

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-3-85-93>

Дренажные устройства в хирургии рефрактерной глаукомы

С.И. Анисимов — д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии¹, научный директор²

С.Ю. Анисимова — д-р мед. наук, профессор, директор²

Л.Л. Арутюнян — д-р мед. наук, врач-офтальмолог², профессор кафедры офтальмологии³

А.П. Вознюк — аспирант, врач-офтальмолог¹

¹ ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, 127473, Москва, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1

² Глазной центр «Восток-Прозрение», 123557, Москва, пер. Большой Тишинский, д. 38

³ ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 125993, Москва, ул. Баррикадная, д. 2

Глаукома — социально значимое заболевание, занимающее первое место среди причин необратимого нарушения зрения и слепоты. Рефрактерная глаукома является одной из самых тяжелых форм заболевания в связи с резистентностью к консервативному и хирургическому лечению. В условиях выраженной послеоперационной фибробластической активности тканей глаза, приводящей к грубому рубцеванию и облитерации сформированных путей оттока, необходимо использование современных материалов и методов дренажной хирургии. В настоящем обзоре представлено разнообразие дренажей, используемых на сегодняшний день. Подробно рассмотрены их основные характеристики, биосовместимость материала с тканями глаза. Представлены различные группы имплантов и сравнительная оценка их эффективности и безопасности, приведена статистика послеоперационных осложнений и отдаленных результатов хирургического лечения.

Ключевые слова: рефрактерная глаукома, дренажная хирургия, имплантат, ксенопласт

Для цитирования: Анисимов С.И., Анисимова С.Ю., Арутюнян Л.Л., Вознюк А.П. Дренажные устройства в хирургии рефрактерной глаукомы. Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (3): 85-93.

doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-85-93

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Drainage devices in refractory glaucoma surgery

S.I. Anisimov — Dr. Med. Sci., professor, chair of ophthalmology¹, scientific director²

S.Yu. Anisimova — Dr. Med. Sci., Professor, director²

L.L. Arutyunyan — Dr. Med. Sci., ophthalmologist², professor, chair of ophthalmology³

A.P. Voznyuk — PhD student, ophthalmologist¹

¹ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 20, Bldg. 1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia

² Eye center "East Sight Recovery" LLC, 38, Bolshoy Tishinsky pereulok, Moscow, 123557, Russia

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, 2/1 Bldg. 1, Barrikadnaya St., Moscow, 125993, Russia

voznyuk_artemy.vp@mail.ru

Glaucoma is a socially sensitive disease, being one of the leading causes of irreversible visual impairment and blindness. Refractory glaucoma is one of the most severe forms of the disease as it is resistant to conservative and surgical methods of treatment. Because of pronounced postoperative fibroblastic activity of eye tissues, leading to gross scarring and obliteration of outflow paths, modern materials and methods of drainage surgery are needed. The review presents a variety of drains used today and considers in detail their main characteristics and the biocompatibility of the material used with eye tissues. Various groups of implants are presented, whose effectiveness and safety are compared and assessed. The statistics of postoperative complications and long-term results of surgical treatment are given.

Keywords: refractory glaucoma, drainage surgery, implant, xenoplast

For citation: Anisimov S.I., Anisimova S.Yu., Arutyunyan L.L., Voznyuk A.P. Drainage devices in refractory glaucoma surgery. Russian ophthalmological journal. 2019; 12 (3): 85-93 (In Russian). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-85-93

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

Глаукома остается одной из ведущих причин слабовидения, слепоты и первичной инвалидизации [1]. Внутрительная группа более тяжелых форм данного заболевания объединена термином «рефрактерная глаукома» (франц. *refractaire* — упорный, невосприимчивый), которая объединяет клинические формы глаукомы, характеризующиеся тяжелым течением и устойчивостью к традиционно применяемым методам лечения.

Одним из наиболее радикальных и эффективных способов лечения пациентов с рефрактерной глаукомой (РГ) является хирургия с использованием дренажей в условиях выраженной фибробластической активности тканей глаза, приводящей к грубому рубцеванию и облитерации сформированных в ходе операции путей оттока водянистой влаги [2, 3].

В настоящее время существует три основных хирургических подхода к лечению пациентов с РГ: стандартная фильтрующая хирургия с интраоперационным применением цитостатиков (использование дополнительно митомицина), хирургия с применением дренажей и циклодеструктивные вмешательства. Развитие дренажной хирургии происходило в три этапа [4].

1. Транслимбальные дренажи — сетоны (от лат. *saeta, seta* — щетина), конструкция которых представляла собой примитивный выпускник (выпускной дренаж), который отводил водянистую влагу по своей поверхности. По составу сетоны бывают коллагеновые, гидрогелевые, полиуретановые, лавсановые, силиконовые и др. Первые попытки их использования были предприняты французским офтальмологом L. Wecker еще в 1886 г., когда в качестве сетона была предложена золотая проволока. Однако вскоре от этого метода вынуждены были отказаться по причине частых осложнений, связанных с плохой фиксацией выпускного дренажа и травмированием структур глаза [5].

2. Шунты-трубочки, которые отводят водянистую влагу с образованием фильтрационной подушки под конъюнктивой.

3. Шунтовые устройства и клапаны, конструкции которых усложнялись с целью создания клапанных механизмов, уменьшения объема и размера дренажа.

Все дренажные устройства можно классифицировать по материалу, из которого они изготовлены, и по их техническим характеристикам. Последние, в свою очередь, можно разделить на две большие группы:

- устройства, осуществляющие активный отток жидкости из передней камеры: дренажи Molten, Krupin, Schocket, Baerveldt, Ahmed, Ex-PRESS шунт;
- устройства, препятствующие избыточному рубцеванию (склеро-склеральному и склеро-конъюнктивальному) и обеспечивающие пассивный ток жидкости из передней камеры: ксенопласт, iGen, HealaFlow, Glautex и др.

В зависимости от материала различают:

- дренажи на основе коллагена: аутодренажи из тканей пациента — лоскутов склеры, фрагментов роговицы, капсулы хрусталика, десцеметовой оболочки [6, 7, 8]; аллодренажи из тканей донора — аллотрансплантатов, ксенотрансплантатов; экплантодренажи — синтетические, из полимерных материалов [9, 10];

- дренажи с металлической основой: Ex-PRESS-шунт, SOLX Gold Micro-Shunt, Hydrus microstent, iStent;

- дренажи с синтетической полимерной основой: STARflo (iSTAR Medical), CyPass;

- дренажи с биополимерной основой: iGen, Aquesys microfistula implant — XEN Gel stent, HealaFlow.

С.Н. Светозарский и соавт. [11] предложили классификацию дренажных устройств:

1) по механизму действия:

— дренирование влаги передней камеры в эписклеральный резервуар: дренажные устройства Molteno, Baerveldt, Krupin, Ahmed Glaucoma Valve;

— создание нового пути оттока через фильтрационную подушку под лоскутом склеры или конъюнктивы: мини-шунт Ex-PRESS;

— создание пути оттока в супрахориоидальное пространство — интрасклеральные системы: AqueSys microfistula implant — XEN Gel stent, CyPass, iStent, SOLX Gold Micro-Shunt, STARflo;

— форсирование оттока водянистой влаги в шлеммов канал: трабекулэктомия внутренним доступом, iS-tent, Hydrus Microstent, каналопластика (iScience).

2) по виду операционного доступа:

— наружным доступом (*ab externo*): каналопластика (iScience), SOLX Gold Micro-Shunt, Ex-PRESS;

— внутренним доступом (*ab interno*): AqueSys microfistula implant, CyPass, iStent, Hydrus Microstent.

К преимуществам располагающихся между слоями склеры аутодренажей можно отнести оптимальную биосовместимость при минимальной послеоперационной воспалительной реакции, однако в отдаленном периоде, в связи с быстрой организацией, рубцеванием и последующей блокадой сформированных операцией путей оттока, не удавалось достичь пролонгированного гипотензивного эффекта [12, 13]. Из аллодренажей более широкое распространение получил губчатый аллогенный биоматериал, созданный по технологии «Аллоплант» [14]. Данная аллоткань позволяет за счет своей пористой структуры дозированно снижать внутриглазное давление (ВГД) путем улучшения оттока водянистой влаги из передней камеры в супраувеальное пространство или интрасклерально. Исследование Г. Корнилаевой со сроком наблюдения 5 лет показало высокую эффективность в нормализации офтальмотонуса [14].

Заслуживает внимания использование в качестве аллоимпланта амниотической мембраны, которая обладает антиангиоидными и противовоспалительными свойствами, а также тормозит избыточное рубцевание за счет ингибирования активности тромбоцитарного трансформирующего фактора роста, достоверно продлевая гипотензивный эффект трабекулэктомии [15–17].

С.Ю. Анисимовой и соавт. [18] предложен антиглаукомный коллагеновый дренаж ксенопласт. Дренаж изготовлен из костного коллагена I типа животного происхождения, структура которого насыщена сульфатированными гликозаминогликанами, влияющими на процессы репарации и повышающими биосовместимость дренажа. Пористость и эластичность дренажа позволяет проводить жидкость по всей его структуре и обеспечивает его стабильное положение. Набухание составляет не более 0,1 %. Ксенопласт биосовместим с тканями глаза, не вызывает воспалительной реакции, не обладает ток-

сичностью и иммуногенностью, длительное время не резорбируется и стоек к биодеструкции [18, 19]. В клиническом исследовании отмечено, что при использовании коллагенового дренажа не наблюдается сращения склеральных лоскутов. Исследование большой группы больных показало: в основной группе при антиглаукомной операции с ксенопластом в 70 % случаев была достигнута нормализация ВГД без гипотензивной терапии, тогда как в группе контроля результат был достигнут у 66,7 % пациентов [19, 20].

Отмечается также высокая эффективность ксенопласта при рефрактерной глаукоме в условиях выраженных склеро-склеральных сращений. При хирургическом лечении пациентов с резистентной глаукомой в течение полутора лет отмечался стойкий гипотензивный эффект. Через 6 мес после антиглаукомной операции с коллагеновым дренажом средний показатель ВГД был $10,5 \pm 0,5$ мм рт. ст., через 1,5 года — $13,0 \pm 0,5$ мм рт. ст. без дополнительного гипотензивного лечения [21].

В широкой практике также применяются эксклантодренажи, как на основе синтетических полимеров, так и природных мономеров (биополимеров). К первым относят дренажи из лейкосапфира, гидрофильной пластмассы, лавсана, полиэтилена, силикона, полистирола, фторопласта, пенополиуретана [22–24], а также гидрогелевые дренажи на основе синтетических полимеров [25]. Под руководством В.В. Волкова проводились сравнительные исследования эффективности дренажей на различной полимерной основе. Предпочтительные клинико-функциональные результаты продемонстрировал силиконовый дренаж, обеспечивающий высокую стабильность и длительную сохранность в зоне операции [26]. Несмотря на наличие таких достоинств этих дренажей, как простота конструкции, легкость имплантации, низкий процент осложнений, невысокая стоимость, нередко их установка заканчивается неудачей из-за проблем, связанных с развивающимся фиброзированием созданного канала вокруг его дистального края [8].

В связи с этим получило свое развитие новое поколение дренажей — шунтов-трубочек, обеспечивающих активный отток камерной влаги в расположенный экваториально субтеноновый резервуар, накопление влаги в котором позволяло препятствовать облитерации дистального конца рубцовой тканью [27, 28].

Самыми распространенными представителями этой группы устройств стали дренажи Molteno, Krupin, Schocket, Baerveldt и Ahmed.

Первым подобным устройством стал дренаж Molteno, описанный в 1968 г. [29]. Основными элементами этого неклапанного имплантата являются дренажная трубка и акриловое плато, устанавливаемое в субтеноновое пространство, вокруг которого формировалась фильтрационная подушка в области экватора. За счет размеров самого плато и,

соответственно, увеличения площади всасываемости влаги предполагалось исключение фибрирования путей оттока [30]. В отдаленном периоде многолетнего наблюдения пациентов с установленным устройством отмечена высокая эффективность дренажа: лишь в 3 % случаев ВГД составило ≥ 21 мм рт. ст. [29, 31, 32].

С целью увеличения площади фильтрационной подушки и пролонгации стойкого целевого ВГД S. Schocket и соавт. [33] в 1985 г. предложили сочетать силиконовую трубку с циркулярной лентой. Один конец трубочки (внутренний диаметр — 0,12 мм, наружный — 0,25 мм) имплантируется в переднюю камеру глаза, другой крепится под циркулярную ленту.

G. Vaerveldt и соавт. [34] предложили свой вариант дренажа — модифицированный вариант шунта Molteno. Эта бесклапанная конструкция состоит из силиконовой трубочки и овальной пластины, импрегнированной бариером, размеры которой могут быть различными [35]. По данным источника [36], эффективность применения импланта Vaerveldt составила 72 %.

Многочисленные клинические исследования показывают (без клинически значимой разницы) достаточно высокую эффективность таких дренажей, особенно в случаях рефрактерной глаукомы [37]. Вместе с тем основным недостатком имплантации описанных выше дренажей является выраженная и длительная послеоперационная гипотония, вызванная слишком большим и ничем не регулируемым оттоком водянистой влаги, что может сопровождаться рядом таких сопутствующих специфических осложнений, как гипотония, цилиохориоидальная отслойка, мелкая передняя камера, гифема, гемофтальм, кистозный отек макулы [38–40]. Нерегулируемая фильтрация в раннем послеоперационном периоде, приводящая к частым осложнениям, обусловила необходимость создания глаукомных дренажей, снабженных клапаном, поддерживающим стабильные показатели офтальмотонуса.

Первым устройством, снабженным клапаном, стал дренаж Krupin — Denver, состоящий из внутренней (внутрикамерной) супраимидной трубочки, соединенной с наружной (субконъюнктивальной) силиконовой трубкой [41]. Клапанный эффект осуществляют горизонтальные и вертикальные прорезы в запаянном дистальном конце силиконовой трубки. Давление открытия равно 10,0–12,0 мм рт. ст., закрытие происходит при ВГД 10,0 мм рт. ст. и ниже. Поскольку прорезы нередко зарастали фиброзной тканью, на смену стандартному клапану Krupin — Denver пришли его модификации. Последняя модель очень напоминает имплант Molteno, снабженный силиконовым эксплантатом [42]. P. Fellenbaum и соавт. [43] при неплохом эффекте применения клапана Krupin — Denver (66 %) отметили высокий риск послеоперационной гипотонии (8 %) и отслойки сосудистой оболочки (28 %).

В 1993 г. I. Ahmed предложил первое клапанное устройство, представляющее собой силиконовую трубку и полипропиленовый резервуар. Механизм работы клапанного дренажа Ahmed Glaucoma Valve заключается в отведении через микротрубочку водянистой влаги из передней камеры глаза с формированием резервуара в субтеноновом пространстве и постепенной резорбции и эвакуации жидкости через формирующиеся субтеноновые протоки. Для предупреждения гиперфильтрации в раннем послеоперационном периоде в дренаже имеется клапан, открывающийся при ВГД более 8 мм рт. ст. [44]. Локализация импланта в области экватора глаза, вне зоны прилегания век, не приносит дискомфорта, чувства инородного тела [45].

Уже первые работы по изучению эффективности клапана Ahmed подтвердили его способность предотвращать избыточную фильтрацию в раннем послеоперационном периоде и существенно снижать частоту осложнений [46], среди которых диплопия после имплантации дренажа [47], эндотелиальная дистрофия [48], цилиохориоидальная отслойка (ЦХО), макулопатия [49], ограничение подвижности глазного яблока. Кроме того, возможен некроз склерального лоскута и конъюнктивы, инфицирование полости глаза [50]. В отдаленном периоде вокруг наружного конца дренажа происходит формирование соединительнотканной капсулы, что является основной причиной рецидива повышения ВГД. Возможна также закупорка просвета дренажа радужкой, стекловидным телом, экссудатом, фиброзной тканью с последующим повышением ВГД [51]. F. Gil-Carrasco и соавт. [52] сообщают о стабилизации офтальмотонуса после имплантации клапана Ahmed при увеальной глаукоме у 57 % больных в течение 2 лет наблюдения. В 2009 г. E. Lee и соавт. [53] провели сравнительное исследование влияния имплантированного дренажа Ahmed на эндотелий роговицы. За время наблюдения (12 и 24 мес) потеря эндотелиальных клеток составила 15,3 и 18,6 % соответственно. Потеря клеток зарегистрирована больше в верхней половине роговицы, где была установлена проксимальная часть дренажной трубки [53].

Отмечается, что использование клапанного дренажа Ahmed позволяет эффективно снизить ВГД даже в терминальной стадии глаукомы, а его можно также рекомендовать в качестве операции выбора при терминальной болящей глаукоме [54].

В 1998 г. Y. Glovinsky и соавт. [55] представили дренаж для микрошунтирования Ex-PRESS (Excessive Pressure Regulation Shunt System) на металлической основе, который получил широкое распространение. Производится Ex-PRESS в Израиле (Optonol Ltd., с 2010 г. — Alcon). Безопасность и биологическая инертность медицинских изделий, изготовленных из нержавеющей стали для применения в офтальмологии, доказаны экспериментально [56] и на большом клиническом материале [57].

Шунт представляет собой бесклапанное устройство из нержавеющей стали длиной 2,64 мм, со скошенным заостренным концом. Внешний диаметр его 400 мкм (27 G), внутренний — 50 мкм. В стенке трубки рядом со срезом расположено дополнительное отверстие — вспомогательный порт. Таким образом, доступ внутриглазной жидкости из передней камеры внутрь дренажа осуществляется в двух взаимно перпендикулярных направлениях, что увеличивает эффективность фильтрации и препятствует возможной блокаде входных отверстий. Специальный выступ, напоминаящий шпору, предназначен для правильной фиксации шунта в передней камере и предотвращения его самопроизвольной эксплантации. Наружный конец микрошунта снабжен плоской площадкой, контролирующей его положение и препятствующей проникновению в переднюю камеру. Вертикальный канал вдоль площадки и округлый паз создают дополнительное пространство для оттока водянистой влаги из полости шунта и формирования интрасклеральной щели, из которой жидкость перемещается под конъюнктиву, формируя фильтрационную подушку [58]. Первые экспериментальные испытания выявили преимущества шунта. Местная реакция тканей проявлялась в формировании тонкой, зрелой фиброзной капсулы толщиной < 0,04 мм, лишенной воспалительных клеток. Эта капсула окружала около 25 % площади поверхности имплантата. Просветы устройства были лишены воспалительного экссудата [55]. Безопасность Ex-PRESS-шунта описана и в работе F. Feo и соавт. [59], которые, проводя клиническое и посмертное исследование, сравнивали признаки воспалительной реакции нового мини-шунта с дренажами Baerveldt и Ahmed. Данные этого исследования свидетельствуют об отсутствии влияния Ex-PRESS-шунта на эндотелий роговицы, состояние которого было сопоставимо с эндотелием неоперированных глаз.

М.М. Бикбов и И.И. Хуснитдинов сравнили эффективность применения дренажных устройств Ex-PRESS и Ahmed при вторичной неоваскулярной глаукоме (НВГ) у пациентов с сахарным диабетом (СД). Применение дренажного устройства Ex-PRESS при вторичной НВГ на фоне СД оказалось неэффективным в 70 % случаев. В качестве выбора была рекомендована имплантация клапана Ahmed, в результате количество неудачных исходов отмечено лишь в 20 % случаев.

В 2005 г. изучили опыт применения шунта у 15 больных (30 глаз) с ПОУГ со сроком наблюдения 2 года [60]. При применении шунта Ex-PRESS на одном глазу и выполнении стандартной трабекулэктомии на парном глазу больший гипотензивный эффект был достигнут при постановке шунта. Установлено, что синдром мелкой передней камеры и ЦХО в послеоперационном периоде возникали чаще после проведения трабекулэктомии, чем при имплантации шунта [61]. В 2009 г. E. Kanner и соавт. [62]

представили результаты обследования 345 пациентов с ПОУГ, у которых на 231 глазу был имплантирован шунт Ex-PRESS, а на 114 глазах произведена имплантация шунта в сочетании с факоэмульсификацией. После 3 лет гипотензивный эффект был достигнут в 94,8 и в 95 % наблюдений соответственно [62]. В ряде случаев в послеоперационном периоде возникала блокада шунта нитями фибрина.

К.Б. Першин и соавт. [63] заключают, что имплантация мини-шунта Ex-PRESS показана в осложненных случаях рефрактерной глаукомы при неэффективности ранее проведенных вмешательств или отсутствии компенсации ВГД на максимальном медикаментозном гипотензивном режиме. Оптимальные результаты возможны при имплантации мини-шунта под поверхностный склеральный лоскут и особом режиме послеоперационного ведения пациента, позволяющего поддерживать функционирование шунта и обеспечивать толерантное ВГД [63].

Преимущества имплантации дренажа Ex-PRESS для лечения рефрактерной глаукомы описаны в большом количестве работ. 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, или как альтернативу трабекулэктомии у пациентов с целевым ВГД 13–15 мм рт. ст. Однако в работе L. Wagschal и соавт. [64] приводятся доказательства отсутствия значимых различий между НГСЭ с имплантацией Ex-PRESS и традиционной трабекулэктомией через год наблюдения.

Е. Moisseiev и соавт. [65] заключили также, что стандартные трабекулэктомии и Ex-PRESS-шунт имеют сходные профили эффективности и безопасности. Поскольку шунт значительно дороже, его использование может быть неоправданным, особенно в качестве первичной процедуры.

Более сложный по строению, но также широко распространенный дренаж компании SOLX (Израиль) Gold Micro-Shunt представляет собой золотую пластину размерами 3,2 × 5,2 мм, пронизанную множеством микроканалов, по которым и осуществляется отток жидкости. Шунт имплантируется в супрахориоидальное пространство *ab externo*. Выбор золота в качестве материала для дренажа обусловлен его инертностью по отношению к тканям глаза. Большинство клинических исследований отражает высокую эффективность данного шунта. За 4 года наблюдения за пациентами с глаукомой, которым был имплантирован такой дренаж, значения ВГД находилось в пределах 5–21 мм рт. ст. в 97 % случаев [66].

В последнее время получило свое активное развитие новое направление в хирургии глаукомы — микроинвазивная хирургия. Каналопластика (iscience) и вискоканалостомия относятся

к операциям на шлеммовом канале без формирования фильтрационной подушки. При вискоканалостомии в шлеммов канал вводят вискоэластик с целью расширения просвета канала и образования микроразрывов в его внутренней стенке. При каналопластике 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) [67], с помощью которого 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 [68]. Отсутствие искусственных отверстий и фильтрационной подушки на поверхности глазного яблока, а также контроль оттока влаги, определяемый физиологической резистентностью элементов классического пути оттока, приводят к снижению риска осложнений в виде гипотонии и реже вызывают побочные эффекты [69].

Микростент Hydrus выполнен в виде трубчатого каркаса из нитинола длиной 8 мм, имплантируемого *ab interno* в просвет шлеммова канала. Нитинол — материал с памятью формы, то есть с фиксированным соотношением атомов. В 2012 г. были представлены первые долгосрочные результаты факоэмульсификации катаракты с имплантацией Hydrus, отражающие его достаточно высокую эффективность [70]. При этом отмечены осложнения в виде субконъюнктивальных и супрахориоидальных кровоизлияний, гипотонии, гифемы, периферических гониосинехий.

Микростент iStent, изготовленный из медицинского титана с гепариновым покрытием, представляет собой изогнутую под прямым углом трубку длиной 1 мм с наружным диаметром 0,25 мм и внутренним диаметром 0,12 мм, который устанавливают в нижнем назальном квадранте заостренным концом в просвет шлеммова канала, второй конец остается обращенным в переднюю камеру [71]. Предварительные исследования, проводимые в течение 12 мес, показали снижение истинного ВГД с $20,0 \pm 6,3$ до $12,5 \pm 2,5$ мм рт. ст. При этом не отмечены случаи дислокации имплантата, но описан один случай формирования передних синехий и один случай частичной непроходимости ветви центральной вены сетчатки в раннем послеоперационном периоде [72].

Одной из последних разработок дренажей на основе силиконового эластомера является дренаж STARflo (iSTAR Medical). Он имеет длину 8 мм, ширину 3–5 мм и толщину 0,275 мм. Дренаж используется при проникающих хирургических вмешательствах и предназначен для транспорта внутриглазной жидкости (ВГЖ) под конъюнктиву и в супрахориоидальное пространство. В ходе эксперименталь-

но-морфологического исследования разработчики определили оптимальную внутреннюю структуру для обеспечения транспорта ВГЖ и снижения вероятности соединительнотканного инкапсулирования [73].

Микростент CyPass — это перфорированная трубочка из полиамида (термостабильный биосовместимый полимер) длиной 6,35 мм с внутренним диаметром 0,3 мм, наружным — 0,51 мм. Устанавливается микростент в супрахориоидальное пространство (*ab interno*). Первые результаты применения микростента показали его эффективность и безопасность в лечении глаукомы [74].

Для подавления избыточных склеро-конъюнктивальных сращений в послеоперационной зоне был разработан коллагеновый рассасывающийся дренаж iGen [75]. Он представляет собой пористый гликозаминогликановый матрикс, состоящий из подвергнутого обработке коллагена, и хондроитин-6-сульфата. Применение трехмерных коллагеновых гликозаминогликанов и коллагена приводит к снижению регенерации миофибробластов, фибробластов и секретируемого экстрацеллюлярного матрикса (коллагена), в результате чего не формируется грубая рубцовая ткань. Сразу после операции пористая структура iGen действует как резервуар для ВГЖ. Имплантат придавливает склеральный лоскут и не позволяет ВГД снижаться слишком быстро, предотвращая развитие выраженной гипотонии. Образующиеся в ходе асептической воспалительной реакции фибробласты растут не хаотично, а упорядоченно, по пористым туннелям iGen. Через 30–90 дней происходит объемная биодеструкция дренажа с формированием разлитой фильтрационной подушки [76]. Сравнительная оценка использования iGen и других видов хирургического лечения глаукомы показала неоднозначные результаты [77]. Греческие ученые на протяжении 6 мес изучали 40 глаз 40 пациентов и пришли к выводу, что нет никаких существенных преимуществ нового дренажа iGen по сравнению с обычной синустрабекулэктомией [78]. Немецкие ученые, оценивая эффективность iGen, пришли к нескольким другим результатам: компенсация офтальмотонуса достигнута в 50 % в группе с дренажом [79]. При имплантации дренажа iGen пациентам с ранее оперированной глаукомой компенсация офтальмотонуса наблюдалась в 42,9 %. У 57,1 % на разных этапах после хирургического лечения произошло повышение ВГД, в связи с чем была назначена дополнительная терапия, которая оказалась эффективной в 39,3 %. У 17,9 % не наблюдалось компенсации ВГД, что потребовало дополнительного вмешательства. Гифема с уровнем в передней камере не более 3 мм была отмечена в 10,7 %. Мелкая передняя камера и ЦХО обнаружены у 14,3 % на 3–5-й день после операции.

Aquesys microfistula implant, как и его новая версия — XEN Gel stent, представляет собой трубку из свиного желатина (частично гидролизированный

коллаген), прошедшего обработку кросслинкингом с глутаральдегидом, после чего он может находиться в интрасклеральном пространстве 6–12 мес. Изделие имплантируется *ab interno* в супрахориоидальное пространство с помощью инжектора, аналогичного применяемому для факоемульсификации. В тканях желатиновый дренаж меняет конфигурацию. За это время формируется склеральный туннель для оттока ВГЖ. Первые клинические результаты носят обнадеживающий характер, однако отдаленные результаты пока не представлены [80].

В дренажной хирургии получили также широкое распространение вискоэластичные полимеры [81]. Данные соединения характеризуются быстрой биодеградацией (несколько суток), что является их существенным недостатком. Однако было создано более стойкое полимерное соединение на основе натрия гиалуроната — Heala Flow (Anteis, Швейцария). Оно представляет собой стерильный, бесцветный, прозрачный, вискоэластичный гель, состоящий из 22,5 мг/мл гиалуроната натрия неживотного происхождения. Предотвращая адгезию тканей (склера и конъюнктивы), он создает длительный и устойчивый эффект: стабилизацию субсклерального и субконъюнктивального пространства. Высокая гидрофильность гиалуроната натрия определяет превалирующий механизм биодеградации — объемный. Heala Flow обладает некоторым противовоспалительным эффектом: гиалуроновая кислота предупреждает воспаление и фиброз, ингибируя цитокины, клетки-мигранты, фагоцитоз и лимфоцитоз [82]. В отличие от других вискоэластичных соединений, резорбируемых в течение нескольких дней, сшивающая формула Heala Flow не позволяет ему рассасываться в течение 1–2 мес [83]. S. Roy и A. Mermoud [82] в течение 2 лет наблюдали за результатами применения Heala Flow у 55 пациентов. ВГД ≤ 18 мм рт. ст. без назначения дополнительных медикаментозных препаратов было получено почти в 70 % случаев. В работе J. Sturmer и соавт. [83] получены аналогичные результаты.

Отечественными учеными, кроме дренажа коллагенового антиглаукоматозного — ксенопласта разработан биодеградируемый композитный дренаж на основе полимолочной кислоты и полиэтиленгликоля — глаутекс. Полиэтиленгликоль является влагоудерживающим веществом и используется для повышения растворимости субстанций или придания им гидрофильных свойств, что определяет превалирующий механизм биодеградации — объемный. После имплантации дренаж осуществляет профилактику склеро-склеральных, склеро-конъюнктивальных сращений, рубцевания по ребру поверхностного склерального лоскута [84]. Время полной резорбции составляет 4–8 мес, что обеспечивает стабильный гипотензивный эффект. Компенсации ВГД при имплантации дренажа глаутекс удалось достичь в 62,5 % [85].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение РГ считается наиболее эффективным способом достижения стойкой нормализации ВГД. Разнообразие используемых на сегодняшний день дренажей соответствует широкому разбросу их основных характеристик. Каждое из используемых устройств имеет как преимущества, так и недостатки. Лечение РГ требует дифференцированного подхода в каждом конкретном случае, с учетом клинической ситуации, оказывающей активное влияние на исход операции.

Литература /References

1. Либман Е.С., Гальперин М.Р., Гришина Е.Е., Сенкевич Н.Ю. Подходы к оценке качества жизни офтальмологических больных. Клиническая офтальмология. 2002; 3 (3): 119–21.
Libman E.S., Gal'perin M.R., Grishina E.E., Senkevich N.Yu. Approaches to assessing the quality of life of ophthalmic patients. *Clinical Ophthalmology*. 2002; 3 (3): 119–21 (in Russian).
2. Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Ларионов Е.В. Хирургия глаукомы XXI. Москва: Апрель; 2012.
Anisimova S.Yu., Anisimov S.I., Larionov E.V. Glaucoma surgery XXI. Moscow: April; 2012 (in Russian).
3. Бессмертный А.М. К вопросу о дифференцированном хирургическом лечении основных форм рефрактерной глаукомы. РМЖ «Клиническая офтальмология». 2005; 2: 80–2.
Bessmertny A.M. On differentiated surgical treatment of principal forms of refractory glaucoma. *RMJ Clinical ophthalmology*. 2005; 2: 80–2 (in Russian).
4. Чупров А.Д., Гаврилова И.А. Сравнительная эффективность применения различных дренажей при рефрактерной глаукоме. Глаукома. 2010; 3: 41–5.
Chuprov A.D., Gavrilova I.A. Comparative efficacy of using various drainages in refractory glaucoma. *Glaucoma*. 2010; 3: 41–5 (in Russian).
5. Wecker L. de Sclerotomy simple et combinee. *Ann. d'Ocul.* 1894; 25: 112.
6. Волков В.В., Бржецкий В.В., Ушаков Н.А. Офтальмохирургия с использованием полимеров. Санкт-Петербург: Гиппократ; 2003.
Volkov V.V., Brzheskiy V.V., Ushakov N.A. Ophthalmosurgery using polymers. Sankt Petersburg: Hippocrates; 2003 (in Russian).
7. Еричев В.П. Рефрактерная глаукома: особенности лечения. Вестник офтальмологии. 2000; 116 (5): 8–10.
Erichev V.P. Refractory glaucoma: features of treatment. *Vestnik oftal'mologii*. 2000; 116 (5): 8–10 (in Russian).
8. Лапочкин В.И., Свиринов А.В., Корчуганова Е.А. Новая операция в лечении рефрактерных глауком — лимбосклерэктомия с клапанным дренированием супрацилиарного пространства. Вестник офтальмологии. 2001; 117 (1): 9–11.
Lapochkin V.I., Svirin A.V., Korchuganova E.A. New operation in the treatment of refractory glaucomas — limbosclerectomy with valvular drainage of the supraciliary space. *Vestnik oftal'mologii*. 2001; 117 (1): 9–11 (in Russian).
9. Андреева Л.Д., Киселева О.А., Косакян С.М. и др. Экспериментальное обоснование применения аутокератолоскута при фистулизирующих антиглаукоматозных операциях. Российский офтальмологический журнал. 2011; 4 (2): 73–7.
Andreeva L.D., Kiseleva O.A., Kosakyan S.M., et al. Experimental validation of the use of the autokerneal graft in fistulizing glaucoma surgery. *Russian ophthalmological journal*. 2011; 4 (2): 73–7 (in Russian).
10. Егоров Е.А., ред. Глаукома. Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2013. Egorov E.A., ed. *Glaucoma. National Guidelines*. Moscow: GEOTAR-Media, 2013 (in Russian).
11. Светозарский С.Н., Масленникова Ю.А., Анисеева М.В. Современные технологии хирургического лечения открытоугольной глаукомы. Современные технологии в медицине. 2014; 6 (1): 102–9.
Svetozarskiy S.N., Maslennikova Y.A., Aniseeva M.V. Modern technologies of open-angle glaucoma surgery. *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2014; 6 (1): 102–7 (in Russian).
12. Егоров В.В., Бадогина С.П. Сравнительный анализ результатов хирургии глаукомы с помощью непроникающей глубокой склерэктомии и непроникающей глубокой склерэктомии с аллодренированием. Офтальмохирургия. 1993; 1: 62–5.
Egorov V.V., Badogina S.P. Comparative analysis of the results of glaucoma surgery using non-penetrating deep sclerectomy and non-penetrating deep sclerectomy with alloodrainage. *Ophthalmosurgery*. 1993; 1: 62–5 (in Russian).

13. *Хабидулина Н.М., Галева Г.З., Расческов А.Ю.* Преимущества спонч-дренирования в хирургии врожденной глаукомы. Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2015; 3: 70–2.
Khabibullina N.M., Galeeva G.Z., Raschekov A.Yu. Advantages of spontaneous drainage in congenital glaucoma surgery. Medical technologies. Evaluation and selection. 2015; 3: 70–2 (in Russian).
14. *Корнилова Г.Г.* Комбинированный циклодиализ с используемым аллотрансплантатов-дренажей в лечении вторичной глаукомы. Офтальмохирургия. 2002; 14 (1): 13–6.
Kornilova G.G. Combined cyclodialysis using allografts-drainage in the treatment of secondary glaucoma. Ophthalmosurgery. 2002; 14 (1): 13–6 (in Russian).
15. *Курышева Н.И., Марных С.А., Кизеев М.В. и др.* Интрасклеральная имплантация амниона в предупреждении избыточного рубцевания после антиглаукоматозных операций (клинико-морфологическое исследование). Глаукома. 2005; 1: 29–36.
Kuryshva N.I., Marnykh S.A., Kizeev M.V., et al. Intrasceral implantation of amnion in the prevention of excessive scarring after antiglaucomatous operations (clinical and morphological study). Glaucoma. 2005; 1: 29–36 (in Russian).
16. *Вашкевич Г.В., Имишенецкая Т.А., Ситник Г.В. и др.* Синусотрабекулоэктомию с имплантацией амниотической мембраны при рефрактерной глаукоме. РМЖ «Клиническая Офтальмология». 2010; 3: 90–2.
Vashkevich G.V., Imshenetskaya T.A., Sitnik G.V., et al. Sinusotrabeculotomy with implantation of the amniotic membrane in refractory glaucoma. RMJ Clinical ophthalmology. 2010; 3: 90–2 (in Russian).
17. *Eid T.E., Katz L.J., Spaeth G.L., et al.* Tube-shunt surgery YAG cyclophotocoagulation in the management of neovascular glaucoma. Ophthalmology. 1997; 104 (10): 1692–700. doi.org/10.1016/S0161-6420(97)30078-5
18. *Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Рогачева И.В. и др.* Новый нерассасываемый коллагеновый дренаж для повышения эффективности непроникающей глубокой склерлимбэктомии. Глаукома. 2003; 1: 19–23.
Anisimova S.Yu., Anisimov S.I., Rogacheva I.V., et al. New non-absorbable collagen drainage to improve the effectiveness of non-penetrating deep sclerolimbectomy. Glaucoma. 2003; 1: 19–23 (in Russian).
19. *Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Ларионов Г.Г.* Морфологические исследования после имплантации антиглаукоматозного коллагенового дренажа. Российские медицинские вести. 2005; 3: 53–6.
Anisimova S.Yu., Anisimov S.I., Larionov G.G. Morphological studies after implantation of antiglaucomatous collagen drainage. Russian medical news. 2005; 3: 53–6 (in Russian).
20. *Гайджари Т.П.* Динамика коэффициента легкости оттока после ангулярно-супрачороидального дренирования у больных первичной глаукомой. Запорожский медицинский журнал. 2014; 4 (85): 26–9.
Gajdzhari T.P. The dynamics of the coefficient of lightness outflow after angular-suprachoroidal drainage in patients with primary glaucoma. Zaporozhskij Meditsinskij zhurnal. 2014; 4 (85): 26–9 (in Russian).
21. *Анисимова С.Ю., Анисимова С.И., Рогачева И.В.* Отдаленные результаты хирургического лечения рефрактерной глаукомы с использованием стойкого к биодеструкции коллагенового дренажа. Глаукома. 2011; 2: 28–33.
Anisimova S.Yu., Anisimova S.I., Rogacheva I.V. Long-term results of surgical treatment of refractory glaucoma using collagen drainage resistant to biodegradation. Glaucoma. 2011; 2: 28–33 (in Russian).
22. *Алексеев Б.Н., Кабанов И.Б.* Силиконовый дренаж в лечении глаукомы с неоваскуляризацией радужки и иридокорнеального угла. Вестник офтальмологии. 1986; 4: 12–5.
Alekseev B.N., Kabanov I.B. Silicone drainage in the treatment of glaucoma with neovascularization of the iris and iridocorneal angle. Vestnik oftal'mologii. 1986; 4: 12–5 (in Russian).
23. *Науменко В.В., Балашевич Л.И., Качурин А.Э.* Применение лейкосапфирового экплантодренажа в гипотензивной хирургии у больных с рефрактерными формами открытоугольной глаукомы. Вестник Оренбургского государственного университета. 2012; 12: 144–7.
Naumenko V.V., Balashevich L.I., Kachurin A.E. The use of synthetic sapphire drainage in hypotensive surgery in patients with refractory forms of glaucoma. Vestnik orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012; 12: 144–7 (in Russian).
24. *Животовский Д.С., Дога В.Р.* Отдаленные наблюдения за больными глаукомой с дренажом передней камеры глаза пластмассовой трубкой. Офтальмологический журнал. 1970; 6: 451–2.
Zhivotovskiy D.S., Doga V.R. Remote monitoring of glaucoma patients with drainage of the anterior chamber of the eye with a plastic tube. Oftal'mologicheskij zhurnal. 1970; 6: 451–2 (in Russian).
25. *Kim C., Kim Y., Choi S., Lee S., Ahn B.* Clinical experience of e-PTFE membrane implant surgery for refractory glaucoma. Br. J. Ophthalmol. 2003; 87: 63–70. http://dx.doi.org/10.1136/bjo.87.1.63
26. *Волков В.В., Горбань А.И., Ушаков Н.А.* Аллодренирование передней камеры при глаукоме. Вопросы восстановительной офтальмохирургии. Ленинград; 1972.
Volkov V.V., Gorban' A.I., Ushakov N.A. Alloodrainage of the anterior chamber in glaucoma. Voprosy vosstanovitel'noj khirurgii. Leningrad; 1972 (in Russian).
27. *Lieberman M.F., Ewing R.H.* Drainage implant surgery for refractory glaucoma. Int. Ophthalmol. Clin. 1990; 30 (3): 198–208. doi.org/10.1097/00004397-199030030-00007
28. *Taglia D.P., Perkins T.W., Gangnon R., et al.* Comparison of the Ahmed glaucoma valve, the Krupin eye valve with disc and the double-plate Molteno implant. J. Glaucoma. 2002; 11 (4): 347–53. doi.org/10.1097/00061198-200208000-00012
29. *Molteno A.C., Bevin T.H., Herbison P., Houlston M.J.* Otago glaucoma surgery outcome study: long-term follow-up of cases of primary glaucoma with additional risk factors drained by Molteno implants. Ophthalmology. 2001; 108 (12): 2193–200. doi.org/10.1016/S0161-6420(01)00836-3
30. *Тахчиди Х.П., Метев С.А., Челлаков П.Ю.* Сравнительная оценка шунтовых дренажей, доступных в России, в лечении рефрактерной глаукомы. Глаукома. 2008; 1: 52–5.
Takhchidi Kh.P., Metaev S.A., Cheglakov P.Yu. Comparative assessment of shunt drainage available in Russia in the treatment of refractory glaucoma. Glaucoma. 2008; 1: 52–5 (in Russian).
31. *Molteno A.C., Bevin T.H., Herbison P., et al.* Long-term results of primary trabeculectomies and Molteno implants for primary open-angle glaucoma. Arch. Ophthalmol. 2011; 129 (11): 1444–50. doi: 10.1001/archophth.2011.221
32. *Vuori M.L.* Molteno aqueous shunt as a primary surgical intervention for uveitic glaucoma: long-term results. Acta Ophthalmol. 2010; 88 (1): 33–6. doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01759.x
33. *Schocket S.S., Nirankari V.S., Lakhnani V., et al.* Anterior chamber tube shunt to an encircling band in the treatment of neovascular glaucoma and other refractory glaucomas. A long-term study. Ophthalmology. 1985; 92 (4): 553–62. doi.org/10.1016/S0161-6420(85)34009-5
34. *Baerveldt G., Minckler D.S., Mills R.P.* Implantation of drainage devices. Glaucoma surgical techniques. Ophthalmol. Monographs. 1991; 4: 180.
35. *Lloyd M.A., Baerveldt G., Heur D.K., et al.* Initial clinical experience with Baerveldt implant in complicated glaucomas. Ophthalmology. 1994; 101 (4): 640–50. doi: 10.1016/S0161-6420(94)31283-8
36. *Siegner S.W., Netland P.A., Urban R.C., et al.* Clinical experience with the Baerveldt glaucoma drainage implant. Ophthalmology. 1995; 102 (9): 1298–307. doi.org/10.1016/S0161-6420(95)30871-8
37. *Smith M.F., Sherwood M.B., McGorray S.P.* Comparison of the double-plate Molteno drainage implant with the Schocket procedure. Arch. Ophthalmol. 1992; 110 (9): 1246–50. doi:10.1001/archophth.1992.01080210064026
38. *Lotyfo D.G.* Postoperative complications and visual loss following Molteno implantation. Ophthalmolmic Surg. 1991; 70 (2): 145–54.
39. *Palmer D.J., Klein C.S., Edward D.P.* Scleral patch graft calcification and erosion following Molteno implant surgery. Ophthalmic Surg. Lasers Imaging. 2008; 39 (3): 230–1. doi.org/10.3928/15428877-20080501-11
40. *Lavin M., Franks W., Wormald R., et al.* Clinical risk factors for failure in glaucoma tube surgery. A comparison of three tube designs. Arch. Ophthalmol. 1992; 110 (4): 480–5. doi:10.1001/archophth.1992.01080160058030
41. *Krupin T., Riich R., Camras C.B.* A long Krupin — Denver valve implant attached to a 180 scleral explant for glaucoma surgery. Ophthalmology. 1988; 95 (9): 1174–80. doi.org/10.1016/S0161-6420(88)33030-7
42. *Krupin T., Podos S.M., Becker B., Newkirk J.B.* Valve implants in filtering surgery. Am. J. Ophthalmol. 1976; 81 (2): 232–5. doi:10.1016/0002-9394(76)90737-6
43. *Fellenbaum P.S., Almeida A.R., Minckler D.S., et al.* Krupin disk implantation for complicated glaucomas. Ophthalmology. 1994; 101 (7): 1178–82. doi.org/10.1016/S0161-6420(13)31724-2
44. *Christakis P.G., Kalenak J.W., Zurakowski D., et al.* The Ahmed versus Baerveldt study. Ophthalmology. 2011; 118 (11): 2180–9. doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.05.004
45. *Coleman A.L., Smyth R., Wilson M.R., et al.* Initial clinical experience with the Ahmed glaucoma valve implant in pediatric patients. Arch. Ophthalmol. 1997; 115 (2): 186–91. doi.org/10.1001/archophth.1997.01100150188007
46. *Bhatia L.S., Chen T.C.* New Ahmed valve design. Int. Ophthalmol. Clin. 2004; 44 (1): 123–38. doi.org/10.1097/00004397-200404410-00014
47. *Abdelaziz A., Cap H., Banitt M.R., et al.* Diplopia after glaucoma drainage device implantation. J AAPOS. 2013; 17 (2): 192–6. doi: 10.1016/j.jaapos.2012.11.017
48. *Bailey A.K., Sarkisian S.R.* Complications of tube implants and their management. Curr. Opin. Ophthalmol. 2014; 25 (2): 148–53. doi: 10.1097/ICU.0000000000000034

49. Lotufo D.G. Postoperative complications and visual loss following Molteno implantation. *Ophthalmic Surg.* 1991; 22 (11): 650–6.
50. Alvarado J.A., Hollander D.A., Juster R.P., Lee L.C. Ahmed valve implantation with adjunctive mitomycin C and 5-fluorouracil: long-term outcomes. *Am. J. Ophthalmol.* 2008; 146 (2): 276–84. doi.org/10.1016/j.ajo.2008.04.008
51. Frank J.W., Perkins T.W., Kushner B.J. Ocular motility defects in patients with Krupin valve implant. *Ophthalmic Surg.* 1995; 26: 228–32.
52. Gil-Carrasco F., Salinas-Van Orman E., Recillas-Gispert C. Ahmed valve implant for uncontrolled uveitic glaucoma. *Ocul. Immunol. Inflamm.* 1998; 6 (1): 27–37. doi.org/10.1076/ocii.6.1.27.8078
53. Lee E.K., Yun Y.J., Lee J.E., et al. Changes in corneal endothelial cells after Ahmed glaucoma valve implantation: 2-year follow-up. *Am. J. Ophthalmol.* 2009. 148 (3): 361–7. doi.org/10.1016/j.ajo.2009.04.016
54. Al-Mobarak F., Khan A.O. Complications and 2-year valve survival following Ahmed valve implantation during the first 2 years life. *Br. J. Ophthalmol.* 2009; 93: 795–8. doi.org/10.1136/bjo.2008.150037
55. Glovinsky Y., Belkin M., Epstein Y. Biocompatibility of the Ex-PRESS miniature glaucoma drainage implant. *J. Glaucoma.* 2003; 12 (3): 275–80. doi.org/10.1097/00061198-200306000-00017
56. Rijneveld W. J., Jongbloed W. L., Worst J. G., et al. Comparison of the reaction of the cornea to nylon and stainless steel sutures: an animal study. *Doc. ophthalmol.* 1989; 72 (3–4): 297–307. doi.org/10.1007/bf00153497
57. Кумар В., Душин Н.В. Клинический опыт применения металлического шва в микрохирургии глаза. *Вестник офтальмологии.* 2003; 119 (5): 16–20.
Kumar V., Dushin N.V. Clinical experience of using a metal suture in eye microsurgery. *Vestnik oftal'mologii.* 2003; 119 (5): 16–20 (in Russian).
58. Stein J.D., Herndon L.W., Brent Bond J., Challa P. Exposure of Ex-PRESS miniature glaucoma devices case series and technique for tube shunt removal. *J. Glaucoma.* 2007; 16: 704–6. doi.org/10.1097/ijg.0b013e31806ab314
59. Feo F., Bagnis A., Bricola G., et al. Efficacy and safety of a steel drainage device implanted under a scleral flap. *Can. J. Ophthalmol.* 2009; 44 (4): 457–62. doi.org/10.3129/i09-120
60. Dahan E., Carmichael T.R. Implantation of a miniature glaucoma device under a scleral flap. *J. Glaucoma.* 2005; 14 (5): 98–102. doi: 10.1097/01.ijg.0000151688.34904.b7
61. Maris P.J.Jr., Ishida K., Netland P.A. Comparison of trabeculectomy with Ex-PRESS miniature glaucoma device implanted under scleral flap. *J. Glaucoma.* 2007; 16 (1): 14–9. doi: 10.1097/01.ijg.0000243479.90403.cd
62. Kanner E.M., Netland P.A., Sarkisian S.R., Du H. Ex-PRESS miniature glaucoma device implanted under a scleral flap alone or combined with phacoemulsification cataract surgery. *J. Glaucoma.* 2009; 18 (6): 488–91. doi: 10.1097/IJG.0b013e318181bf44e
63. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю. и др. Непроницающая глубокая склерэктомия и имплантация дренажа Ex-PRESS R-50 в хирургическом лечении глаукомы. *Национальный журнал глаукома.* 2018; 17 (1): 43–53. https://doi.org/10.25700/NJG.2018.01.05
Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Yu., et al. Non-penetrating deep sclerectomy and implantation of Ex-PRESS R-50 drainage in the surgical treatment of glaucoma. *National Journal of Glaucoma.* 2018; 7 (1): 43–53 (in Russian). https://doi.org/10.25700/NJG.2018.01.05
64. Wagschal L.D., Trope G.E., Jinapriya D., et al. Prospective randomized study comparing Ex-PRESS to trabeculectomy: 1-year results. *J. Glaucoma.* 2015; 24 (8): 624–9. doi: 10.1097/IJG.0000000000000029
65. Moisseiev E., Zunz Er., Tzur R. Standard trabeculectomy and Ex-PRESS miniature glaucoma shunt: a comparative study and literature review. *Journal of Glaucoma.* 2015; 24: 410–6. doi:10.1097/IJG.0000000000000047
66. Melamed S., Simon G. J. B., Goldenfeld M., et al. Efficacy and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma. *Arch. Ophthalmol.* 2009; 127 (3): 264–9. doi.org/10.1001/archophthol.2008.611
67. Khaimi M.A. Canaloplasty using iTrack 250 microcatheter with suture tensioning on Schlemm's canal. *Middle East Afr. J. Ophthalmol.* 2009; 16 (3): 127–9. doi: 10.4103/0974-9233.56224
68. 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: 433–40. doi: https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.11.029
69. 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): 155–63. doi: 10.12659/MSM.881840
70. Gandolfi S.A., Ungaro N., Ghirardini S., et al. Comparison of surgical outcomes between canaloplasty and Schlemm's canal scaffold at 24 months' follow-up. *J. Ophthalmol.* 2016; 2016: 1–5. dx.doi.org/10.1155/2016/3410469
71. Ayyala R.S., Zukarowski D., Smith J.A. A clinical study of the Ahmed glaucoma valve implant in advanced glaucoma. *Ophthalmol.* 1998; 105 (10): 1968–76. doi.org/10.1016/s0161-6420(98)91049-1
72. Spiegel D., Wetzel W., Neuhaus T., et al. Coexistent primary open-angle glaucoma and cataract: interim analysis of a trabecular micro-bypass stent and concurrent cataract surgery. *Eur. J. Ophthalmol.* 2009. 19 (3): 393–9. doi.org/10.1177/112067210901900311
73. Pourjavan S., Collignon N., De Groot V. STARFlo glaucoma implant: 12 month clinical results. *Acta Ophthalmologica.* 2013; 91: 252. doi.org/10.1111/j.1755-3768.2013.3723.x
74. Hoeh H., Ahmed II., 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; 39 (3): 431–7. doi:doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.10.040
75. Еричев В.П., Хачатрян Г.К. Гликозаминогликановый матрикс в профилактике конъюнктивально-склерального рубцевания при синустрабекулэктомии. *Национальный журнал глаукома.* 2018; 17 (1): 37–42. https://doi.org/DOI: 10.25700/NJG.2018.01.04
Erichiev V.P., Khachatryan G.K. Glycosaminoglycan matrix in the prevention of conjunctival scleral scarring with sinusstrabeculectomy. *National journal of glaucoma.* 2018; 17 (1): 37–42 (in Russian). https://doi.org/DOI: 10.25700/NJG.2018.01.04
76. Elhefney E.M., Al-Sharkawy H.T., Kishk H.M., et al. Safety and efficacy of collagen matrix implantation in infantile glaucoma. *Eur. J. Ophthalmol.* 2017; 27: 289–94. doi: 10.5301/ejo.5000859
77. Boey P.Y., Narayanaswamy A., Zheng C., et al. Imaging of blebs after phacotrabeculectomy with Ologen collagen matrix implants. *Br. J. Ophthalmol.* 2011; 95: 340–4. doi:10.1136/bjo.2009.177758
78. Perez C., Mellado F., Jones A., et al. Trabeculectomy combined with collagen matrix implant (Ologen). *J. Glaucoma.* 2017; 26 (1): 54–8. doi.org/10.1097/ijg.0000000000000551
79. Rosentreter A., Schild A.M., Jordan J.F., et al. A prospective randomised trial of trabeculectomy using mitomycin C vs an ologen implant in open angle glaucoma. *Eye (Lond).* 2010; 24 (9): 1449–57. doi:10.1038/eye.2010.106
80. Vinod K., Gedde S.J. Clinical investigation of new glaucoma procedures. *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2017; 28 (2): 187–93. doi: 10.1097/ICU.0000000000000336
81. Гусев Ю.А., Трубилин В.Н., Маккаева С.М. Вискохирургия в лечении открытоугольной глаукомы. *Глаукома.* 2004; 3: 3–7.
Gusev Yu.A., Trubilin V.N., Makkayeva S.M. Viscosurgery in the treatment of open-angle glaucoma. *Glaucoma.* 2004; 3: 3–7 (in Russian).
82. Roy S., Mermoud A. Cross-linked hyaluronic acid injection maintains long-term filtration after trabeculectomy. *Ocular surgery news.* 2010; 21: 78–81.
83. Stuermer J., Mermoud A., Sunaric Megevand G. Trabeculectomy with mitomycin C supplemented with cross-linking hyaluronic acid: a pilot study. *Klin. Monatsbl. Augen. heilkd.* 2010; 273–6. doi:10.1055/s-0029-1245186
84. Слонимский А.Ю., Алексеев И.Б., Долгих С.С. и др. Новый биодеградируемый дренаж «Глаутекс» в хирургическом лечении глаукомы. *Национальный журнал глаукома.* 2012; 11 (4): 55–9.
Slonimskiy A.Yu., Alekseev I.B., Dolgikh S.S., et al. New biodegradable drainage "Glautex" in the surgical treatment of glaucoma. *National Journal of Glaucoma.* 2012; 11 (4): 55–9 (in Russian).
85. Бикбов М.М., Хуснитдинов И.И. Отдаленные клинико-функциональные результаты хирургического лечения неоваскулярной глаукомы с применением дренажа «Глаутекс» и клапана Ahmed. *Офтальмология.* 2017; 1: 47–52.
Bikbov M.M., Khusnitdinov I.I. Remote clinical and functional results of surgical treatment of neovascular glaucoma with the use of drainage "Glautex" and the valve Ahmed. *Ophthalmology.* 2017; 1: 47–52 (in Russian).

Поступила: 28.02.2019
Принята к печати: 17.06.2019

Для контактов: Артем Петрович Вознюк
E-mail: voznyuk_artemy.vp@mail.ru