

УДК 617.7-007.681-089

Новые возможности дренажной хирургии рефрактерной глаукомы

Першин К.Б., д.м.н., профессор, медицинский директор сети офтальмологических клиник^{1,2};
Лих И.А., врач отделения микрохирургии и общей офтальмологии²;
Кашников В.В., д.м.н., главный врач²;
Пашинова Н.Ф., д.м.н., главный врач¹;
Цыганков А.Ю., к.м.н., научный референт медицинского директора¹.

¹Офтальмологический центр «Эксермер», 109147, Российская Федерация, Москва, ул. Марксистская, д. 3., стр. 1;

²Офтальмологический центр «Эксермер», 630005, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Семьи Шамшиных, д. 58.

Авторы не получали финансирования при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Резюме

Глаукома относится к социально значимым заболеваниям, стабильно находясь на первом или втором местах среди причин ухудшения зрения и слепоты. Трудности с верификацией диагноза, алгоритмами лечения, наблюдения, приверженностью пациента схеме терапии, возникающая на определенном этапе терапии неэффективность медикаментозных назначений приводят к прогрессирующей потере зрения. Многочисленные методики хирургического воздействия зачастую имеют ограниченную эффективность. Использование эксплантодренажей направлено как на снижение избыточного рубцевания в фильтрационной зоне, так и создание одного или нескольких путей резорбции внутриглазной жидкости. В обзоре представлены существующие на сегодняшний день подходы к дренажной хирургии рефрактерной глаукомы.

Отдельно рассмотрены группы имплантатов, снижающих избыточное рубцевание, интракамеральные дренажи и имплантаты шлеммова канала. Описаны существующие представления об эффективности вискоканалостомии и каналопластики при хирургии глаукомы. Приведены преимущества имплантатов, направленных на поддержание объема шлеммова канала. Никелид титана – новый перспективный материал для использования в дренажной хирургии глаукомы. Технические характеристики, биологическая совместимость, возможности современного машиностроения и технических лазеров для обработки никелида титана позволяют использовать этот сплав на микроструктурном уровне.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рефрактерная глаукома, дренаж, имплантат, шлеммов канал, никелид титана.

Для контактов:

Цыганков Александр Юрьевич, e-mail: alextsygankov1986@yandex.ru

ENGLISH

New approaches to refractory glaucoma drainage surgery

PERSHIN K.B., Med.Sc.D., Professor, Medical Director^{1,2};

KASHNIKOV V.V., Med.Sc.D., Chief physician²;

PASHINOVA N.F., Med.Sc.D., Chief physician¹;

LIKH I.A., M.D.²;

TSYGANKOV A.YU., M.D., Ph.D.¹.

¹Ophthalmological center «Eximer», 3/1 Marksistskaya str., Moscow, Russian Federation, 109147;

²Ophthalmological center «Eximer», 58 Sem`i Shamshinikh str., Novosibirsk, Russian Federation, 630005.

Conflicts of interest and source of funding: none declared.

Abstract

Glaucoma is a socially significant disease, which is consistently ranked first or second among causes of visual impairment and blindness. Difficulties with diagnosis verification, treatment algorithms, monitoring, patient compliance to treatment regimens that occur at a certain stage of therapy, as well as medication prescriptions inefficiency lead to progressive vision loss. Numerous surgical techniques often have limited effectiveness. Drainage use is aimed at reducing excessive scarring in filtration area and creating one or more paths of intraocular fluid resorption. The review presents currently existing approaches to refractory glaucoma drainage surgery. Different implant groups

are described in details, including those reducing excessive scarring, intracameral drainages and Schlemm's canal implants. Current perceptions of viscocanalostomy and canaloplasty effectiveness in glaucoma surgery are recounted. The advantages of implants, designed to maintain the Schlemm's canal volume, are specified. NiTi is a promising new material for use in glaucoma drainage surgery. Technical characteristics of biocompatibility, possibilities of modern engineering and technical lasers for processing NiTi allow to use this material on microstructural level.

KEYWORDS: refractory glaucoma, drainage, implant, Schlemm's canal, titanium nikelid.

Глаукома относится к социально значимым заболеваниям, стабильно находясь на первом или втором местах среди причин ухудшения зрения и слепоты. Согласно данным Quigley, глаукома занимает второе место среди заболеваний, приводящих к потере зрения [1]. По статистике в 2000 г. в мире насчитывалось около 66,8 млн человек с верифицированным диагнозом глаукома, у 6,7 млн отсутствовало зрение на оба глаза [2].

По данным ВОЗ, в мире насчитывается около 150 млн человек со значительными зрительными расстройствами, 40 млн имеют снижение зрения. Потеря зрения, связанная с глаукомой, возникла у 5,2 млн человек. В 2005 г. в России количество слепых и слабовидящих людей составило 208 034 человек. У 29% из них ухудшение зрения или слепота ассоциированы с глаукомой. В Российской Федерации глаукома занимает одно из первых мест (28%) по причинам инвалидности, связанной с патологией органа зрения. Отмечается увеличение распространенности глаукомы с 0,15 до 0,6 на 10 000 взрослого населения за последние 5 лет [3]. Friedman et al. предположили, что к 2020 г. в США

количество пациентов с диагнозом открытоугольная глаукома возрастет с 2 до 3,36 млн человек [4].

Трудности с верификацией диагноза, алгоритмами лечения, наблюдения, приверженностью пациента схемам лечения, возникающая на определенном этапе терапии неэффективность медикаментозных назначений и т. д. приводят к прогрессирующей потере зрения. Многочисленные методики хирургического воздействия зачастую имеют ограниченную эффективность.

Основные модели эксплантодренажей, используемые в хирургическом лечении глаукомы

Дренажи преимущественно разрабатывались с целью повышения эффективности хирургического лечения рефрактерной глаукомы. Их использование преследовало несколько целей: снижение избыточного рубцевания в фильтрационной зоне и создание одного или нескольких путей резорбции внутриглазной жидкости (ВГЖ). Процент успеха подобной хирургии варьирует от 20 до 75% [5, 6].

Развитие дренажной хирургии имеет длительную историю, детальное изучение которой представляет собой трудную задачу, т. к. большинство дренажей имеют ограниченное значение и небольшой опыт практического применения. В ряде случаев описаны только экспериментальные характеристики устройств.

Первое упоминание о дренажной хирургии относится к 1894 г., когда Wecker впервые использовал в качестве дренажа золотую проволоку [7]. Чуть позже Rollett и Moreau применили шелковую нить в качестве сетона [8].

Zorab использовал конский волос для дренирования передней камеры в лечении гипопиона, а год спустя — для увеличения оттока при оперативном лечении глаукомы. Послеоперационный период также сопровождался активным формированием соединительной ткани [9].

Первые опыты сопровождались большим количеством осложнений, что не позволяло обеспечить широкое распространение дренажей. Но идея применить различные металлы в качестве дренажа имела дальнейшее развитие.

Bick использовал магниевую проволоку и танталовую фольгу. Эксперименты закончились неудачей из-за плохой фиксации материала, что вызвало большую частоту прорезываний сквозь ткани глаза и инфицирований глазного яблока [10]. В одной из работ применяли дренажи из платины [11]. Kuljasa et al. имплантировали тефлоновый дренаж 12 пациентам, при этом в 75% случаев получен положительный гипотензивный эффект. Однако тефлон вызывал активное формирование соединительной ткани, что ограничивало его применение в практике [12].

Современная офтальмология не оставляет попыток применить различные модели металлических дренажей простых и сложных конструкций. Kumar et al. использовали микродренаж прямоугольной формы из нити ванадиевой стали толщиной 80 микрон. Имплантат вводился в переднюю камеру и фиксировался к склеральному ложу [13]. В другой работе авторы имплантировали спираль из пористого никелида титана в просвет венозного синуса [14].

Более сложные по своей конструкции дренажи из нержавеющей стали и золота. Один из наиболее популярных дренажей — изготовленный из медицинской стали мини-шунт Ex-Press («Optopol Ltd.», Израиль). Первоначально его применяли для субконъюнктивальной имплантации, что приводило к большому количеству осложнений [15, 16], но позже была предложена техника имплантации под поверхностный склеральный лоскут, что значительно повысило эффективность работы шунта и снизило количество послеоперационных осложнений. Отдаленные результаты

имплантации (11 месяцев) сопоставимы с результатами трабекулэктомии по количеству осложнений, уровню достижения и поддержания внутриглазного давления (ВГД) [15, 18-20].

Сложный по строению дренаж Gold Micro-Shunt изготовлен компанией SOLX (Израиль). Шунт длиной 5 мм и шириной от 2,5 до 3,5 мм, выполненный из золота, представляет собой две пластины, в толще которых расположены 10 закрытых и 9 открытых каналов. Дренаж осуществляет отток жидкости из передней камеры в супрахориоидальное пространство [21, 22].

Вторая половина XX века характеризуется бурным развитием химической, технической и машиностроительной отраслей, в результате чего становятся доступны различные материалы, которые внедряются в медицину, в том числе в различных моделях дренажей.

Советские офтальмологи активно проводили исследования по разработке новых имплантатов для хирургического лечения глаукомы. П.Я. Болгов применил трубочку из полиэтилена, также использовались дренажи из гидроколлоида и лавсана [23].

Под руководством В.В. Волкова проводились исследования с применением пенополиуретана, капроновой нити, фторопласта, силикона [24-25].

Б.Н. Алексеев и И.Б. Кабанов разработали силиконовый дренаж, используя его в хирургии неоваскулярной глаукомы [26].

А.Д. Чупров с соавт. исследовали возможность применения силиконовой резины для лечения терминальной и далеко зашедшей глаукомы [27]. Другие авторы предприняли попытку отведения внутриглазной жидкости (ВГЖ) из передней камеры в вортикозную вену с помощью тонкой силиконовой трубки. В связи с техническими сложностями и низкой эффективностью эксперименты были прекращены [28].

Разработка дренажей на основе гидрогеля остается актуальным и на данный момент. Ю.А. Чеглаков применил дренаж из гидрофильного гидрогеля на основе полиоксиэтилметакрилата. Исследование с участием 879 пациентов, которым ранее уже была прооперирована глаукома различной этиологии, показало высокую эффективность (до 76,4% в отдаленном периоде наблюдения) [29].

В.Ю. Чеглаков использовал пленчатый гидрогелевый дренаж размером 0,15×2,5×3,5 мм, который применяли в ходе непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ). Исследование проводили на 32 глазах (32 пациента). Автор описывает достижение полного успеха (без гипотензивных препаратов) в 53% случаях и достижение частичного успеха (ВГД ниже или равно 19 мм рт.ст. с применением дополнительных гипотензивных препаратов) в 90,6% случаях в период наблюдения до 32 месяцев [30].

Продолжается исследование и других материалов. Лейкосапфировый эксплантодренаж применяли для хирургического лечения пациентов с рефрактерной глаукомой, которым выполнялось дренирование передней камеры [31]. С.Я. Романенко с соавт. разработали полимерный эластичный магнитный дренаж шириной 1,0 мм, толщиной 0,25 мм и длиной 3,3 мм, покрытый гидрогелем и имеющий напряженность магнитного поля 1,0-1,5 мТлс, который не подвергается деструкции. В эксперименте удалось показать, что постоянное магнитное поле оказывает противовоспалительное действие и препятствует избыточному рубцеванию. Вокруг дренажа формируется тонкая соединительнотканная капсула, которая не взаимодействует с дренажем [32].

С.Ю. Анисимова с соавт. доложили о разработке собственного импланта — ксеноткани из чистого коллагена с пористой структурой («Ксенопласт»). Особенностью дренажа является возможность тока внутриглазной жидкости по всей его структуре, а эластичность обеспечивает стабильное положение. Проведенное исследование на 84 пациентах (87 глаз) со сроком наблюдения до 12 месяцев показало высокую эффективность данного дренажа [33]. Г.Г. Корнилова применила аллоткань, прошедшую специальную обработку по технологии «Аллоплант». Дренаж вводили в супрацилиарное пространство. Исследование с участием 115 пациентов показало высокую эффективность данного дренажа — до 76,5% нормализованного офтальмотонуса в период 5 лет наблюдения [34].

В.В. Бакуткин и Л.В. Максимова использовали кусочек волокнистой углеродной ткани длиной 2,0-3,0 мм и шириной 1,0-1,5 мм, который имплантировали субсклерально в ходе НГСЭ. Эффективность применения методики составила до 95% за более чем двухлетний период наблюдения. В исследовании участвовало около 100 пациентов [36]. А.Ю. Слонимский с соавт. разработали собственную модель биодеградируемого дренажа («Глаутекс»). Дренаж представляет собой композитный материал на основе полилактида, имеет прямоугольную форму, замкнутое кольцо 2,5-5,5 мм, толщина дренажа составляет 80 мкм, а диаметр пор 30-50 мкм. Исследовали «Глаутекс» на 124 глазах (121 пациент), которым выполнены проникающие и непроникающие гипотензивные операции, при этом определяли стойкое снижение ВГД за счет уменьшения активности избыточного рубцевания. Дренаж покрывал с двух сторон поверхностный лоскут. Полную биодеструкцию наблюдали через 4-5 месяцев. Наблюдение проводили до 2 лет. Основное назначение дренажа — препятствие образованию склеросклеральных и склероконъюнктивальных сращений [36].

Широкое клиническое распространение получили дренажи зарубежного производства. SKGEL («Corneal», Франция) — треугольной формы биоразлагаемый дренаж на основе гиалуроновой

кислоты. Имплантируется на склеральное ложе в ходе НГСЭ. Galassi и Giambene ретроспективно исследовали эффективность НГСЭ на 200 глазах с использованием импланта на основе гиалуроновой кислоты в течение 5 лет. Отмечено снижение ВГД P_0 с $21,01 \pm 5,56$ до $12,85 \pm 1,84$ мм рт.ст. В 67,5% дополнительное медикаментозное лечение не потребовалось [37].

AquaFlow® («Staar Surgical AG», Швейцария) — биодеструктивный имплантат на основе коллагена, который также имплантируют под поверхностный склеральный клапан. Дренаж имеет следующую особенность: попадая в жидкую среду, он увеличивает свой размер в два раза. Деградация коллагена происходит в период от 6 до 9 месяцев [38].

В исследование на 104 глазах сравнивали эффективность НГСЭ без коллагенового дренажа и с его использованием. По мнению авторов, больший успех достигнут в группе с использованием коллагенового дренажа [39].

Дренаж T-Flux («Carl Zeiss», Германия) представляет собой неабсорбирующий интрасклеральный имплант на основе акрила. По мнению разработчиков, отсутствие абсорбции увеличивает эффективность дренажа. Исследование, проведенное на 25 глазах, на которых выполнена НГСЭ с указанным дренажем, показало эффективное снижение ВГД в течение 12 месяцев без дополнительного назначения гипотензивных препаратов в 56,5% случаев. На 3 глазах дополнительно выполнена гониопунктура [40].

Еще один описанный дренаж — Ologen® («OculusGen», Тайвань) — биодеструктивный, пористый дренаж на основе сополимера коллагена — гликозаминогликана. Имплантируется субконъюнктивально и подвергается деструкции в течение 90 дней. Как правило, дренаж сравнивают по эффективности с применением митомицина. Результаты этих методик имеют схожий успех [41]. Кроме того, данный имплантат нашел применение в лечении послеоперационных гипотоний после предшествующих гипотензивных операций с использованием митомицина [42].

В.П. Фокин с соавт. сообщили о результатах применения медленно рассасывающегося имплантата HealaFlow («Anteis», Швейцария), представляющего собой подвергающийся медленной резорбции вискоэластичный препарат. Пациентам проводили заполнение интрасклерального пространства и субконъюнктивального пространства в ходе операции НГСЭ. Наблюдение в течение 3 месяцев за 28 пациентами (28 глаз) показало снижение офтальмотонуса в среднем на 30,4% от исходного у большинства пациентов. Авторы оставляют открытым вопрос о применении дренажа при проникающих антиглаукоматозных операциях и указывают на отсутствии длительного срока наблюдения за пациентами [43].

Желание исследователей создать принципиально новое устройство, а именно соединить сетон, одним концом отводящий внутриглазную жидкость из передней камеры под конъюнктиву, с резервуаром на другом конце, который сможет препятствовать образованию рубцовой ткани, — положило начало новому направлению — трубчатых клапанных и неклапанных дренажей.

Наиболее изученными представителями группы неклапанных дренажей являются дренажи Molteno, Baerveldt и Schocket. Исторически одним из первых описан неклапанный дренаж Molteno. Суть его действия в том, что внутриглазная жидкость, оттекая из силиконовой трубки, попадает в плато, а вокруг этого плато, располагаемого под теноневой оболочкой, формируется округлая фильтрационная подушка [44].

Первый имплантат имел одно плато из тонкого акрила диаметром 13 мм, которое соединялось с силиконовой трубкой с наружным диаметром 0,63 мм и внутренним диаметром 0,30 мм. В дальнейшем дизайн дренажа был изменен: имплант уже состоял из двух плато, соединенных между собой силиконовой трубкой, что позволило увеличить функциональную площадь до 270 мм² [45].

Последняя модификация дренажа Molteno представляет собой одно или два плато, одно из которых имеет V-образный барьер для ограничения давления. Согласно мнению автора, подобный барьер позволяет избежать ранней послеоперационной гипотонии, а в случае повышения ВГД приподнимает фиброваскулярную капсулу, позволяя жидкости попасть в основную фильтрационную подушку [46].

Другим представителем неклапанных дренажей является имплантат Baerveldt. Дренаж представляет пропитанное барием силиконовое плато, соединенное с силиконовой трубкой, которую имплантируют в просвет передней камеры. Доступно несколько размеров дренажа с площадью 200, 350 и 500 мм² [47, 48].

Трубчатый дренаж Schocket разработан с целью увеличения зоны фильтрации. Для этого один конец силиконовой трубки имплантируют в просвет передней камеры, а другой располагают под силиконовой циркулярной лентой [49, 50]. В работе, в которой проводили сравнение дренажа Molteno с двумя плато с дренажом Schocket, клинически значимой разницы получено не было. Так, в группе с дренажом Molteno после 6 месяцев среднее истинное ВГД составило 14 мм рт.ст., а в группе Schocket — около 15 мм рт.ст. [51].

Необходимость коррекции гипотонии в раннем послеоперационном периоде обусловила необходимость создания дренажей с использованием клапанов. Первым подобным устройством был дренаж Krupin, изначально представлял собой супраммидную трубку с внутренним диаметром 0,38 мм, один конец которой вводили в переднюю камеру,

а другой помещали под склеральный лоскут. Этот конец трубки запаян и имеет горизонтальные и вертикальные прорезы, которые осуществляют клапанный эффект, увеличивая проницаемость при давлении 10-12 мм рт.ст. и препятствуют току жидкости при давлении 10 мм рт.ст. и ниже [52].

Первая модель дренажа не показала высокой эффективности, т. к. не влияла на формирование избыточного рубцевания в дренажной зоне [53]. В дальнейшем дренаж был модифицирован: на конце трубки размещали силиконовый эксплантат овальной формы размером 13×18 мм, с высотой стенки 1,75 мм. В исследованиях показана нестабильность послеоперационных результатов. Несмотря на снижение ВГД, при использовании данной модели дренажа оставался высокий риск ранней послеоперационной гипотонии у 8% пациентов, повышения внутриглазного давления у 20% пациентов, а у 28% пациентов наблюдали отслойку сосудистой оболочки [54, 55].

Наибольшее распространение в клинической практике получил клапанный дренаж Ahmed, представляющий собой сложенные вместе силиконовые мембраны (8×7 мм), между которыми находится силиконовая трубка, а мембраны расположены между полипропиленовыми плато. Повышение давления от 8 до 10 мм рт.ст. заставляет увеличивать просвет между силиконовыми мембранами и увеличивать отток ВГЖ. В дальнейшем первая модель была модифицирована — полипропилен был заменен на силикон. Первые исследования с использованием клапана Ahmed подтвердили высокую эффективность и низкую частоту осложнений [56-58].

Вместе с тем имплантация описанных выше дренажей сопровождается и рядом сопутствующих осложнений: диплопия после имплантации дренажа [59], гипотония, эндотелиальная дистрофия, послеоперационное повышение ВГД [60], цилиохориоидальная отслойка, мелкая передняя камера, гифема, гемофтальм, кистозный отек макулы, снижение остроты зрения [61]. Кроме того, возможен некроз склерального лоскута и конъюнктивы и инфицирование полости глаза [62].

Отдельный интерес представляет использование в качестве дренажей аутоканей. В 1972 г. С.Г. Пучковым с соавт. предложена новая операция — склерангулореконструкция, при которой производили дренирование передней камеры васкуляризированной аутоэписклерой. Это достигалось тем, что в угол передней камеры помещали полоску из эписклеры и поверхностных слоев склеры, сосудистая сеть которых, всасывая влагу, обеспечивала дополнительный отток ВГЖ. Нормализация офтальмотонуса при отдаленных наблюдениях отмечалась в 80% случаев [Пучков]. В дальнейшем данную операцию успешно применяли для лечения закрытоугольной и врожденной глаукомы [64-65].

Имплантаты, применяемые с целью улучшения дренажной функции шлеммового канала

К одному из важных направлений в развитии хирургии глаукомы после операций синусотомии и НГСЭ относится вискоканалостомия, разработанная Stegmann et al. Согласно мнению авторов, гипотензивный эффект осуществляется следующим образом: ВГЖ проходит через барьер (трабекула — десцеметовая оболочка) и попадает в интрасклеральное пространство, далее — в просвет шлеммова канала, а дальнейшая резорбция осуществляется через коллекторные каналы. Важно отметить, что при этом не формируется фильтрационная подушка, т.к. поверхностный склеральный лоскут плотно фиксируется швами к своему ложу. Представленный механизм реализуется путем дозированного введения в просвет склерального синуса вискоэластичного препарата при помощи катетера iTrack толщиной 250 мкм. В середине катетера расположен канал, по которому проводят вискоэластичный препарат. Данная технология позволяет заполнить весь просвет склерального синуса вискоэластичной субстанцией [66, 67].

К основным недостаткам вискоканалостомии относят реколлапс шлеммового канала [67-68], гифему, повышение ВГД, разрыв десцеметовой оболочки, гипотонию и отслойку сосудистой оболочки [69].

Ю.А. Гусев с соавт. разработали модификацию вискоканалостомии. Операция сочетала НГСЭ, вискоканалостомию и эксплантодренирование гидрогелем в супрахориоидальное пространство. Под наблюдением находилось 260 пациентов. В период наблюдения до 21 месяца авторы отмечали полную компенсацию ВГД в 88,4% случаях при отсутствии фильтрационной подушки у подавляющего большинства пациентов [70].

Реколлапс шлеммова канала пытались устранить введением в просвет склерального синуса по всей его окружности полипропиленовой нити, которую завязывали с умеренным натяжением. Это позволило изменить форму канала методом растягивания внутренней стенки. Данная операция получила название «каналоластика» [71, 72].

В работе Lewis et al. использовали микрокатетер iTrack 250A («iScience Interventional Corp.»), при этом выполняли вискодилятацию шлеммова канала на всем его протяжении, а операцию завершали введением и завязыванием полипропиленовой нити 10-0 [72]. Согласно полученным данным, у 36% из 103 пациентов достигнут полный успех: истинное ВГД соответствовало 18 мм рт.ст. и ниже без применения медикаментозного лечения; у 77,5% пациентов достигнуто давление цели, но с применением дополнительных гипотензивных препаратов.

Отмечено уменьшение частоты интраоперационных и ранних послеоперационных (до 90 дней) осложнений в сравнении с трабекулоэктомией. Так, описаны микрогифема и гифема (n=35), офтальмогипертензия (n=10), отслойка десцеметовой оболочки (n=5), разрыв трабекулярной сети полипропиленовой нитью (n=2) и гипотония (n=1). Авторы выявили формирование фильтрационной подушки у 4 пациентов в поздний послеоперационный период. Прогрессирование катаракты отмечали у 20 пациентов [72]. Поскольку операция не подразумевает формирование фильтрационной подушки, то количество послеоперационных осмотров было значительно меньше по сравнению с фистулизирующими операциями. [73].

По мнению Grieshaber et al., гифема в раннем послеоперационном периоде после каналоластики является хорошим прогностическим признаком, т.к. указывает на восстановление физиологического оттока вследствие изменения градиента давления между склеральным синусом и эписклеральными венами. Авторы также отмечают меньшее количество Nd:YAG гониопунктур у пациентов с гифемой после каналоластики по сравнению с пациентами без гифемы [74].

Эффективность каналоластики подтверждена и в других работах [75]. Grieshaber et al. предложили проводить каналографию флюоросцеином в ходе каналоластики. Оценка состояния дренажной системы (эписклеральных вен, возможность транстрабекулярной диффузии) позволяет с большей вероятностью прогнозировать эффективность данного вмешательства [76].

Поскольку целью операции каналоластики является изменение формы склерального синуса путем натяжения полипропиленовой нити, Moelle et al. исследовали динамику послеоперационного роговичного астигматизма на 26 глазах (26 пациентов) в течение 6 месяцев. Авторы отмечают увеличение астигматизма с $0,77 \pm 0,5$ до $3,3 \pm 1,7$ дптр в первые две недели после операции, а к концу 6-месячного периода наблюдения роговичный астигматизм составлял $0,86 \pm 0,52$ дптр [77].

Согласно первоначальной теории, формирование фильтрационной подушки при каналоластике отсутствует. Вместе с тем в ряде работ с использованием конфокальной лазерной микроскопии показано «подтекание» ВГЖ через склеру и конъюнктиву после успешно выполненных операций в сроки через 12 недель [78].

Klink et al. подтверждают возможность формирования фильтрационных подушек после каналоластики. Несмотря на то что выявить их можно только с применением инструментального обследования, фильтрационные подушки не определяются в ходе стандартного исследования на щелевой лампе и не имеют клинического значения [79].

Большое практическое значение имеют работы по сравнению эффективности каналоластики и других антиглаукоматозных вмешательств. Так, Koeber сравнил эффективность каналоластики на одном глазу и вискоканалостомии на другом глазу у одного пациента. После 18 месяцев наблюдения истинное ВГД составило $14,5 \pm 2,6$ и $16,1 \pm 3,9$ мм рт.ст. соответственно. Изменение формы склерального синуса показало большую эффективность в сравнении с введением вискоэластичного препарата в просвет канала [80].

Ayala et al. изучали эффективность каналоластики и трабекулоэктомии на 33 глазах 33 пациентов за 12-месячный период наблюдения. В результате у пациентов обеих групп достигнуто целевое ВГД, но при этом отмечена большая гипотензивная эффективность при выполнении трабекулоэктомии [81].

Выбор полипропиленовой нить 10-0 для проведения натяжения склерального синуса не случаен. В одной из работ проведено сравнение эффективности при использовании проленовой нити 6-0 и полипропиленовой нити 10-0. Показана большая эффективность нити с меньшим сечением [82].

Shingleton et al. сравнивали гипотензивные показатели комбинированной операции вискоканалостомии-каналоластики в сочетании с факэмульсификацией катаракты (ФЭК). Данная операция выполнена на 54 глазах, период наблюдения составил один год. Исходное истинное ВГД составило $24,4 \pm 6,1$ мм рт.ст., спустя год после операции — $13,7 \pm 4,4$ мм рт.ст. Осложнения возникли на 5 глазах: гифема ($n=3$), разрыв десцеметовой оболочки ($n=1$) и пролапс радужной оболочки ($n=1$). Транзиторное повышение истинного ВГД до 30 мм рт.ст. отмечали у 4 пациентов в первые сутки после операции [83].

Свои результаты проведения каналоластики представили и российские авторы. М.М. Бикбов и И.И. Хуснидинов проводили оценку эффективности каналоластики с использованием системы Glaucolight у больных ПОУГ. Всего прооперировано 29 пациентов (29 глаз) с ПОУГ. 18 пациентам (18 глаз) была проведена только каналоластика. У 11 пациентов (11 глаз) выполнена каналоластика в сочетании с ФЭК. Среднее значение предоперационного ВГД — $34,5 \pm 4,2$ мм рт.ст. Через 1 и 3 мес. после операции ВГД составило в среднем в 1-й группе $15,5 \pm 1,7$ и $16,3 \pm 2,1$ мм рт.ст. соответственно, во 2-й группе — $14,0 \pm 2,3$ и $15,1 \pm 1,6$ мм рт.ст. [84].

Э.М. Касимов и Д.В. Гасанов провели исследование эффективности каналоластики на 9 глазах. На 3 глазах каналоластика сочеталась с ФЭК. Наблюдение составляло около 3 месяцев, у всех пациентов ВГД было компенсировано. Авторы отмечают высокий риск транзиторной гифемы до 44,4% случаев [85].

Необходимо отметить, что идея о возможности улучшить работу естественных дренажных путей за счет изменения структуры шлеммова канала возникла задолго до первой операции вискоканалостомии. Б.Н. Алексеев в 1978 г. усовершенствовал операцию синусэктомии. Используя специальный зонд, который вводился в шлеммов канал, автор удалял эндотелиальный слой [86].

На современном этапе развития хирургии глаукомы отечественные офтальмологи продолжают изменять форму шлеммова канала, применяя различные дренажи и зонды. В.В. Егоров с соавт. разработали способ усиления гипотензивного эффекта при хирургическом лечении открытоугольной глаукомы. Авторы описывают два варианта операции: после выполнения НГСЭ в просвет склерального синуса вводится дренажная проволока из медицинской стали диаметром 50 микрон и длиной 40 мм. Проведя ее по всей окружности канала, проволоку выводят с противоположной стороны операционного доступа. Во втором варианте операции проволока использовалась для бужирования поочередно с одной стороны и далее с другой стороны шлеммового канала. Данным способом прооперировано 68 пациентов (68 глаз), срок наблюдения — 2 года. Авторы отмечают более выраженный гипотензивный эффект в отдаленном периоде в сравнении с операцией вискоканалостомии и указывают на меньшую степень выраженности фильтрационной подушки, связывая это с равномерной фильтрацией влаги на всем протяжении шлеммового канала [87].

С.И. Николашин и В.А. Мачехин проводили дренирование шлеммова канала. Для этого выполняли НГСЭ с зондированием склерального синуса и дозированным отслаиванием десцеметовой оболочки, после чего в созданный просвет имплантировали коллагеновые и гидрогелевые дренажи. Прооперировано 77 пациентов (85 глаз) с ПОУГ, срок наблюдения составил от 3 месяцев до 3,5 лет. Авторы отмечают высокий гипотензивный эффект представленной методики [88].

С.Я. Романенко с соавт. разработали дренаж из эластичного прозрачного материала «Дигель», который представляет собой пространственно сшитый блоксополимер полиоксипропилена, монометкрилового эфира этиленгликоля и метакриловой кислоты. Материал обладает как гидрофильными, так и гидрофобными свойствами. Толщина дренажа составляет 100 мкм, форма — трапецевидная. Основание трапеции имеет два ответвления, на их конце сформированы утолщения, которые имплантируют в просвет шлеммового канала, а основание располагается на месте удаленного склерального лоскута. По данной методике прооперировано 32 пациента. Среднее значение ВГД к концу 3 месяцев составляло около 20 мм рт.ст. [32].

Kumar et al. использовали интраканальный спиральный стент собственной конструкции, представленный тонкой нержавеющей стальной проволокой, закрученной в спираль вокруг микрозонда толщиной 0,2 мм и длиной от 5 до 6 мм. Прооперирован 31 пациент, срок наблюдения — 3 месяца. Авторы указывают, что в 50% случаев выполнялась сочетанная операция: ФЭК с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) и стентирование шлемового канала. Авторы не иссекали глубокий склеральный лоскут и ушивали поверхностный лоскут. Полный успех был достигнут в 57,1% случаев, условный успех — в 42,9%. Успехом авторы считали послеоперационное ВГД менее 25 мм рт.ст. по Маклакову. Условным успехом отмечен результат с тем же показателем ВГД, но с дополнительным применением гипотензивных препаратов. К недостаткам относятся: 3 случая микроперфорации, только в 14,7% случаев стент полностью имплантирован в просвет шлемового канала; 2 случая гифемы, 1 случай перфорации стентом трабекулы и частичным его расположением в полости передней камеры, в 42,9% получена диффузная плоская фильтрационная подушка [13].

Развитие вискоканалостомии и каналопластики стало отправной точкой для отдельного направления в хирургии глаукомы — микроинвазивной хирургии глаукомы (MIGS). Идея основана на улучшении оттока ВГЖ из передней камеры напрямую в шлемов канал, минуя трабекулярную сеть. Подобные операции выполняют *ab interno* через парацентез в области лимба или в ходе ФЭК, при этом избегают формирования фильтрационной зоны с фильтрационной подушкой. Одним из первых представителем нового направления стал iStent («Glaukos», США) — трубчатый имплант из никелида титана размерами 0,5×0,25×1,0 мм и внутренним диаметром 0,12 мм.

Специально разработанным инжектором имплантат вводится *ab interno* в шлемов канал, предварительно перфорируя трабекулярную сеть в точке имплантации. Пилотные исследования на 6 глазах, проводимые в течение 12 месяцев, показали снижение истинного ВГД с $20 \pm 6,3$ мм рт.ст. до $12,5 \pm 2,5$ мм рт.ст. Авторы не отмечали случаев дислокации имплантата, при этом описан один случай формирования передних синехий и один случай частичной непроходимости ветви центральной вены сетчатки спустя несколько недель после имплантации [89-91].

Дренаж CyPass («Transcend Medical», США) также относится к имплантатам, предназначенным для микроинвазивной хирургии глаукомы. Имплантат представляет собой биосовместимое трубчатое устройство длиной 6,35 мм и внутренним диаметром 0,51 мм, выполненное из полиамида; поверхность дренажа пронизана многочисленными микропорами. Дренаж имплантируется *ab interno* и располагается в супрацилиарном и супра-

хориоидальном пространстве, предназначен для улучшения увеосклерального оттока. Имплантацию часто выполняют одномоментно с ФЭК. Промежуточные результаты исследования показывают низкий уровень интраоперационных осложнений и сопутствующее снижение ВГД [92].

В работе Gandolfi et al. описаны результаты сравнительного исследования эффективности каналопластики и имплантации нового микродренажа Hydrus («Ivantis», США) при лечении ПОУГ или вторичной (псевдоэкссфолиативной или пигментной) глаукомы. Данный имплантат выполнен из никелида титана. Период наблюдения пациентов составил 24 месяца. Авторы отмечают одинаковые результаты по большинству исследуемых показателей в обеих группах, при этом в группе каналопластики отмечено статистически незначимое преимущество по показателю «полного успеха» (достижение целевого ВГД без сопутствующей медикаментозной терапии) [93].

Spiegel et al. разработали оригинальную модель дренажа EyePass, «Glaukos», США), представляющую собой соединенные на одном конце две силиконовые трубки и свободные концы трубок с другой стороны (в форме буквы «Y»). Внешний диаметр устройства составляет 250 мкм, внутренний — 125 мкм. После выполнения НГСЭ сдвоенный конец имплантата, перфорируя трабекулярную сеть, помещали в переднюю камеру, а свободные концы трубок вводили в просвет шлемового канала с двух сторон [91]. Дренаж показал невысокую эффективность в снижении ВГД, также отмечены случаи закупорки просвета трубок в результате рефлюкса крови [94].

Использование никелида титана в хирургическом лечении глаукомы

Титан распространен в земной коре и занимает четвертое место после алюминия, железа и магния. Титан — металл IV группы периодической системы, имеет следующие характеристики: атомный номер — 22, атомная масса — 47,3; переходный элемент, удельный вес — 4500 кг/м³, температура плавления $\sim 1665 \pm 5^\circ\text{C}$. Характеризуется высоким удельным электросопротивлением. Является парамагнитным, твердым и химически стойким металлом. Благодаря быстрому образованию стойкой оксидной пленки (TiO₂) на поверхности, металл высоко устойчив к коррозии в воде и некоторых кислотах, превосходя по этому показателю нержавеющую сталь. В промышленности и медицине используют сплавы титана, подвергая его легированию. В медицине применяется сплав Ti – Ni эквивалентного состава (50:50%), который называют никелидом титана или нитинолом. Никель выступает в качестве стабилизатора, и именно этот состав обладает механической памятью формы [95].

Для получения этого эффекта материал пластически деформируют при температуре выше температуры мартенситного превращения с целью придания ему необходимой формы, затем охлаждают до температур, обеспечивающих протекание мартенситного превращения, и деформируют при этой температуре для получения удобной формы. При дальнейшем нагреве изделие вновь восстанавливает форму, которая была ему первоначально придана. Благодаря наличию функции механической памяти формы, биологической инертности, нитинол получил широкое распространение во всех отраслях медицины в качестве имплантата [96].

Офтальмология не стала исключением, при этом большое распространение получил пористый нитинол, несмотря на то что проведенная сравнительная морфохимическая оценка изменений в глазах кроликов, вызванная имплантацией монолитного и пористого нитинола, выявила однотипность протекающих метаболических процессов [97].

Нитинол использовали как имплантат при лечении анофтальмического синдрома [98]. Исследуется применение никелида титана при реконструктивных операциях, связанных с повреждением стенок орбиты [99].

В попытках снижения активности рубцевания после антиглаукоматозных операций использовались различные металлы, и нитинол в том числе. А.И. Еременко с соавт. разработали способ микродренирования при глаукоме, который, по мнению исследователей, мог быть использован как для активизации переднего пути оттока ВГЖ в ходе НГСЭ, так и активизации заднего пути оттока при выполнении той же операции. Применяли хирургическую нить на основе никелида титана диаметром 80-90 микрометров. Один конец нити вводили в просвет шлеммова канала, а другой конец нити выходил за пределы поверхностного лоскута в субтеноновое пространство. При втором варианте использовали нить 100-120 мкм в диаметре, при этом один конец нити располагали в просвете шлеммова канала, а другой конец вводили в супрахориоидальное пространство после предварительного циклодиализа. Авторы апробировали данный способ у 23 больных [100].

А.Н. Стеблюк с соавт. изучали локальный цитокиновый статус лабораторных животных при экспериментальной интрасклеральной имплантации дренажа на основе никелида титана. Влагу передней камеры экспериментальных животных (21 кролик) подвергали анализу на 3, 7 и 30 сутки после интрасклеральной имплантации пористого никелида титана. Выполняли иммуноферментный анализ, оценивая содержание цитокинов IL-1 β , TNF- α , IL-2 и IL-10. Полученные данные свидетельствуют об адекватном усилении продукции цитокинов при использовании никелида титана к концу

1 недели наблюдения. К окончанию мониторинга локальная концентрация цитокинов была равна таковой у контрольной группы животных. Авторы пришли к мнению о целесообразности и безопасности использования пористого никелида титана с гипотензивной целью [101].

Т.К. Тойкулиев описывает результаты применения пористого никелида титана при антиглаукоматозной операции (склеродиализ с синусодилатацией) у пациентов с врожденной глаукомы. Использовали следующую технику: после выкраивания поверхностного лоскута локализовали шлеммов канал, в просвет которого вводился тонкий шпатель. Склеральный синус рассекали снаружки с формированием двух пластинок, в просвет вводили тонкую нить (0,2 мм) из пористого никелида титана с заданной памятью формы в виде волны или спирали. Далее ушивали поверхностный лоскут. Операция проведена на 27 глазах (17 пациентов) со сроком наблюдения до 3 лет. Автор указывает на эффективность подобного вмешательства в 83,2% случаев в отдаленный период наблюдения [14].

Целью работы Grierson et al. было определение биосовместимости имплантата из никелида титана, вводимого в просвет шлеммового канала [102]. Представленный дренаж имплантировали в шлеммов канал глаза у 2 обезьян и 8 кроликов в качестве проводника ВГЖ между передней камерой глаза и субконъюнктивальным пространством. Спустя 13 и 23 недели обезьяны и кролики соответственно были выведены из эксперимента. Ткани подвергнуты электронной микроскопии и гистологическому исследованию. Grierson et al. отмечают отсутствие выраженного острого и хронического воспаления, отсутствие грануляционной ткани, фиброза в просвете шлеммового канала и окружающей ткани. При исследовании глаз кроликов выявлена минимальная активность моноклеарных клеток и минимальный фиброзный ответ в месте локализации импланта. Авторы сообщают о высокой длительной биосовместимости имплантата из никелида титана при локализации в шлеммовом канале и подлежащих тканях у животных [102].

Исследование подобного имплантата из никелида титана проводили и на подготовленных моделях из трунных глаз человека. Перфорированную трубку из нитинола имплантировали в склеральный синус ab interno. Последовательно нагнетали давление 10, 20, 30 и 40 мм рт.ст. Авторы указывают на увеличение оттока жидкости и уменьшение резистентности в глазах с трубчатым дренажем в просвете шлеммова канала [103]. И.А. Лих и В.В. Кашников подтвердили возможность имплантации дренажа, выполненного из никелида титана в виде разомкнутого кольца, на двух энуклеированных по поводу терминальной глаукомы глазах без предшествующих хирургических вмешательств [104].

ЗаклЮчение

Хирургия глаукомы с использованием различных моделей дренажей остается трудной задачей современной офтальмологии. Дренажное шлемовое канальце представляет актуальным направлением дренажной хирургии глаукомы. Технические характеристики, биологическая совместимость, возможности современного машиностроения и технических лазеров для обработки никелида титана позволяют использовать этот сплав на микроструктурном уровне. Представленные работы повышают интерес к дальнейшему использованию нитинола в хирургии глаукомы.

Литература / References

1. Quigley H.A. The number of persons with glaucoma worldwide. *Br J Ophthalmol* 1996; 80(5):389-393. doi:10.1136/bjo.80.5.389.
2. Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 2006; 90(3): 262-267. doi:10.1136/bjo.2005.081224.
3. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России. *Вестник офтальмологии* 2006; 122(1):35-37. [Libman Ye.S., Shakhova Ye.V. Blindness and disability due to pathology of the organ of vision in Russia. *Vestn Ophthalmol* 2006; 122(1):35-37. (In Russ.)].
4. Friedman D., Wolfs R., O'Colmain B., Klein B.E., Taylor H.R., West S. et al. Prevalence of open-angle glaucoma among adults in the United States. *Arch Ophthalmol* 2004; 122(4): 532-538. doi:10.1001/archophth.122.4.532.
5. Хорошилова-Маслова И.П., Ганковская Л.В., Андреева Л.Д., Еричев В.П., Василенкова Л.В., Илатовская Л.В. Экспериментальное изучение ингибирующего действия комплекса цитокинов на заживление раны после фильтрующей операции при глаукоме. Гистопатологические и иммунохимические находки. *Вестник офтальмологии* 2000; 116(1):5-8. [Horoshilova-Maslova I.R., Gankovskaya L.V., Andreeva L.D., Elichev V.P., Vasilenkova L.V., Ilatovskaya L.V. Experimental study of complex inhibitory effect of cytokines on wound healing after filtering glaucoma surgery. Histopathological and immunohimical findings. *Vestn Ophthalmol* 2000; 116(1):5-8. (In Russ.)].
6. Чеглаков В.Ю., Чеглаков Ю.А. Сравнение эффективности модификации непроницающей глубокой склерэктомии с имплантацией нового барьерного дренажа из гидрогеля у пациентов с рефрактерной глаукомой. *Национальный журнал глаукома* 2011; 10(3):40-45. [Cheglakov V.Ju., Cheglakov Ju.A. Comparison of long-term results of modified nonpenetrating deep sclerectomy with new hydrogel implant in refractory glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2011; 10(3):40-45. (In Russ.)].
7. Wecker L. de. Sclerotomy simple et combine. *Ann d'Ocul* 1894; 25:112.
8. Rollett M., Moreau M. Traitement de hypopyon par le drainage capillaire de la chambre anterieure. *Rev Gen Ophthalmol* 1906; 25:481-489.
9. Zorab A. The reduction of tension in chronic glaucoma. *Ophthalmoscope* 1912; 10:258-261.
10. Bick M.W. Use of tantalum for ocular drainage. *Arch Ophthalmol* 1949; 42(4):373-388. doi: 10.1001/archophth.1949.00900050381003.
11. Muldoon W.E., Ripple P.H., Wilder H.C. Platinum implant in glaucoma surgery. *Arch Ophthalmol* 1951; 45(6):666-672. doi: 10.1001/archophth.1951.01700010681008.
12. Kuljaca Z., Ljubojević V., Momirov D. Draining implant for neovascular glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1983; 96(3):372-376. doi: 10.1016/s0002-9394(14)77830-4.
13. Kumar V., Frolov M.A., Bozhok E.V., Dushina G.N., Bezzabotnov A.I. A new stainless steel spiral schlemm's canal expander in surgical treatment open-angle glaucoma. *Национальный журнал глаукома* 2014; 13(3):43-51. [Kumar V., Frolov M.A., Bozhok E.V., Dushina G.N., Bezzabotnov A.I. A new stainless steel spiral schlemm's canal expander in surgical treatment open-angle glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2014; 13(3):43-51].
14. Тойкулиев Т.К. Сравнительная оценка различных методов хирургического лечения врожденной глаукомы в возрастном аспекте. *Казанский медицинский журнал* 2013; 94(6):847-850. [Tojkuliev T.K. Comparative assessment of different methods of congenital glaucoma surgical treatment considering patient's age. *Kazan Medical J* 2013; 94(6):847-850. (In Russ.)].
15. Dahan E., Carmichael T.R. Implantation of a miniature glaucoma device under a flap. *J Glaucoma* 2005; 14(2):98-102. doi:10.1097/01.jg.0000151688.34904.b7.
16. Tavolato M., Babighian S., Galan A. Spontaneous extrusion of a stainless steel glaucoma drainage implant (Ex-PRESS). *Eur J Ophthalmol* 2006; 16(5):753-755.
17. Nyska A., Glovinsky Y., Belkin M., Epstein Y. Biocompatibility of the Ex-PRESS miniature glaucoma drainage implant. *J Glaucoma* 2003; 12(3):275-280. doi:10.1097/00061198-200306000-00017.
18. Mermoud A. Ex-PRESS implant. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(4): 396-397. doi:10.1136/bjo.2004.061689.
19. Traverso C.E., De Feo F., Messas-Kaplan A., Denis P., Levartovsky S., Sellem E. et al. Long term effect on IOP of a stainless steel glaucoma drainage implant (Ex-PRESS) in combined surgery with phacoemulsification. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(4):425-429. doi:10.1136/bjo.2004.058032.
20. 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):14-19. doi:10.1097/01.jg.0000243479.90403.cd.
21. Melamed S., Simon G. J. B., Goldenfeld M., Simon G. Efficacy and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2009; 127(3): 264-269. doi:10.1001/archophth.2008.611.
22. Tam D., Ahmed I. The SOLX gold shunt device for glaucoma. *Eur Ophthalmol Rev* 2008; 2(1):39-41. doi:10.17925/eor.2009.02.01.39.
23. Болгов П.Я. Об операциях Киаццаро при глаукоме. *Вестник офтальмологии* 1945; 24(1-2):77-83. [Bolgov P.Ja. On Kiazaro operations in glaucoma. *Vestn Ophthalmol* 1945; 24(1-2):77-83. (In Russ.)].
24. Волков В.В., Ушаков Н.А., Юмагулова А.Ф. Способы оперативного лечения вторичной глаукомы при тяжелых ожогах глаз и их последствиях. *Военно-медицинский журнал* 1981; 159(8):39-41. [Volkov V.V., Ushakov N.A., Jumagulova A.F. Secondary glaucoma surgery after severe burns and its consequences. *Voennno-meditsinskii zhurnal* 1981; 159(8):39-41. (In Russ.)].
25. Волков В.В. Бржеский В.В., Ушаков Н.А. Офтальмохирургия с использованием полимеров. СПб.: Гиппократ, 2003; 415 с. [Volkov V.V. Brzheskij V.V., Ushakov N.A. Ophthalmosurgery with polymers. St. Petersburg, Gippokrat Publ., 2003; 415 p.].
26. Алексеев Б.Н., Кабанов И.Б. Силиконовый дренаж в лечении глаукомы с неоваскуляризацией радужки и иридокорнеального угла. *Вестник офтальмологии* 1986; 102(4):12-15. [Aleksseev B.N., Kabanov I.B. Silicone drainage in treating glaucoma with neovascularization of the iris and iridocorneal angle. *Vestn Ophthalmol* 1986; 102(4):12-15. (In Russ.)].
27. Чупров А.Д., Подыниногина В.В., Гаврилова И.А. Результаты хирургического лечения далекозашедшей и терминальной глаукомы с применением силиконового дренажа. *Глаукома* 2006; 5(3):26-28. [Chuprov A.D., Podyninogina V.V., Gavrilova I.A. The results of surgical treatment of far advanced and terminal stages of glaucoma with silicone drainage. *Glaucoma* 2006; 5(3):26-28. (In Russ.)].
28. Lee P.F., Wong W.T. Aqueous-venous shunt for glaucoma: report on 15 cases. *Ann Ophthalmol* 1974; 6(10):1083-1088.

29. Чеглаков Ю.А. Эффективность глубокой склерэктомии с экплантодренированием в лечении поствоспалительной глаукомы. *Офтальмохирургия* 1989; 1(2):41-43. [Chegla-kov Ju.A. Deep sclerectomy and drainage effectiveness in second-ary inflammatory glaucoma treatment. *Ophthalmosurgery* 1989; 1(2):41-43. (In Russ.)].
30. Чеглаков В.Ю. Результаты непроникающей глубокой склер-эктомии с имплантацией гидрогелевого дренажа у паци-ентов с псевдоэкзофиативной глаукомой. *Глаукома* 2010; 9(2):25-29. [Chegla-kov V.Ju. Long-term results of microinvasive nonpenetration deep sclerectomy with hydrogel implant in exfoliative glaucoma. *Glaucoma* 2010; 9(2):25-29. (In Russ.)].
31. Сахнов С.Н., Науменко В.В., Волик С.А., Малышев А.В., Волик Е.И. Способ хирургического лечения рефрактерной глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2013; 12(1): 29-34. [Sahnov S.N., Naumenko V.V., Volik S.A., Malyshev A.V., Volik E.I. A method of surgical treatment of refractory glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2013; 12(1):29-34. (In Russ.)].
32. Романенко С.Я., Терещенко А.В., Белый Ю.А. Комбинирован-ное дренирование зоны операции и шлеммова канала в хирур-гии открытоугольной глаукомы с использованием нового дрена-жа. *Офтальмология* 2007; 4(2):19-24. [Romanenko S.Ja., Tereshhenko A.V., Belyj Ju.A. Combined drainage of operation zone and Schlemm canal in new drainage open-angle glaucoma surgery. *Ophthalmology* 2007; 4(2):19-24. (In Russ.)].
33. Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Рогачева И.В., Панасюк А.Ф., Ларионов Е.В. Новый нерассасываемый коллагеновый дренаж для повышения эффективности непроникающей глубокой склерлимбэктомии. *Глаукома* 2003; 2(1):19-24. [Anisimova S.Ju., Anisimov S.I., Rogacheva I.V., Panasyuk A.F., Larionov E.V. New non dissolvable collagen implant increases the efficacy of non-penetrating deep sclerlimbectomy. *Glaucoma* 2003; 2(1):19-24. (In Russ.)].
34. Корнилаева Г.Г. Комбинированный циклодиализ с использо-ванием аллотрансплантатов-дренажей в лечении вторичной глаукомы. *Офтальмохирургия* 2002; 14(1):13-16. [Kor-nilaeva G.G. Combined cyclodialysis with allotransplantate drainages in secondary glaucoma treatment. *Ophthalmosurgery* 2002; 14(1):13-16. (In Russ.)].
35. Бакуткин В.В., Максимова Л.В. Субсклеральная меридио-нальная пластика с применением аллоплантов из углерода в микрохирургическом лечении некомпенсированной откры-тоугольной глаукомы. *Офтальмологический журнал* 2000; 55(1):39-41. [Bakutkin V.V., Maksimova L.V. Subscleral meridional plastics using carbon Alloplants in the microsurgical treatment of uncompensated open-angle glaucoma. *Oftal'mologicheskij zhurnal* 2000; 55(1):39-42. (In Russ.)].
36. Слонимский А.Ю., Алексеев И.Б., Долгих С.С., Коригодский А.Р. Новый биодеградируемый дренаж «Глаутекс» в хирургиче-ском лечении глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2012; 11(4):55-59. [Slonimskij A.Ju., Alekseev I.B., Dolgih S.S., Korigodskij A.R. New biodegradable drainage "Glautek" in glau-coma surgical treatment. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2012; 11(4):55-59. (In Russ.)].
37. Galassi F., Giambene B. Deep sclerectomy with SkGel implant: 5-year results. *J Glaucoma* 2008; 17(1):52-56. doi:10.1097/ijg.0b013e3180d0a885.
38. Chiou A.G., Mermoud A., Underdahl J.P., Schnyder C.C. An ultrasound biomicroscopic study of eyes after deep sclerectomy with collagen implant. *Ophthalmology* 1998; 105(4):746-750. doi:10.1016/s0161-6420(98)94033-7.
39. Shaarawy T., Nguyen C., Schnyder C., Mermoud A. Comparative study between deep sclerectomy with and without collagen implant: long-term follow up. *Br J Ophthalmol* 2004; 88(1):95-98. doi:10.1136/bjo.88.1.95.
40. Ate H., Uretmen O., Anda K., Azarsiz S.S. Deep sclerectomy with a nonabsorbable implant (T-Flux): preliminary results. *Can J Ophthalmol* 2003; 38(6):482-488. doi:10.1016/s0008-4182(03)80027-3.
41. Senthil S., Rao H.L., Babu J.G., Mandal A.K., Garudadri C.S. Comparison of outcomes of trabeculectomy with mitomycin C vs. ologen implant in primary glaucoma. *Indian J Ophthalmol* 2013; 61(7):338-42. doi:10.4103/0301-4738.109520.
42. Dietlein T.S., Lappas A., Rosentreter A. Secondary subconjunctival implantation of a biodegradable collagen-glycosaminoglycan matrix to treat ocular hypotony following trabeculectomy with mitomycin C. *Br J Ophthalmol* 2013; 97(8):985-958. doi:10.1136/bjophthalmol-2013-303357.
43. Фокин В.П., Абросимова Е.В., Шава А.И. Опыт примене-ния дренажного импланта Healaflo в хирургии первич-ной открытоугольной глаукомы. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета* 2014; 51(3): 73-74. [Fokin V.P., Abrosimova E.V., Shhava A.I. Healaflo drainage implant in primary open-angle glaucoma surgical treatment. *J of VolgSMU* 2014; 51(3):73-74. (In Russ.)].
44. Molteno A.C.B. New implant for drainage in glaucoma: clinical trial. *Br J Ophthalmol* 1969; 53(3):606-615. doi:10.1136/bjo.53.9.606.
45. Molteno A.C.B. The optimal design of drainage implants for glaucoma. *Trans Ophthalmol Soc NJ* 1981; 33(8):39-41.
46. Molteno A.C.B. The dual chamber single plate implant-its use in neovascular glaucoma. *Aust NZ J Ophthalmol* 1990; 18(4):431-436. doi:10.1111/j.1442-9071.1990.tb01830.x.
47. Baerveldt G., Minckler D.S., Mills R.P. Implantation of drainage devices. Glaucoma surgical techniques. *Ophthalmol Monographs* 1991; 4:180.
48. Lloyd M.A., Baerveldt G., Heur D.K., Minckler D.S., Martone J.F. Initial clinical experience with Baerveldt implant in complicated glaucomas. *Ophthalmology* 1994; 101(4):640-650. doi:10.1016/s0161-6420(94)31283-8.
49. Schocket S.S., Lakhanpal V., Richards R.D. Anterior chamber tube shunt to an encircling band in the treatment of neovascular glaucoma. *Ophthalmology* 1982; 89(10):1188-1194. doi:10.1016/s0161-6420(82)34671-0.
50. Wilson R.P., Cantor L., Katz J., Schmidt C.M., Steinman W.C., Allee S. Aqueous shunts. Molteno versus Schocket. *Ophthalmology* 1992; 99(5):672-678.
51. 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):1246-1250. doi: 10.1001/archophth.1992.01080210064026.
52. Krupin T., Podos S.M., Becker B., Newkirk J.B. Valve implants in filtering surgery. *Am J Ophthalmol* 1976; 81(2):232-235. doi:10.1016/0002-9394(76)90737-6.
53. Folberg R., Hargett N.A., Weaver J.E., McLean I.W. Filtering valve implant for neovascular glaucoma in proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmology* 1982; 89(3):286-295. doi:10.1016/s0161-6420(82)34810-1.
54. Fellenbaum P.S., Almeida A.R., Minckler D.S., Sidoti P.A., Baerveldt G., Heuer D.K. Krupin disk implantation for complicated glaucomas. *Ophthalmology* 1994; 101(7):1178-1182. doi:10.1016/s0161-6420(13)31724-2.
55. The Krupin Eye Valve Filtering Surgery Study Group. Krupin eye valve with disc for filtering surgery. *Ophthalmology* 1994; 101(4):651-658. doi:s0161-6420(94)31282-6.
56. Coleman A.L., Hill R., Wilson M.R., Choplin N., Kotas-Neumann R., Tam M. et al. Initial clinical experience with the Ahmed glaucoma valve implant. *Am J Ophthalmol* 1995; 120(1):23-31. doi:10.1016/s0002-9394(14)73755-9.
57. Coleman A.L., Smyth R., Wilson M.R., Tam M. Initial clinical experience with the Ahmed glaucoma valve implant in pediatric patients. *Arch Ophthalmol* 1997; 115(2):186-191. doi:10.1001/archophth.1997.01100150188007.
58. Huang M.C., Netland P.A., Coleman A.L., Siegner S.W., Moster M.R., Hill R.A. Intermediate-term clinical experience the Ahmed glaucoma valve implant. *Am J Ophthalmol* 1999; 127(1):27-33. doi:10.1016/s0002-9394(98)00394-8.
59. Abdelaziz A., Capó H., Banitt M.R., Schiffman J., Feuer W.J., McKeown C.A. et al. Diplopia after glaucoma drainage device implantation. *J AAPOS* 2013; 17(2):192-196. doi:10.1016/j.jaapos.2012.11.017.

60. Bailey A.K., Sarkisian S.R. Complications of tube implants and their management. *Curr Opin Ophthalmol* 2014; 25(2):148-153. doi:10.1097/ICU.0000000000000034.
61. Lotufo D.G. Postoperative complications and visual loss following Molteno implantation. *Ophthalmic Surg* 1991; 22(11):650-656.
62. Lavin M., Franks W., Wormald R., Hitchings R. Clinical risk factors for failure in glaucoma tube surgery. A comparison of three tube designs. *Arch Ophthalmol* 1992; 110(4):480-485. doi:10.1001/archophth.1992.01080160058030.
63. Пучков С.Г., Захаров В.Д., Федоров С.Н. Антиглаукоматозная операция — склерангулорекострукция. *Вестник офтальмологии* 1972; 88(3):23-27. [Puchkov S.G., Zaharov V.D., Fedorov S.N. Scleranguloreconstruction — a new glaucoma operation. *Vestn Oftalmol* 1972; 88(3):23-27. (In Russ.)].
64. Ивашина А.И., Першин К.Б. Новый подход к лечению закрытоугольной глаукомы. *Офтальмохирургия* 1995; 7(3):26-29. [Ivashina A.I., Pershin K.B. New approach to angle-closure glaucoma treatment. *Ophthalmosurgery* 1995; 7(3):26-29. (In Russ.)].
65. Фенькова О.Г., Фурсова А.Ж., Гусаревич О.Г. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения врожденной глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2012; 11(1):31-34. [Fen'kova O.G., Fursova A.Zh., Gusarevich O.G. Comparative analysis of congenital glaucoma surgical treatment results. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2012; 11(1):31-34. (In Russ.)].
66. Stegmann R., Pienaar A., Miller D. Viscocanalostomy for open-angle glaucoma in black African patients. *J Cataract Refract Surg* 1999; 25(3):316-322. doi:10.1016/S0886-3350(99)80078-9.
67. Stegmann R. Viscocanalostomy: a new surgical technique for open angle glaucoma. *An Inst Barraquer* 1995; 25:225-232.
68. Grieshaber M.C., Pienaar A., Olivier J., Stegmann R. Canaloplasty for primary open-angle glaucoma: long-term outcome. *Br J Ophthalmol* 2010; 94(11):1478-1482. doi:10.1136/bjo.2009.163170.
69. Lewis R.A., von Wolff K., Tetz M., Korber N., Kearney J.R., Shingleton B. et al. Canaloplasty: circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm's canal using a flexible microcatheter for the treatment of open-angle glaucoma in adults. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(7):1217-1226. doi:10.1016/j.jcrs.2007.03.051.
70. Гусев Ю.А., Трубилин В.Н., Маккаева С.М. Вискохирургия в лечении открытоугольной глаукомы. *Глаукома* 2004; 3(3):3-7. [Gusev Yu.A., Trubilin V.N., Makkaeva S.M. Viscosurgery in open-angle glaucoma treatment. *Glaucoma* 2004; 3(3):3-7. (In Russ.)].
71. Bull H., von Wolff K., Körber N., Tetz M. Three-year canaloplasty outcomes for the treatment of open-angle glaucoma: European study results. *Graef Arch Clin Exp Ophthalmol* 2011; 249(10):1537-1545. doi:10.1007/s00417-011-1728-3.
72. Lewis R.A., von Wolff K., Tetz M., Koerber N., Kearney J.R., Shingleton B.J. et al. Canaloplasty: three-year results of circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal using a microcatheter to treat open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(4):682-690. doi:10.1016/j.jcrs.2010.10.055.
73. King A.J., Rotchford A.P., Alwitary A., Moodie J. Frequency of bleb manipulations after trabeculectomy surgery. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(7):873-977. doi:10.1136/bjo.2006.109835.
74. Grieshaber M.C., Schoetzau A., Flammer J., Orgül S. Postoperative microhyphema as a positive prognostic indicator in canaloplasty. *Acta Ophthalmol* 2013; 91(2):151-156. doi:10.1111/j.1755-3768.2011.02293.x.
75. Grieshaber M.C., Pienaar A., Olivier J., Stegmann R. Canaloplasty for primary open-angle glaucoma: long-term outcome. *Br J Ophthalmol* 2010; 94(11):1478-1482. doi:10.1136/bjo.2009.163170.
76. Grieshaber M.C., Pienaar A., Olivier J., Stegmann R. Channelography: imaging of the aqueous outflow pathway with flexible microcatheter and fluorescein incanaloplasty. *Klin Monbl Augenheilkd* 2009; 226(4):245-248. doi:10.1055/s-0028-1109305.
77. Moelle M.C., Cursiefen C., Rejdak R., Horn F.K., Jünemann A.G. Time course of induced astigmatism after canaloplasty. *J Glaucoma* 2014; 23(1):53-59. doi:10.1097/ijg.0b013e31829f9c31.
78. Mastropasqua L., Agnifili L., Salvatet M.L., Ciancaglini M., Fasanella V., Nubile M. et al. In vivo analysis of conjunctiva in canaloplasty for glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2012; 96(5):634-639. doi:10.1136/bjophthalmol-2011-301058.
79. Klink T., Panidou E., Kanzow-Terai B., Klink J., Schlunck G., Grehn F.J. Are there filtering blebs after canaloplasty? *J Glaucoma* 2012; 21(2):89-94. doi:10.1097/ijg.0b013e3182027905.
80. Koerber N.J. Canaloplasty in one eye compared with visco-canalostomy in the contralateral eye in patients with bilateral open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2012; 1(2):129-134. doi:10.1097/ijg.0b013e31820277c0.
81. Ayyala R.S., Chaudhry A.L., Okogbaa C.B., Zurakowski D. Comparison of surgical outcomes between canaloplasty and trabeculectomy at 12 months' follow-up. *Ophthalmology* 2011; 118(12):2427-2433. doi:10.1016/j.ophtha.2011.05.021.
82. Grieshaber M.C., Pienaar A., Olivier J., Stegmann R. Comparing two tensioning suture sizes for 360 degrees viscocanalostomy (canaloplasty): a randomised controlled trial. *Eye (Lond)* 2010; 24(7):1220-1226. doi:10.1038/eye.2009.317.
83. 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. One year results. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(3):433-440. doi:10.1016/j.jcrs.2007.11.029.
84. Бикбов М.М., Хуснитдинов И.И. Каналопластика при глаукоме: хирургическая техника и результаты. *РМЖ. Клиническая офтальмология* 2014; 15(2):78-81. [Bikbov M.M., Husnitdinov I.I. Canaloplasty in glaucoma patients: surgical technique and results. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2014; 15(2):78-81. (In Russ.)].
85. Касимов Э.М., Гасанов Д.В. Ранние результаты каналопластики при открытоугольной глаукоме в Азербайджане. *РМЖ. Клиническая офтальмология* 2011; 12(4):144-147. [Kasimov Je.M., Gasanov D.V. Early results of canaloplasty in open-angle glaucoma patients from Azerbajdzhan. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2011; 12(4):144-147. (In Russ.)].
86. Алексеев Б.Н. Микрохирургия внутренней стенки шлеммова канала при открытоугольной глаукоме. *Вестник офтальмологии* 1978; 94(4):14-20. [Alekshev B.N. Microsurgery of Schlemm's canal inner wall in open-angle glaucoma. *Vestn Oftalmol* 1978; 94(4):14-20. (In Russ.)].
87. Егоров В.В., Сорокин Е.Л., Поступаев А.В., Васильев А.В. Хирургическое лечение пациентов с первичной открытоугольной глаукомой методом зондирования шлеммова канала на всем его протяжении. *Офтальмохирургия* 2008; 19(3):16-18. [Egorov V.V., Sorokin E.L., Postupaev A.V., Vasil'ev A.V. Schlemm's canal intubation in primary open-angle glaucoma surgical treatment. *Ophthalmosurgery* 2008; 19(3):16-18. (In Russ.)].
88. Николашин С.И., Мачехин В.А. Непроницающая глубокая склерэктомия с дренированием Шлеммова канала в лечении первичной открытоугольной глаукомы. *Офтальмохирургия* 2002; 13(1):17-20. [Nikolashin S.I., Machehin V.A. Non-penetrating deep sclerectomy with Schlemm's canal drainage in primary open-angle glaucoma treatment. *Ophthalmosurgery* 2002; 13(1):17-20. (In Russ.)].
89. Spiegel D., Kobuch K. Trabecular meshwork bypass tube shunt: initial case series. *Br J Ophthalmol* 2002; 86(11):1228-1231. doi:10.1136/bjo.86.11.1228.
90. Spiegel D., Wetzel W., Neuhann T., Stuermer J., Hoeh H., Garcia-Feijoo J. 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):393-399.
91. Spiegel D., Wetzel W., Haffner D.S., Hill R.A. Initial clinical experience with the trabecular micro-bypass stent in patients with glaucoma. *Adv Ther* 2007; 24(1):161-170. doi:10.1007/bf02850004.
92. Hoeh H., Ahmed II., Grisanti S., Grisanti S., Grabner G., Nguyen Q.H. 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):431-437. doi:10.1016/j.jcrs.2012.10.040.

93. Gandolfi S.A., Ungaro N., Ghirardini S., Tardini M.G., Mora P. Comparison of surgical outcomes between canaloplasty and Schlemm's canal scaffold at 24 months' follow-up. *J Ophthalmol* 2016; 2016:1-5. doi:10.1155/2016/3410469.
94. Dietlein T.S., Jordan J.F., Schild A., Konen W., Juenemann A., Lueke C. et al. Combined cataract-glaucoma surgery using the intracanalicular Eyepass glaucoma implant. First clinical results of a prospective pilot study. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(2):247-252. doi:10.1016/j.jcrs.2007.09.029.
95. Гюнтер В.Э., Ходоренко В.Н., Ясенчук Ю.Ф., Чекалкин Т.Л., Овчаренко В.В., Клопотов А.А. и др. Никелид титана. Медицинский материал нового поколения. Томск: МИЦ 2006; 296 с. [Gjunter V.Je., Hodorenko V.N., Jasenchuk Ju.F., Chekalkin T.L., Ovcharenko V.V., Klopotov A.A. et al. Nikelid titana. Medicinskij material novogo pokolenija. [Titanium nickelide. New generation medical material]. Tomsk, MIC Publ., 2006, 296 p. (In Russ.)].
96. Федоров А.В., Коллеров М.Ю., Рудаков С.С., Королев П.А. Применение нанотехнологически структурированного никелида титана в медицине. *Хирургия* 2009; 84(2):71-74. [Fedorov A.V., Kollerov M.Yu., Rudakov S.S., Korolev P.A. Application of nanotech structured NiTi in medicine. *Surgery* 2009; 84(2):71-74. (In Russ.)].
97. Стеблюк А.Н., Могильная Г.М. Сравнительная морфогистохимическая характеристика тканей глаза при имплантации монолитного и пористого никелида титана в эксперименте на кроликах. *Офтальмологические ведомости* 2012; 5(3):29-35. [Steblyuk A.N., Mogil'naya G.M. Comparative morphological and histochemical characteristics of eye tissues during experimental implantation of monolithic and porous NiTi into rabbits. *Ophthalmologic vedomosti* 2012; 5(3):29-35. (In Russ.)].
98. Горбунова Е.А., Кривошеина О.И., Запужалов И.В. Использование имплантата из никелида титана с аутологичными мононуклеарами крови для формирования орбитальной культи в эксперименте. *Бюллетень сибирской медицины* 2011; 10(4):11-14. [Gorbunova E.A., Krivosheina O.I., Zapuskalov I.V. Implant of porous titanium nickelide impregnated with autologous blood monocytes for experimental orbital stump formation. *Bulletin of Siberian Medicine* 2011; 10(4):11-14. (In Russ.)].
99. Yi W.S., Xu X.L., Ma J.R., Ou X.R. Reconstruction of complex orbital fracture with titanium implants. *Int J Ophthalmol* 2012; 5(4):488-492. doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.
100. Еременко А.И., Могильная Г.М., Гюнтер В.Э., Сахнов С.Н., Стеблюк А.Н. Новый метод микродренирования эндопротезом из пористого никелида титана в повторной хирургии некомпенсированной открытоугольной глаукомы. *Вестник офтальмологии* 2006; 122(5):12-14. [Eremenko A.I., Mogil'naya G.M., Gjunter V.Je., Sahnov S.N., Stebljuk A.N. A new method for a porous titanium nickelide endoprosthesis micro drainage in uncompensated glaucoma resurgery. *Vestn Oftalmol* 2006; 122(5):12-14. (In Russ.)].
101. Стеблюк А.Н., Колесникова Н.В., Гюнтер В.Э. Локальный цитокиновый статус лабораторных животных при экспериментальной интраокулярной имплантации материалов на основе никелида титана. *Офтальмологические ведомости* 2013; 6(4):4-8. [Steblyuk A.N., Kolesnikova N.V., Gjunter V.Je. Local cytokine status of experimental animals during titanium nickelide experimental intraocular implantation. *Ophthalmologic vedomosti* 2013; 6(4):4-8. (In Russ.)].
102. Grierson I., Saheb H., Kahook M.Y., Johnstone M.A., Ahmed II, Schieber A.T. et al. A novel Schlemm's canal scaffold: Histologic observations. *J Glaucoma* 2015; 24(6):460-468. doi: 10.1097/ijg.000000000000012.
103. Gulati V., Fan S., Hays C.L., Samuelson T.W., Ahmed II, Toris C.B. A novel 8-mm Schlemm's canal scaffold reduces outflow resistance in a human anterior segment perfusion model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(3):1698-704. doi: 10.1167/iov.12-11373.
104. Лих И.А., Кашников В.В. Применение имплантата для расширения и поддержания объема шлеммова канала в хирургии глаукомы (экспериментальное исследование). *Сибирский научный медицинский журнал* 2015; 35(2):60-63. [Lih I.A., Kashnikov V.V. Implant use for Schlemm's canal expansion and maintenance in glaucoma surgery (experimental study). *The Siberian Scientific Medical J* 2015; 35(2):60-63. (In Russ.)].

Поступила 12.04.2016