

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

УДК 617.741–004.1–06–089.48
Поступила 7.11.2013 г.



С.Н. Светозарский, ординатор кафедры глазных болезней;
Ю.А. Масленникова, аспирант кафедры глазных болезней;
М.В. Аникеева, зав. лабораторией кафедры глазных болезней

Нижегородская государственная медицинская академия, Н. Новгород, 603000, пл. Минина и Пожарского, 10/1

В настоящее время хирургический метод в лечении глаукомы перешел из разряда резервного в категорию основных. При открытоугольной глаукоме хирургия является методом выбора в случаях, когда консервативное и лазерное лечение не приносят эффекта, а также при недоступности или низкой приверженности пациента к лечению. В данном обзоре авторы представляют сведения об истории развития таких направлений хирургии глаукомы, как устранение зрачкового блока, фистулизация передней камеры, снижение продукции внутриглазной жидкости. Основное внимание уделено развитию дренажной хирургии и современным дренажным устройствам. Конструкция дренажных устройств развивалась по пути уменьшения размеров дренажа, увеличения площади фильтрации и создания клапанных механизмов. Обсуждаются показания к их применению в лечении открытоугольной глаукомы и факторы, способствующие достижению успешных результатов. Описаны ранние и поздние осложнения микродренирования, особое внимание уделено облитерации созданных путей оттока, являющейся главной проблемой, которая снижает со временем эффект всех фильтрующих и дренирующих операций. Представлен ряд микроинвазивных технологий нового поколения как уже вошедших в клиническую практику, в частности Ex-PRESS™ мини-шунт, Trabectome™, iStent, каналопластика и вискоканалостомия, так и находящихся на стадии клинических исследований — SOLX Gold Micro-Shunt, CyPass, Hydrus™ Microstent a canalicular scaffold, AqueSys Microfistula Implant. Приводятся сведения о конструкции устройств и технологии их применения. Предлагается подробная классификация, основанная на различии в механизме действия, виде операционного доступа и материале устройств.

Ключевые слова: открытоугольная глаукома; способы лечения глаукомы; хирургия глаукомы.

English

Modern Technologies of Open-Angle Glaucoma Surgery

S.N. Svetozarskiy, Clinical Resident, the Department of Eye Diseases;
Y.A. Maslennikova, Postgraduate, the Department of Eye Diseases;
M.V. Anikeeva, Head of the Laboratory, the Department of Eye Diseases

Nizhny Novgorod State Medical Academy, Minin and Pozharsky Square, 10/1, Nizhny Novgorod,
Russian Federation, 603000

Currently, glaucoma surgery has become a major technique. Surgery is a method of choice in open-angle glaucoma, especially in those cases when conservative and laser treatments have no effect, as well as if glaucoma is inaccessible or a patient has low treatment compliance. In this review the authors give the information about the development of main glaucoma surgery directions, such as removal of pupillary block, the anterior chamber fistulization, the reduction of intraocular fluid production. Drainage surgery, its history and modern technical devices have been characterized in detail. The design of drainage devices has been improved towards their size reduction, extension of filtration area and the development of valve mechanisms. Indications for their implementation in open-angle glaucoma treatment, and the factors contributing to a successful treatment have been discussed. There have described early and late complications of microdrainage and paid particular attention to obliteration of developed outflow pathways, being the main problem as they reduce the effect of filtering and draining operations. The authors have presented a number of advanced micro-invasive technologies, both used in clinical practice (Ex-PRESS™ mini-shunt, Trabectome™, iStent, canaloplasty and viscocanalostomy), and those being under clinical study — SOLX Gold Micro-Shunt, CyPass, Hydrus™ Microstent a canalicular scaffold, AqueSys Microfistula Implant. There has been presented the information on design and technology of these devices with their detailed classification based on the differences in their mechanism of action, operative approach type and material used.

Key words: open-angle glaucoma; glaucoma treatment modality; glaucoma surgery.

Для контактов: Светозарский Сергей Николаевич, +7 950-622-76-75; e-mail: svetozarskij@rambler.ru

В соответствии с современными представлениями глаукома — это группа заболеваний, характеризующихся повышением внутриглазного давления (ВГД) выше толерантного уровня, сопровождающихся развитием оптической нейропатии и типичным снижением зрительных функций. Главной целью лечения глаукомы является сохранение функции органа зрения. В основе стратегии борьбы с глаукомой лежит мониторинг заболевания с целью предупреждения прогрессирования глаукомной оптической нейропатии, стабилизации зрительных функций путем поддержания целевого уровня ВГД. Риск прогрессирования глаукомы уменьшается на 10% при снижении ВГД на каждый 1 мм рт. ст. [1], причем это снижение должно быть стабильным, так как сужение полей зрения больше связано с его колебаниями и, статистически, с величиной стандартного отклонения его значений, чем со средним арифметическим ВГД [2, 3]. При этом колебания ВГД, спровоцированные различными факторами, могут достигать достаточно высоких значений [4].

В настоящее время хирургический метод лечения глаукомы перешел из разряда резерва в категорию основных и в ряде случаев выступает как метод выбора даже при впервые выявленной глаукоме. Опыт работы Нижегородской областной офтальмологической клиники (Россия) показывает, что более половины пациентов, обратившихся за медицинской помощью по поводу глаукомы в 2012 г., нуждались в хирургическом лечении. Существуют различные подходы к определению показаний к хирургическому лечению больных глаукомой. По данным мета-анализа, выполненного J. Burr с соавт., нет значимых различий между степенью изменения полей зрения в течение пяти лет в группах пациентов, для которых первично был избран консервативный или хирургический метод лечения [5]. При открытоугольной глаукоме хирургия является методом выбора в случаях, когда консервативное и лазерное лечение не приносят эффекта, а также при недоступности или низкой приверженности пациента к лечению. Последнее следует принять во внимание особо, учитывая приведенные сведения о большой значимости колебаний ВГД по сравнению с его средним значением [6].

История вопроса. Впервые в 1856 г. Альбрехт фон Грефе (1828–1870) выполнил иридэктомию при остром приступе глаукомы, вскоре после этого де Векер произвел первую склеротомию (1858), а в России первую фистулизирующую операцию — косую склеротомию — выполнил А.Н. Маклаков (1887). Позднее были предложены циклодиализ (1900) и термокаутеризация (1932). Таким образом, к началу 1930-х гг. были сформированы основные направления хирургии глаукомы: устранение зрачкового блока, фистулизация передней камеры, снижение продукции внутриглазной жидкости [7]. Трабекулэктомию в эксперименте разработал H.S. Sugar (1961), а в клиническую практику внедрил J.E. Cairns (1968). В дальнейшем в хирургии глаукомы стали применять антиметаболиты — 5-фторурацил и Митомин-С. Глубокая склерэктомия была предложена С.Н. Федоровым (1974), непроникающая склерэктомия — В.И. Козловым с соавт. (1987), синустрабекулэк-

томия и синусотомия — М.М. Красновым с соавт. [8–10]. Однако недостаточная эффективность предложенных способов лечения, значительное число больных рефрактерной глаукомой, для которой характерно стойкое, не поддающееся традиционным методам терапевтического и хирургического лечения повышение ВГД, обусловили поиск и создание новых технологий и устройств для оперативного лечения глаукомы.

Дренажные устройства. Дренажная хирургия развивалась в несколько этапов [11]. Сетоны (лат. *seta* — щетина), отводящие водянистую влагу по собственной поверхности, как выпускные дренажи (шелковая нить, стенка артерии, полимерные материалы и др.) впервые были применены еще в 1866 г. де Векером (золотая проволока). Позднее были предложены шунты-трубочки, отводящие влагу передней камеры в фильтрационную подушку под конъюнктивой. В дальнейшем конструкция шунтов усложнилась, были созданы дренажные устройства, в которых дистальный конец шунта-трубочки присоединен к полимерному корпусу (телу) дренажа, фиксируемому кзади от лимба. Совершенствование дренажных устройств происходило по пути уменьшения размеров дренажа, увеличения площади фильтрации и создания клапанных механизмов.

В настоящее время среди дренажных устройств сохраняют свое значение в клинической практике неклапанные дренажи Molteno (Molteno Ophthalmic Ltd., Новая Зеландия) и Baerveldt (Advanced Medical Optics, Inc., США), клапанные модели Krupin (Eagle Vision, Inc., США) и Ahmed (New World Medical, Inc., США) [12, 13]. Их использование позволяет достичь эффекта, аналогичного выполнению традиционных операций, однако не существует убедительных данных, подтверждающих превосходство того или иного дренажного устройства [14]. Основным показанием к применению дренажных устройств является рефрактерная глаукома, которая включает такие клинические формы, как безуспешно оперированная первичная, неоваскулярная, увеальная, пигментная, юношеская, закрытоугольная «ползучая» глаукома и др. Однако на сегодняшний день микрошунтирование достаточно широко применяется и у больных первичной открытоугольной глаукомой на первом этапе оперативного лечения [15].

Более высоким уровнем безопасности в отношении развития послеоперационной гипотонии отличается дренаж Ahmed благодаря клапанному механизму. Он реализуется в камере конической формы благодаря эффекту Вентури, давление открытия клапана — 8,0 мм рт. ст. По клинической эффективности этот дренаж не уступает операции трабекулэктомии с применением Митомин-С [16]. В частности, его эффективность при рефрактерной глаукоме спустя год и пять лет после вмешательства (поддержание уровня ВГД в пределах от 5 до 21 мм рт. ст. с применением или без применения лекарственных препаратов) составляет 80 и 49% соответственно [17]. Однако с каждым годом после имплантации число функционирующих устройств любого вида снижается, в первую очередь в связи с инкапсуляцией, и через 5 лет в среднем составляет 50% [12, 16, 17].

Осложнения операций микродренирования

Характеристика ВГД	Ранние осложнения	Поздние осложнения
Повышение	Неисправная работа шунта (клапана) Окклюзия (лигатурой, фибрином, кровяными сгустками, ущемление радужки или стекловидного тела) Неверно направленный отток водянистой влаги Супрахориоидальная геморрагия Хориоидальный выпот Ретракция трубки	Инкапсуляция Субконъюнктивальный фиброз Фиброз в области внутреннего отверстия устройства
Гипотония	Гиперфильтрация Просачивание жидкости через рану конъюнктивы Перфорация глазного яблока Отслойка хориоидеи	Экструзия шунта

Облитерация созданных путей оттока является главной проблемой, снижающей со временем эффект всех фильтрующих и дренирующих операций с применением как известных, так и новейших устройств. Доктор D.Y. Yu с соавт. [18] впервые заострили внимание офтальмологов на том, что правильное формирование пути оттока имеет не меньшее значение, чем конструкция устройства. Техника операции должна в первую очередь обеспечить минимальное повреждение конъюнктивы и во вторую — создать путь оттока в ее лимфатическую сеть. W. Schmidt с соавт. [19] видят решение данной проблемы в дифференцированном фармакологическом сопровождении операций, в частности в выборе антиметаболитов в зависимости от особенностей пролиферации и дифференцировки субтипов фибробластов, образующих соответствующие структуры глаза.

Дренажная микрохирургия не лишена недостатков как в отношении техники операций, так и в отношении конструкции и размеров устройств, биосовместимости материалов [20]. Следствием этого является появление в ряде случаев ранних и поздних послеоперационных осложнений, в первую очередь связанных с несостоятельностью созданных путей оттока (см. таблицу). Кроме того, при неправильной установке дренирующих устройств могут развиваться отек роговицы, кератит, катаракта.

Микроинвазивные технологии нового поколения.

В конце XX в. началась разработка нового поколения микроинвазивных технологий лечения глаукомы. К ним можно отнести следующие устройства и способы хирургического лечения [17, 21, 22]:

- 1) Ex-PRESS™ мини-шунт (Alcon, США);
- 2) Trabectome™ (NeoMedix, Inc., США);
- 3) iStent (Glaukos Corporation, США);
- 4) Каналопластика (iScience Interventional, США);
- 5) SOLX Gold Micro-Shunt (SOLX, Inc., США);
- 6) CyPass (Transcend Medical, Inc., США);
- 7) Hydrus™ Microstent a canalicular scaffold (Ivantis, Inc., США);
- 8) AqueSys Microfistula Implant (AqueSys, Inc., США).

Новые методики отличаются по механизму гипотензивного действия, материалам устройств, а также

по технологии операции. Обнажение структур угла передней камеры путем выкраивания лоскута конъюнктивы и склеры получило название наружного доступа — ab externo, а проникновение в переднюю камеру через разрез роговицы (как при факоэмульсификации) — внутреннего доступа ab interno.

Необходимо отметить, что не все обсуждаемые методики используются в практическом здравоохранении. Американское управление по контролю качества пи-

щевых продуктов и лекарственных препаратов (U.S. Food and Drug Administration — FDA) пока не выдало разрешения на использование SOLX Gold Micro-Shunt, CyPass, Hydrus™ Microstent, AqueSys Microfistula Implant. Трабекулярный микрошунт iStent в 2012 г. рекомендован к применению в сочетании с хирургией катаракты.

Мини-шунт Ex-PRESS™ (Excessive Pressure Regulation Shunt System) предложен в 1998 г. (M. Belkin, Y. Glovinsky), производится в Израиле (Optonol Ltd., с 2010 г. — Alcon). Шунт изготовлен из медицинской стали и представляет собой трубку длиной 2,64 мм, с наружным диаметром 400 мкм (27 G) и внутренним — 50 мкм. Изделие имеет выступ в виде шпоры для фиксации в передней камере, фланец на основании и дополнительное антиблокировочное отверстие, расположенное на полуоси изделия так, что при установке шунта в переднюю камеру оно будет обращено к роговице. Дренаж имплантируется в переднюю камеру под склеральный лоскут через отверстие в области лимба (ab externo), после чего ушивают лоскут склеры и конъюнктиву. Особенности имплантации описаны в ряде работ зарубежных и отечественных авторов [23, 24], новым является описание техники извлечения и повторной имплантации шунта в случае ошибки в процессе операции [25, 26]. Показана техника имплантации шунта через склеральный туннель без разреза конъюнктивы [27]. Данная методика соответствует приведенным выше требованиям к минимальному повреждению конъюнктивы.

Малая инвазивность операции имплантации, низкие уровни интра- и послеоперационных осложнений, способность приводить к устойчивому снижению ВГД делают мини-шунт сравнимым по эффективности с трабекулэктомией [28, 29]. Наиболее наглядным показателем представляется проспективное рандомизированное исследование [30], в которое были включены 15 пациентов с открытоугольной глаукомой на обоих глазах. Всем им была выполнена трабекулэктомия на одном, имплантация мини-шунта — на другом глазу. По итогам двух лет наблюдения было установлено, что данные операции незначительно отличаются в отношении послеоперационного уровня ВГД, зато

имплантация Ex-PRESS™ реже вызывает осложнения (20 против 33%), уменьшает необходимость послеоперационных вмешательств (0 против 27%), а также требует назначения меньшего количества антиглаукоматозных препаратов. Имплантация мини-шунта не приводит к изменениям параметров передней камеры (размеров угла, глубины, объема) в течение трех месяцев наблюдения [31]. Что касается биосовместимости материала — нержавеющей стали, то в экспериментах на животных с применением Митомицина-С показано отсутствие значимых различий в структуре тканей при формировании фильтрационной подушки и капсулы вокруг мини-шунта Ex-PRESS™ и силиконовой трубки [32]. Гистологическое исследование глаз пациентов (post mortem и после энуклеации), оперированных по поводу глаукомы с имплантацией мини-шунта, показало хорошую биосовместимость устройства, формирование тонкой фиброзной капсулы и отсутствие клеток воспаления через 24 мес после операции [33, 34]. Значительный опыт успешного применения данного способа лечения глаукомы в России и за рубежом дает основания разным авторам рекомендовать имплантацию мини-шунта как первичное хирургическое вмешательство в тех случаях, когда есть медицинские показания для антиглаукоматозной операции [15], или как альтернативу трабекулэктомии в группе пациентов с целевым ВГД 13–15 мм рт. ст. [23]. Доказано, что мини-шунт не меняет положения и не влияет на качество изображений в ходе магнитно-резонансной томографии в режиме 1,5 и 3,0 Тл, но приходит в движение при индукции магнитного поля 4,7 Тл [35, 36]. По нашим представлениям, металлический шунт, находящийся в передней камере, склонен к прорезыванию ткани. Кроме того, любое металлическое изделие, даже из медицинской стали, при помещении в реактивную среду подвержено процессу окисления.

Трабекулэктомия внутренним доступом (ab interno), выполняемая с помощью аппарата Trabectome™, и имплантация стента iStent относятся к операциям на шлеммовом канале ab interno и проводятся под контролем гониоскопии [37]. Задача вмешательств — преодолеть высокую резистентность трабекулярного аппарата при открытоугольной глаукоме и создать путь оттока водянистой влаги из передней камеры в шлеммов канал, минуя трабекулярную сеть. Трабекулэктомия ab interno включает фокальную абляцию и коагуляцию трабекулярной сети на протяжении от 90 до 120° с помощью аппарата Trabectome™, имеющего наконечник — микроэлектрокаутер [38]. При установке микростента формируется прямое сообщение передней камеры со шлеммовым каналом. Микростент iStent изготовлен из медицинского титана с гепариновым покрытием и представляет собой изогнутую под прямым углом трубку длиной 1 мм, с наружным диаметром 250 мкм и внутренним диаметром 120 мкм. Через роговичный мини-доступ на 3 часах переднюю камеру заполняют вискоэластиком, вводят манипулятор со стентом, проводят через переднюю камеру, достигают склеральной шпоры и корня радужки в нижнем назальном квадранте и устанавливают стент заостренным

концом в просвет шлеммова канала, второй конец остается обращенным в переднюю камеру [39].

Каналоластика (iScience) и вискоканалостомия относятся к операциям на шлеммовом канале ab externo и сочетаются с фильтрационной хирургией [40, 41]. При вискоканалостомии в шлеммов канал вводят вискоэластик с целью расширения просвета канала и образования микроразрывов в его внутренней стенке. При каналоластике через доступ, схожий с доступом при трабекулэктомии, в шлеммов канал также вводят вискоэластик, затем в просвет канала на всю длину его окружности вводят гибкий зонд со светодиодом на конце (iScience, разные модели имеют диаметр от 250 до 400 мкм) [42]. С помощью зонда в просвет шлеммова канала вводят полипропиленовую нить 10-0, концы которой завязывают с натяжением, что обеспечивает сохранение просвета шлеммова канала в отдаленном послеоперационном периоде и более существенное по сравнению с вискоканалостомией снижение ВГД [43]. Данные вмешательства применяют как при открытоугольной, так и при узкоугольной глаукоме, в том числе одновременно с факоэмульсификацией. Необходимым условием эффективности является сохранность дистальной части системы оттока — коллекторных канальцев, эписклеральных вен-реципиентов. Она может быть определена провокацией рефлюкса крови при гониоскопии или по данным флюоресцентной каналографии. Отсутствие искусственных отверстий и фильтрационной подушки на поверхности глазного яблока, а также контроль оттока влаги, определяемый физиологической резистентностью элементов классического пути оттока, должны приводить к снижению риска осложнений, в частности гипотонии. И, действительно, трабекулэктомия внутренним доступом и каналоластика реже вызывают побочные эффекты [44–46].

SOLX Gold Micro-Shunt представляет собой золотую пластину размерами 3,2×5,2 мм, пронизанную множеством микроканалов. Шунт имплантируется в супрахориоидальное пространство ab externo, куда и отводится по каналам водянистая влага из передней камеры под действием градиента давления [47].

Микростент CyPass — это перфорированная трубочка из полиамидного материала (термостабильный биосовместимый полимер) длиной 6,35 мм, с внутренним диаметром 0,3 мм, наружным — 0,51 мм, на одном конце которой имеется фланец и три удерживающих кольца. Через 1,5 мм разрез роговицы передняя камера заполняется вискоэластиком, затем с помощью системы доставки, на которую надет стент, тупым путем выполняют циклодиализ и выталкивают микростент в супрахориоидальное пространство (ab interno). Кольца фиксируют его в области склеральной шпоры и корня радужки, фланец остается обращенным в переднюю камеру. Первые результаты применения микростента показали его эффективность и безопасность в лечении открытоугольной глаукомы [48].

Hydrus™ Microstent выполнен в виде трубчатого каркаса из нитинола длиной 8 мм, имплантируемого ab interno в просвет шлеммова канала. Нитинол — мате-

риал с памятью формы, никелид титана (NiTi), являющийся не сплавом, а интерметаллидом — соединением с фиксированным соотношением атомов. Название материала является акронимом, оно составлено из первых букв названий составляющих элементов и места открытия — лаборатории морской артиллерийской школы США (Nickel Titanium Naval Ordnance Laboratory). Эффективность Hydrus™ Microstent в настоящее время изучается в рамках международных клинических испытаний Hydrus IV (факоэмульсификация в сочетании с имплантацией микрошунта проводится с февраля 2012 г.) и экспериментальных исследований [49].

AqueSys Microfistula Implant, как и его новая версия — XEN Gel Stent, представляет собой трубку из желатина (гидролизованый коллаген). Изделие имплантируется *ab interno* в супрахориоидальное пространство с помощью инжектора, аналогичного применяемому для факоэмульсификации. В тканях желатиновый дренаж меняет конфигурацию. В настоящее время проводятся клинические испытания 3-й фазы (2012–2014 гг.).

Основываясь на наиболее значимых характеристиках описанных методик, мы предлагаем следующую классификацию современных способов хирургического лечения глаукомы с использованием дренажных устройств.

I. По механизму действия:

1. *Дренаживание влаги передней камеры в эписклеральный резервуар*: дренажные устройства Moltano, Baerveldt, Krupin, Ahmed Glaucoma Valve.

2. *Создание нового пути оттока через фильтрационную подушку под лоскутом склеры или конъюнктивы*: мини-шунт Ex-PRESS™.

3. *Создание пути оттока в супрахориоидальное пространство — интрасклеральные системы*: AqueSys Microfistula Implant, CyPass, SOLX Gold Micro-Shunt.

4. *Форсирование оттока водянистой влаги в шлеммов канал*: трабекулэктомия внутренним доступом, iStent, Hydrus™ Microstent, каналопластика (iScience).

II. По виду операционного доступа:

1. *Наружным доступом (ab externo)*: каналопластика (iScience), SOLX Gold Micro-Shunt, Ex-PRESS™.

2. *Внутренним доступом (ab interno)*: AqueSys Microfistula Implant, CyPass, iStent, Hydrus™ Microstent.

III. По материалу имплантируемого устройства:

1. *Металлы и сплавы*: Ex-PRESS™, SOLX Gold Micro-Shunt, Hydrus™ Microstent, iStent.

2. *Полимерные материалы*: каналопластика (iScience), CyPass.

3. *Биомолекулы*: AqueSys Microfistula Implant.

Как отмечают эксперты центра доказательной медицины (Johns Hopkins University, США), пока невозможно сделать заключение в отношении эффективности тех или иных новых способов лечения глаукомы, так как исследователями не представлено достаточно данных в отношении изменений зрительного нерва и полей зрения у исследуемых пациентов [50, 51]. Не все имеющиеся методики можно сравнить с «золотыми стандартами» традиционной хирургии в плане гипотензивного эффекта и частоты развития осложнений [52, 53]. Требуется рандомизированные исследования, которые

покажут клиническую эффективность новых технологий в сравнении с традиционными не только в отношении снижения ВГД, но и в отношении достижения цели лечения глаукомы — стойкой стабилизации зрительных функций.

Финансирование исследования и конфликт интересов. Исследование не финансировалось какими-либо источниками, и конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

Литература

1. Leske M.C., Heijl A., Hussein M., Bengtsson B., Hyman L., Komaroff E. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol* 2003 Jan; 121(1): 48–56, <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.121.1.48>.

2. Caprioli J., Coleman A.L. Intraocular pressure fluctuation: a risk factor for visual field progression at low intraocular pressures in the advanced glaucoma intervention study. *Ophthalmology* 2008 Jul; 115(7): 1123–1129.e3. Epub 2008 Feb 20, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.10.031>.

3. Lee P.P., Walt J.W., Rosenblatt L.C., et al. Association between intraocular pressure variation and glaucoma progression: data from a United States chart review. *Am J Ophthalmol* 2007 Dec; 144(6): 901–907. Epub 2007 Oct 24.

4. Сметанкин И.Г. Динамика внутриглазного давления у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой после факоэмульсификации катаракты с использованием коаксиальной и бимануальной методик. *Глаукома* 2008; 4: 32–35.

5. Burr J., Azuara-Blanco A., Avenell A., Tuulonen A. Medical versus surgical interventions for open angle glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 Sep 12; 9: CD004399, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004399.pub3>.

6. Sharaawy T., Bhartiya S. Surgical management of glaucoma: evolving paradigms. *Indian J Ophthalmol* 2011; 59: 123–130, <http://dx.doi.org/10.4103/0301-4738.73692>.

7. Razeghinejad M.R., Spaeth G.L. A history of the surgical management of glaucoma. *Optom Vis Sci* 2011 Jan; 88(1): E39–47. <http://dx.doi.org/10.1097/OPX.0b013e3181fe2226>.

8. Федоров С.Н., Иоффе Д.И., Ронкина Т.И. Антиглаукоматозная операция — глубокая склерэктомия. *Вестник офтальмологии* 1982; 4: 6–10.

9. Федоров С.Н., Козлов В.И., Тимошкина Н.Т. Непроницающая глубокая склерэктомия при открытоугольной глаукоме. *Офтальмохирургия* 1989; 3/4: 52–55.

10. Краснов М.М. *Микрохирургия глауком*. М: Медицина; 1980; 248 с.

11. Нероев В.В., Быков В.П., Кваша О.И., Белевцева Т.А. Хирургическое лечение глаукомы путем микродренирования. РМЖ. Приложение. *Клиническая офтальмология* 2009; 10(3): 113–116.

12. Patel S., Pasquale L.R. Glaucoma drainage devices: a review of the past, present, and future. *Semin Ophthalmol* 2010 Sep–Nov; 25(5–6): 265–270, <http://dx.doi.org/10.3109/08820538.2010.518840>

13. Gedde S.J., Parrish R.K. 2nd, Budenz D.L., Heuer D.K. Update on aqueous shunts. *Exp Eye Res* 2011 Sep; 93(3): 284–290. Epub 2011 Mar 31, <http://dx.doi.org/10.1016/j.exer.2011.03.013>.

14. Minckler D.S., Francis B.A., Hodapp E.A., et al. Aqueous shunts in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008 Jun; 115(6): 1089–98, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.03.031>.

15. Kahook M.Y. Glaucoma surgery: how do we get from here to there? *Middle East Afr J Ophthalmol* 2009 Jul–Sep; 16(3): 105–106, <http://dx.doi.org/10.4103/0974-9233.56218>.

16. Souza C., Tran D.H., Loman J., et al. Long-term outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation in refractory glaucomas. *Am J Ophthalmol* 2007 Dec; 144(6): 893–900. Epub 2007 Oct 4.

17. Gedde S.J., Panarelli J.F., Banitt M.R., Lee R.K. Evidenced-

based comparison of aqueous shunts. *Curr Opin Ophthalmol* 2013 Mar; 24(2): 87–95, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e32835cf0f5>.

18. Yu D.Y., Morgan W.H., Sun X., et al. The critical role of the conjunctiva in glaucoma filtration surgery. *Prog Retin Eye Res* 2009 Sep; 28(5): 303–328. Epub 2009 Jun 30, <http://dx.doi.org/10.1016/j.preteyeres.2009.06.004>.

19. Schmidt W., Kastner C., Sternberg K., et al. New concepts for glaucoma implants — controlled aqueous humor drainage, encapsulation prevention and local drug delivery. *Curr Pharm Biotechnol* 2013 Jan; 14(1): 98–111.

20. Nguyen Q.H., Budenz D.L., Parrish R.K. 2nd. Complications of Baerveldt glaucoma drainage implants. *Arch Ophthalmol* 1998 May; 116(5): 571–575, <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.116.5.571>.

21. Minckler D.S., Hill R.A. Use of novel devices for control of intraocular pressure. *Exp Eye Res* 2009 Apr; 88(4): 792–798. Epub 2008 Nov 30, <http://dx.doi.org/10.1016/j.exer.2008.11.010>.

22. Saheb H., Ahmed I.I. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol* 2012 Mar; 23(2): 96–104, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834ff1e7>.

23. Еричев В.П., Асратян Г.К. Эффективность и безопасность микрошунтирования в хирургии первичной глаукомы. *Глаукома* 2012; 4: 50–54.

24. Rouse J.M., Sarkisian S.R. Jr. Mini-drainage devices: the Ex-PRESS Mini-Glaucoma Device. *Dev Ophthalmol* 2012; 50: 90–95. Epub 2012 Apr 17, <http://dx.doi.org/10.1159/000334780>.

25. Gregory L., Khouri A.S., Lari H.B., Fechtner R.D. Technique for intraoperative reuse of Ex-PRESS delivery system. *J Glaucoma* 2013 Apr–May; 22(4): e5–e6, <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e318239c1bd>.

26. Khouri A.S., Khan M.N., Fechtner R.D., Vold S.D. Technique for removal of malpositioned Ex-PRESS glaucoma device. *J Glaucoma* 2012 Dec 3. [Epub ahead of print].

27. Hoffman R.S., Crandall A.S., Crandall D.A., et al. Minimally invasive external mini-glaucoma shunt implantation without conjunctival dissection. *J Glaucoma* 2012 Aug 23. [Epub ahead of print], <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e31826a7edf>.

28. Salim S. Current variations of glaucoma filtration surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2012 Mar; 23(2): 89–95, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834ff401>.

29. Seider M.I., Rofagha S., Lin S.C., Stamper R.L. Resident-performed Ex-PRESS shunt implantation versus trabeculectomy. *Journal of Glaucoma* 2012 Sep; 21(7): 469–474, <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182182bfb>.

30. Dahan E., Ben Simon G.J., Lafuma A. Comparison of trabeculectomy and Ex-PRESS implantation in fellow eyes of the same patient: a prospective, randomised study. *Eye (Lond)* 2012 May; 26(5): 703–710. Published online 2012 Feb 17, <http://dx.doi.org/10.1038/eye.2012.13>.

31. Hammel N., Lusky M., Kaiserman I., Robinson A., Bahar I. Changes in anterior segment parameters after insertion of Ex-PRESS miniature glaucoma implant. *J Glaucoma* 2012 Mar 7. [Epub ahead of print], <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e31824d4fa1>.

32. Ashley E., Laing, Leonard K., Seibold, Jeffrey R., SooHoo, Malik Y., Kahook. Evaluation of bleb characteristics after implantation of the EX-PRESS™ glaucoma filtration device. *Mol Vis* 2012; 18: 10–13. Published online 2012 Jan 4.

33. Aziz H., Fantes F., Dubovy S. Histopathology of the Ex-PRESS shunt. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina* 2011; 42: e94–e96, <http://dx.doi.org/10.3928/15428877-20110922-01>.

34. De Feo F., Jacobson S., Nyska A., Pagani P., Traverso C.E. Histological biocompatibility of a stainless steel miniature glaucoma drainage device in humans: a case report. *Toxicol Pathol* 2009 Jun; 37(4): 512–516, <http://dx.doi.org/10.1177/0192623309336150>.

35. Geffen N., Trope G.E., Alasbali T., et al. Is the Ex-PRESS glaucoma shunt magnetic resonance imaging safe? *J Glaucoma* 2010 Feb; 19(2): 116–168, <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181a98bda>.

36. Seibold L.K., Rorrer R.A., Kahook M.Y. MRI of the Ex-PRESS stainless steel glaucoma drainage device. *Br J Ophthalmol* 2011 Feb; 95(2): 251–254, Epub 2010 Jun 24, <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.2009.173906>.

37. Francis B.A., Winarko J. Ab interno Schlemm's canal surgery: trabectome and i-stent. *Dev Ophthalmol* 2012; 50: 125–136. Epub 2012 Apr 17, <http://dx.doi.org/10.1159/000334794>.

38. Filippopoulos T., Rhee D.J. Novel surgical procedures in glaucoma: advances in penetrating glaucoma surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2008 Mar; 19(2): 149–154, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282f4f49e>.

39. Nichamin L.D. Glaukos iStent trabecular micro-bypass. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2009 Jul–Sep; 16(3): 138–140, <http://dx.doi.org/10.4103/0974-9233.56227>.

40. Grieshaber M.C. Ab externo Schlemm's canal surgery: viscocanalostomy and canaloplasty. *Dev Ophthalmol* 2012; 50: 109–124. Epub 2012 Apr 17, <http://dx.doi.org/10.1159/000334793>.

41. Сметанкин И.Г. Опыт применения микроразрезов при одномоментном комбинированном хирургическом лечении катаракты, осложненной открытоугольной глаукомой. *Глаукома* 2009; 2: 72–73.

42. Khaimi M.A. Canaloplasty using iTrack 250 microcatheter with suture tensioning on schlemm's canal. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2009 Jul–Sep; 16(3): 127–129, <http://dx.doi.org/10.4103/0974-9233.56224>.

43. Shingleton B., Tetz M., Korber N. Circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal (canaloplasty) with temporal clear corneal phacoemulsification cataract surgery for open-angle glaucoma and visually significant cataract. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 433–440, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.11.029>.

44. Godfrey D.G., Fellman R.L., Neelakantan A. Canal surgery in adult glaucomas. *Curr Opin Ophthalmol* 2009 Mar; 20(2): 116–121, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e32831eef65>.

45. Mosaed S., Dustin L., Minckler D.S. Comparative outcomes between newer and older surgeries for glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2009 Dec; 107: 127–133.

46. Cheng J.-W., Cheng S.W., Cai J.P., et al. Systematic overview of the efficacy of nonpenetrating glaucoma surgery in the treatment of open angle glaucoma. *Med Sci Monit* 2011; 17(7): 155–163, <http://dx.doi.org/10.12659/MSM.881840>.

47. Melamed S., Ben Simon G.J., Goldenfeld M., Simon G. Efficacy and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma: a pilot study. *Arch Ophthalmol* 2009 Mar; 127(3): 264–269, <http://dx.doi.org/10.1001/archophthol.2008.611>.

48. Hoeh H., Ahmed I.I., Grisanti S., et al. Early postoperative safety and surgical outcomes after implantation of a suprachoroidal micro-stent for the treatment of open-angle glaucoma concomitant with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013 Mar; 39(3): 431–437, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.10.040>.

49. Gulati V., Fan S., Hays C.L., et al. A novel 8-mm Schlemm's canal scaffold reduces outflow resistance in a human anterior segment perfusion model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013 Mar 5; 54(3): 1698–1704, <http://dx.doi.org/10.1167/iov.12-11373>.

50. Boland M.V., Ervin A.M., Friedman D., Jampel H., Hawkins B., Vollenweider D., Chelladurai Y., Ward D., Suarez-Cuervo C., Robinson K.A. Treatment for glaucoma: comparative effectiveness. Comparative effectiveness review No. 60. (Prepared by the Johns Hopkins University Evidence-based Practice Center under Contract No. HHS 290-2007-10061-I.) AHRQ Publication No. 12-EHC038-EF. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; 2012, <http://www.effectivehealthcare.ahrq.gov/reports/final.cfm>.

51. Boland M.V., Ervin A.M., Friedman D.S., Jampel H.D., Hawkins B.S., Vollenweider D., Chelladurai Y., Ward D., Suarez-Cuervo C., Robinson K.A. Comparative effectiveness of treatments for open-angle glaucoma: a systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2013 Feb 19; 158(4): 271–279, <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-158-4-201302190-00008>.

52. Francis B.A., Singh K., Lin S.C., et al. Novel glaucoma procedures: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2011 Jul; 118(7): 1466–1480, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.03.028>.

53. Reinthal E.K., Rohrbach J.M., Grisanti S. Glaucoma drainage implants. *Klin Monbl Augenheilkd* 2010 Jan; 227(1): 49–55. Epub 2010 Jan 20, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1109789>.

References

1. Leske M.C., Heijl A., Hussein M., Bengtsson B., Hyman L., Komaroff E. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the early manifest glaucoma trial. *Arch Ophthalmol* 2003 Jan; 121(1): 48–56, <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.121.1.48>.
2. Caprioli J., Coleman A.L. Intraocular pressure fluctuation: a risk factor for visual field progression at low intraocular pressures in the advanced glaucoma intervention study. *Ophthalmology* 2008 Jul; 115(7): 1123–1129.e3. Epub 2008 Feb 20, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.10.031>.
3. Lee P.P., Walt J.W., Rosenblatt L.C., et al. Association between intraocular pressure variation and glaucoma progression: data from a United States chart review. *Am J Ophthalmol* 2007 Dec; 144(6): 901–907. Epub 2007 Oct 24.
4. Smetankin I.G. Dinamika vnutriglaznogo davleniya u patsientov s pervichnoy otkrytougol'noy glaukomoy posle fakoemul'sifikatsii katarakty s ispol'zovaniem koaksial'noy i bimanual'noy metodik [Postoperative intraocular pressure after phaco surgery: bimanual microincision sleeveless phacoemulsification — coaxial phacoemulsification]. *Glaukoma — Glaucoma* 2008; 4: 32–35.
5. Burr J., Azuara-Blanco A., Avenell A., Tuulonen A. Medical versus surgical interventions for open angle glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev* 2012 Sep 12; 9: CD004399, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD004399.pub3>.
6. Sharaawy T., Bhartiya S. Surgical management of glaucoma: evolving paradigms. *Indian J Ophthalmol* 2011; 59: 123–130, <http://dx.doi.org/10.4103/0301-4738.73692>.
7. Razeghinejad M.R., Spaeth G.L. A history of the surgical management of glaucoma. *Optom Vis Sci* 2011 Jan; 88(1): E39–47, <http://dx.doi.org/10.1097/OPX.0b013e3181fe2226>.
8. Fedorov S.N., Ioffe D.I., Ronkina T.I. Antiglaukomatoznaya operatsiya — glubokaya sklerekotomiya [Anti-glaucomatous surgery — deep sclerectomy]. *Vestnik oftalmologii — Vestnik of Ophthalmology* 1982; 4: 6–10.
9. Fedorov S.N., Kozlov V.I., Timoshkina N.T. Nepronikayushchaya glubokaya sklerekotomiya pri otkrytougol'noy glaukome [Non-penetrating deep sclerectomy in open-angle glaucoma]. *Oftalmokhirurgiya — Ophthalmosurgery* 1989; 3/4: 52–55.
10. Krasnov M.M. *Mikrokhirurgiya glaukom* [Glaucoma microsurgery]. Moscow: Meditsina; 1980; 248 p.
11. Neroev V.V., Bykov V.P., Kvasha O.I., Belevtseva T.A. Khirurgicheskoe lechenie glaukomy putem mikrodrainirovaniya [Micro draining surgery in glaucoma treatment]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal Prilozhenie. Klinicheskaya oftalmologiya — Russian Medical Journal. Supplement. Clinical ophthalmology* 2009; 10(3): 113–116.
12. Patel S., Pasquale L.R. Glaucoma drainage devices: a review of the past, present, and future. *Semin Ophthalmol* 2010 Sep–Nov; 25(5–6): 265–270, <http://dx.doi.org/10.3109/08820538.2010.518840>.
13. Gedde S.J., Parrish R.K. 2nd, Budenz D.L., Heuer D.K. Update on aqueous shunts. *Exp Eye Res* 2011 Sep; 93(3): 284–290. Epub 2011 Mar 31, <http://dx.doi.org/10.1016/j.exer.2011.03.013>.
14. Minckler D.S., Francis B.A., Hodapp E.A., et al. Aqueous shunts in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008 Jun; 115(6): 1089–1098, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.03.031>.
15. Kahook M.Y. Glaucoma surgery: how do we get from here to there? *Middle East Afr J Ophthalmol* 2009 Jul–Sep; 16(3): 105–106, <http://dx.doi.org/10.4103/0974-9233.56218>.
16. Souza C., Tran D.H., Loman J., et al. Long-term outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation in refractory glaucomas. *Am J Ophthalmol* 2007 Dec; 144(6): 893–900. Epub 2007 Oct 4.
17. Gedde S.J., Panarelli J.F., Banitt M.R., Lee R.K. Evidenced-based comparison of aqueous shunts. *Curr Opin Ophthalmol* 2013 Mar; 24(2): 87–95, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3182835cf0f5>.
18. Yu D.Y., Morgan W.H., Sun X., et al. The critical role of the conjunctiva in glaucoma filtration surgery. *Prog Retin Eye Res* 2009 Sep; 28(5): 303–328. Epub 2009 Jun 30, <http://dx.doi.org/10.1016/j.preteyeres.2009.06.004>.
19. Schmidt W., Kastner C., Sternberg K., et al. New concepts for glaucoma implants — controlled aqueous humor drainage, encapsulation prevention and local drug delivery. *Curr Pharm Biotechnol* 2013 Jan; 14(1): 98–111.
20. Nguyen Q.H., Budenz D.L., Parrish R.K. 2nd. Complications of Baerveldt glaucoma drainage implants. *Arch Ophthalmol* 1998 May; 116(5): 571–575, <http://dx.doi.org/10.1001/archophth.116.5.571>.
21. Minckler D.S., Hill R.A. Use of novel devices for control of intraocular pressure. *Exp Eye Res* 2009 Apr; 88(4): 792–798. Epub 2008 Nov 30, <http://dx.doi.org/10.1016/j.exer.2008.11.010>.
22. Saheb H., Ahmed I.I. Micro-invasive glaucoma surgery: current perspectives and future directions. *Curr Opin Ophthalmol* 2012 Mar; 23(2): 96–104, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3182834ff1e7>.
23. Elichev V.P., Asratyan G.K. Effektivnost' i bezopasnost' mikroshuntirovaniya v khirurgii pervichnoy glaukomy [Efficiency and safety in primary glaucoma surgery]. *Glaukoma — Glaucoma* 2012; 4: 50–54.
24. Rouse J.M., Sarkisian S.R. Jr. Mini-drainage devices: the Ex-PRESS Mini-Glaucoma Device. *Dev Ophthalmol* 2012; 50: 90–95. Epub 2012 Apr 17, <http://dx.doi.org/10.1159/000334780>.
25. Gregory L., Khouri A.S., Lari H.B., Fechtner R.D. Technique for intraoperative reuse of Ex-PRESS delivery system. *J Glaucoma* 2013 Apr–May; 22(4): e5–e6, <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182839c1bd>.
26. Khouri A.S., Khan M.N., Fechtner R.D., Vold S.D. Technique for removal of malpositioned Ex-PRESS glaucoma device. *J Glaucoma* 2012 Dec 3. [Epub ahead of print].
27. Hoffman R.S., Crandall A.S., Crandall D.A., et al. Minimally invasive external mini-glaucoma shunt implantation without conjunctival dissection. *J Glaucoma* 2012 Aug 23. [Epub ahead of print], <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e31826a7edf>.
28. Salim S. Current variations of glaucoma filtration surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2012 Mar; 23(2): 89–95, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3182834ff401>.
29. Seider M.I., Rofagha S., Lin S.C., Stamper R.L. Resident-performed Ex-PRESS shunt implantation versus trabeculectomy. *Journal of Glaucoma* 2012 Sep; 21(7): 469–474, <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182182bfb>.
30. Dahan E., Ben Simon G.J., Lafuma A. Comparison of trabeculectomy and Ex-PRESS implantation in fellow eyes of the same patient: a prospective, randomised study. *Eye (Lond)* 2012 May; 26(5): 703–710. Published online 2012 Feb 17, <http://dx.doi.org/10.1038/eye.2012.13>.
31. Hammel N., Lusky M., Kaiserman I., Robinson A., Bahar I. Changes in anterior segment parameters after insertion of Ex-PRESS miniature glaucoma implant. *J Glaucoma* 2012 Mar 7. [Epub ahead of print], <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e31824d4fa1>.
32. Ashley E., Laing, Leonard K., Seibold, Jeffrey R., SooHoo, Malik Y., Kahook. Evaluation of bleb characteristics after implantation of the EX-PRESS™ glaucoma filtration device. *Mol Vis* 2012; 18: 10–13. Published online 2012 Jan 4.
33. Aziz H., Fantes F., Dubovy S. Histopathology of the Ex-PRESS shunt. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina* 2011; 42: e94–e96, <http://dx.doi.org/10.3928/15428877-20110922-01>.
34. De Feo F., Jacobson S., Nyska A., Pagani P., Traverso C.E. Histological biocompatibility of a stainless steel miniature glaucoma drainage device in humans: a case report. *Toxicol Pathol* 2009 Jun; 37(4): 512–516, <http://dx.doi.org/10.1177/0192623309336150>.
35. Geffen N., Trope G.E., Alasbali T., et al. Is the Ex-PRESS glaucoma shunt magnetic resonance imaging safe? *J Glaucoma* 2010 Feb; 19(2): 116–168, <http://dx.doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181a98bda>.
36. Seibold L.K., Rorrer R.A., Kahook M.Y. MRI of the Ex-PRESS stainless steel glaucoma drainage device. *Br J Ophthalmol* 2011 Feb; 95(2): 251–254. Epub 2010 Jun 24, <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.2009.173906>.
37. Francis B.A., Winarko J. Ab interno Schlemm's canal surgery: trabectome and I-stent. *Dev Ophthalmol* 2012; 50: 125–136. Epub 2012 Apr 17, <http://dx.doi.org/10.1159/000334794>.
38. Filippopoulos T., Rhee D.J. Novel surgical procedures in glaucoma: advances in penetrating glaucoma surgery. *Curr Opin*

Ophthalmol 2008 Mar; 19(2): 149–154, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282f4f49e>.

39. Nichamin L.D. Glaukos iStent trabecular micro-bypass. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2009 Jul–Sep; 16(3): 138–140, <http://dx.doi.org/10.4103/0974-9233.56227>.

40. Grieshaber M.C. Ab externo Schlemm's canal surgery: viscocanalostomy and canaloplasty. *Dev Ophthalmol* 2012; 50: 109–124. Epub 2012 Apr 17, <http://dx.doi.org/10.1159/000334793>.

41. Smetankin I.G. Opyt primeneniya mikrorazrezov pri odnomomentnom kombinirovannom khirurgicheskom lechenii katarakty, oslozhnennoy otkrytougol'noy glaukomoy [Microincisions using in case of combined procedure: glaucoma and cataract treatment] *Glaukoma — Glaucoma* 2009; 2: 72–73.

42. Khaimi M.A. Canaloplasty using iTrack 250 microcatheter with suture tensioning on schlemm's canal. *Middle East Afr J Ophthalmol* 2009 Jul–Sep; 16(3): 127–129, <http://dx.doi.org/10.4103/0974-9233.56224>.

43. Shingeleton B., Tetz M., Korber N. Circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal (canaloplasty) with temporal clear corneal phacoemulsification cataract surgery for open-angle glaucoma and visually significant cataract. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 433–40, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.11.029>.

44. Godfrey D.G., Fellman R.L., Neelakantan A. Canal surgery in adult glaucomas. *Curr Opin Ophthalmol* 2009 Mar; 20(2): 116–121, <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e32831eef65>.

45. Mosaed S., Dustin L., Minckler D.S. Comparative outcomes between newer and older surgeries for glaucoma. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2009 Dec; 107: 127–133.

46. Cheng J-W., Cheng S.W., Cai J.P., et al. Systematic overview of the efficacy of nonpenetrating glaucoma surgery in the treatment of open angle glaucoma. *Med Sci Monit* 2011; 17(7): 155–163, <http://dx.doi.org/10.12659/MSM.881840>.

47. Melamed S., Ben Simon G.J., Goldenfeld M., Simon G. Efficacy

and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma: a pilot study. *Arch Ophthalmol* 2009 Mar; 127(3): 264–269, <http://dx.doi.org/10.1001/archophthalmol.2008.611>.

48. Hoeh H., Ahmed I.I., Grisanti S., et al. Early postoperative safety and surgical outcomes after implantation of a suprachoroidal micro-stent for the treatment of open-angle glaucoma concomitant with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2013 Mar; 39(3): 431–437, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.10.040>.

49. Gulati V., Fan S., Hays C.L., et al. A novel 8-mm Schlemm's canal scaffold reduces outflow resistance in a human anterior segment perfusion model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013 Mar 5; 54(3): 1698–704, <http://dx.doi.org/10.1167/iov.12-11373>.

50. Boland M.V., Ervin A.M., Friedman D., Jampel H., Hawkins B., Vollenweider D., Chelladurai Y., Ward D., Suarez-Cuervo C., Robinson K.A. *Treatment for glaucoma: comparative effectiveness. Comparative effectiveness review No. 60.* (Prepared by the Johns Hopkins University Evidence-based Practice Center under Contract No. HHS 290-2007-10061-I.) AHRQ Publication No. 12-EHC038-EF. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; 2012, <http://www.effectivehealthcare.ahrq.gov/reports/final.cfm>.

51. Boland M.V., Ervin A.M., Friedman D.S., Jampel H.D., Hawkins B.S., Vollenweider D., Chelladurai Y., Ward D., Suarez-Cuervo C., Robinson K.A. Comparative effectiveness of treatments for open-angle glaucoma: a systematic review for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2013 Feb 19; 158(4): 271–279, <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-158-4-201302190-00008>.

52. Francis B.A., Singh K., Lin S.C., et al. Novel glaucoma procedures: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2011 Jul; 118(7): 1466–1480, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.03.028>.

53. Reinthal E.K., Rohrbach J.M., Grisanti S. Glaucoma drainage implants. *Klin Monbl Augenheilkd* 2010 Jan; 227(1): 49–55. Epub 2010 Jan 20, <http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1109789>.