy J.B., Mulvihill M.J., Kroehl M.E., SooHoo J.R., Pantcheva M.B., Kahook M.Y. Outcomes after combined phacoemulsification and trabecular microbypass stent implantation in controlled open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 2016; 42(9):1332-1338. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.07.023.

36. Pfeiffer N., Garcia-Feijoo J., Martinez-de-la-Casa J.M., Larrosa J.M., Fea A., Lemij H., Gandolfi S., Schwenn O., Lorenz K., Samuelson T.W. A randomized trial of a Schlemm's canal microstent with phacoemulsification for reducing intraocular pressure in open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2015; 122(7):1283-1293. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.03.031.
37. Grierson I., Saheb H., Kahook M.Y., Johnstone M.A., Ahmed I.I., Schieber A.T., Toris C.B. A Novel Schlemm's canal scaffold: histologic observations. *J Glaucoma*. 2015; 24(6):460-468. doi: 10.1097/IJG.0000000000000012.
38. Tanito M., Ikeda Y., Fujihara E. Effectiveness and safety of combined cataract surgery and microhook ab interno trabeculotomy in Japanese eyes with glaucoma: report of an initial case series. *Jpn J Ophthalmol*. 2017; 61(6):457-464. doi: 10.1007/s10384-017-0531-z.
39. Томилова Е.В. Отдаленные результаты трабекулотомии ab interno, выполненной одномоментно с фактоэмульсификацией катаракты. *Практическая медицина*. 2016; 6:186-190.
40. Иванов Д.И., Никулин М.Е., Струков В.В. Способ одномоментного хирургического лечения катаракты и глаукомы путем трабекулотомии ab interno и инструмент для ее выполнения. Патент РФ № 2389456 от 2010 г.
41. Иванов Д.И., Никулин М.Е. Трабекулотомия ab interno как гипотензивный компонент в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. *Глаукома*. 2011; 3:34-39.
42. Иванов Д.И., Никулин М.Е. Сравнительный анализ результатов трабекулотомии ab interno и микроинвазивной непроникающей глубокой склерэктомии в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2016; 1:52-60.
43. Vera V., Ahmed I.I., Stalmans I., Reitsamer H. Gel stent implantation – recommendations for preoperative assessment, surgical technique and postoperative management. *US Ophthalmic Review*. 2018; 11(1): 38–46. doi: 10.17925/USOR.2018.11.1.38
44. Dapena C.L., Ros R.C. Glaucoma-filtering surgery with a XEN® collagen-based implant via the ab interno route. *Revista Española de Glaucoma e Hipertensión Ocular*. 2015; 5(3):350-357.
45. Reznik A., Varma R. Ab-interno subconjunctival glaucoma implant for advanced open-angle glaucoma. in: advanced glaucoma surgery. Aref A., Varma R., eds. Springer Publ.; 2016: 51–55. doi: 10.1007/978-3-319-18060-1_6.
46. De Gregorio A., Pedrotti E., Russo L., Morselli S. Minimally invasive combined glaucoma and cataract surgery: clinical results of the smallest ab interno gel stent. *Int Ophthalmol*. 2018; 38(3):1129-1134. doi: 10.1007/s10792-017-0571-x.
47. Hohberger B., Welge-Lüssen U.C., Lämmer R. MIGS: therapeutic success of combined Xen Gel Stent implantation with cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 256(3):621-625. doi: 10.1007/s00417-017-3895-3.
48. Chaudhary A., Salinas L., Guidotti J., Mermoud A., Mansouri K. XEN Gel Implant: a new surgical approach in glaucoma. *Expert Rev Med Devices*. 2018; 15(1):47-59. doi: 10.1080/17434440.2018.1419060.
49. Brandao L.M., Grieshaber M.C. Update on Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS) and new implants. *J Ophthalmol*. 2013; 2013: 705915. doi: 10.1155/2013/705915.
50. Alcon, CyPass Micro-Stent Instructions for Use, Alcon, Ft. Worth, Texas, 2016.
51. Sameh Mosaed. Minimally invasive glaucoma surgery and CyPass Micro-Stent – a new era in glaucoma surgery. *US Ophthalmic Review*. 2017; 10(1):39–41. doi: https://doi.org/10.17925/USOR.2017.10.01.39.
52. Vold S., Ahmed I.I., Craven E.R. et al. Two-Year COMPASS trial results: supraciliary microstenting with phacoemulsification in patients with open-angle glaucoma and cataracts. *Ophthalmology*. 2016; 123: 2103–2112. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.06.032.
53. Трубилин В.Н., Каира Н.А. Новая комбинированная методика одномоментной фактоэмульсификации и вакуумной трабекулопластики ab interno. *Офтальмология*. 2014; 11(1):28-37.
36. Pfeiffer N., Garcia-Feijoo J., Martinez-de-la-Casa J.M., Larrosa J.M., Fea A., Lemij H., Gandolfi S., Schwenn O., Lorenz K., Samuelson T.W. A randomized trial of a Schlemm's canal microstent with phacoemulsification for reducing intraocular pressure in open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 2015; 122(7):1283-1293. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.03.031.
37. Grierson I., Saheb H., Kahook M.Y., Johnstone M.A., Ahmed I.I., Schieber A.T., Toris C.B. A Novel Schlemm's canal scaffold: histologic observations. *J Glaucoma*. 2015; 24(6):460-468. doi: 10.1097/IJG.0000000000000012.
38. Tanito M., Ikeda Y., Fujihara E. Effectiveness and safety of combined cataract surgery and microhook ab interno trabeculotomy in Japanese eyes with glaucoma: report of an initial case series. *Jpn J Ophthalmol*. 2017; 61(6):457-464. doi: 10.1007/s10384-017-0531-z.
39. Tomilova E.V. Remote results of trabeculotomy ab interno performed simultaneously with cataract phacoemulsification. *Practical medicine*. 2016; 6:186-190. (In Russ.).
40. Ivanov D.I., Nikulin M.E., Strukov V.V. The method of one-stage surgical treatment of cataract and glaucoma by trabeculotomy ab interno and a device for its implementation. Patent RF No 2389456, 2010. (In Russ.).
41. Ivanov D.I., Nikulin M.E. Trabeculotomy ab interno as hypotensive component in combined cataract and glaucoma surgery. *Glaucoma*. 2011; 3:34-39. (In Russ.).
42. Ivanov D.I., Nikulin M.E. Comparative analysis of the results of ab interno trabeculotomy and microinvasive non-penetrating deep sclerectomy in combined cataract and glaucoma surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2016; 1:52-60. (In Russ.).
43. Vera V., Ahmed I.I., Stalmans I., Reitsamer H. Gel stent implantation – recommendations for preoperative assessment, surgical technique and postoperative management. *US Ophthalmic Review*. 2018; 11(1): 38–46. doi: 10.17925/USOR.2018.11.1.38
44. Dapena C.L., Ros R.C. Glaucoma-filtering surgery with a XEN® collagen-based implant via the ab interno route. *Revista Española de Glaucoma e Hipertensión Ocular*. 2015; 5(3):350-357.
45. Reznik A., Varma R. Ab-interno subconjunctival glaucoma implant for advanced open-angle glaucoma. in: advanced glaucoma surgery. Aref A., Varma R., eds. Springer Publ.; 2016: 51–55. doi: 10.1007/978-3-319-18060-1_6.
46. De Gregorio A., Pedrotti E., Russo L., Morselli S. Minimally invasive combined glaucoma and cataract surgery: clinical results of the smallest ab interno gel stent. *Int Ophthalmol*. 2018; 38(3):1129-1134. doi: 10.1007/s10792-017-0571-x.
47. Hohberger B., Welge-Lüssen U.C., Lämmer R. MIGS: therapeutic success of combined Xen Gel Stent implantation with cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 256(3):621-625. doi: 10.1007/s00417-017-3895-3.
48. Chaudhary A., Salinas L., Guidotti J., Mermoud A., Mansouri K. XEN Gel Implant: a new surgical approach in glaucoma. *Expert Rev Med Devices*. 2018; 15(1):47-59. doi: 10.1080/17434440.2018.1419060.
49. Brandao L.M., Grieshaber M.C. Update on Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS) and new implants. *J Ophthalmol*. 2013; 2013: 705915. doi: 10.1155/2013/705915.
50. Alcon, CyPass Micro-Stent Instructions for Use, Alcon, Ft. Worth, Texas, 2016.
51. Sameh Mosaed. Minimally invasive glaucoma surgery and CyPass Micro-Stent – a new era in glaucoma surgery. *US Ophthalmic Review*. 2017; 10(1):39–41. doi: https://doi.org/10.17925/USOR.2017.10.01.39.
52. Vold S., Ahmed I.I., Craven E.R. et al. Two-Year COMPASS trial results: supraciliary microstenting with phacoemulsification in patients with open-angle glaucoma and cataracts. *Ophthalmology*. 2016; 123: 2103–2112. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.06.032.
53. Trubilin V.N., Caira N.A. A new combined method of one-stage phacoemulsification and vacuum trabeculoplasty ab interno. *Ophthalmology in Russia*. 2014; 11(1):28-37. (In Russ.).

54. Лапочкин А.В., Нероев В.В., Лапочкин В.И. Новый способ хирургического лечения первичной глаукомы на глазах с катарактой — ферментативный трабекулоклининг. Техника операции. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2012; 4:23-25.
55. Кочергин С.А., Алексеев И.Б., Яшина Л.В., Дайбан Тауфик. Роль одномоментной факоэмульсификации с циклодиализом «ab interno» в лечении больных с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2008; 3:104-107.
56. Соколовская Т.В., Дога А.В., Магарамов Д.А., Кочеткова Ю.А. Лазерная активация трабекулы в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой. *Офтальмохирургия*. 2015; 1:27-31.
57. Latina M., Sibayan S., Dong H. Shin, Noecker R., Marcellino G. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty). *Ophthalmology*. 1998; 105(11):2082-2090.
58. Румянцев А.Д., Слонимский А.Ю., Цветков С.А., Эстрин Л.Г. Активация трабекулярного оттока водянистой влаги с помощью Nd:YAG-лазера у больных первичной открытоугольной глаукомой перед факоэмульсификацией. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2011; 11(1):36-40.
59. Абросимова Е.В., Аксенов В.П., Балалин С.В., Джаши Б.Г., Серков Ю.С. Применение селективной лазерной трабекулопластики и факоэмульсификации катаракты в лечении первичной открытоугольной глаукомы на фоне псевдоэкзофиативного синдрома. *Новости глаукомы*. 2016; 1:59.
60. Соколовская Т.В., Яшина В.Н. Влияние факоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ на состояние гидродинамики глаза. *Практическая медицина*. 2017; 110(9):197-201.
54. Lapochkin A.V., Neroev V.V., Lapochkin V.I. A new way of surgical treatment of primary glaucoma in the eyes with cataract is fermentative trabeculocleaning. Surgical technique. *Cataract and refractive surgery*. 2012; 4:23-25. (In Russ.).
55. Kochergin S.A., Alexeev I.B., Daiban Taufik, Yashina L.V. The role of single-stage phacoemulsification combined with cyclodialysis «ab interno» in the treatment of cataract and primary open-angle glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2008; 3:104-107. (In Russ.).
56. Sokolovskaya T.V., Doga A.V., Magaramov D.A., Kochetkova Y.A. Laser activation of trabeculae for the treatment of patients with primary open-angle glaucoma. *Ophthalmosurgery*. 2015; 1:27-31. (In Russ.).
57. Latina M., Sibayan S., Dong H. Shin, Noecker R., Marcellino G. Q-switched 532-nm Nd:YAG laser trabeculoplasty (selective laser trabeculoplasty). *Ophthalmology*. 1998; 105(11):2082-2090.
58. Rumyantsev A.D., Slonimsky A.Yu., Tsvetkov S.A., Estrin L.G. Activation of trabecular outflow of aqueous humor with Nd: YAG laser in patients with primary open-angle glaucoma before phacoemulsification. *Cataract and refractive surgery*. 2011; 11(1):36-40. (In Russ.).
59. Abrosimova E.V., Aksenov V.P., Balalin S.V., Dzhashi B.G., Serkov Yu.S. The use of selective laser trabeculoplasty and phacoemulsification of cataract in the treatment of primary open-angle glaucoma with pseudoexfoliation syndrome. *Glaucoma news*. 2016; 1:59. (In Russ.).
60. Sokolovskaya T.V., Yashina V.N. Influence of cataract phacoemulsification with the IOL implantation on the eye hydrodynamics. *Practical medicine*. 2017; 110(9):197-201. (In Russ.).

Поступила / Received / 21.09.2018



Уважаемые читатели!
Вы можете оформить подписку на журнал
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА»
по каталогу «Газеты и журналы» агентства
Роспечать в любом отделении связи.

Подписной индекс:

37353