



# Дренажная хирургия глаукомы (обзор литературы)

И.А. Лоскутов, д.м.н., О.М. Андрюхина, С.С. Халдеев

Адрес для переписки: Игорь Анатольевич Лоскутов, loskoutigor@mail.ru

Для цитирования: Лоскутов И.А., Андрюхина О.М., Халдеев С.С. Дренажная хирургия глаукомы (обзор литературы). Эффективная фармакотерапия. 2022; 18 (20): 20–26.

DOI 10.33978/2307-3586-2022-18-20-20-26

*Проведение операций с использованием дренажных устройств является одним из наиболее активно развивающихся методов хирургического лечения глаукомы. В статье рассматриваются исторический аспект применения дренажей, различные модели, а также их особенности и преимущества использования.*

**Ключевые слова:** открытоугольная глаукома, хирургическое лечение глаукомы, дренажные устройства, рефрактерная глаукома

Глаукома относится к группе прогрессирующих нейропатий зрительного нерва, характеризующихся дегенерацией ганглиозных клеток и слоев нервных волокон сетчатки [1]. По прогнозам Y.-C. Tham и соавт., к 2040 г. число пациентов с глаукомой достигнет 111,8 млн [2]. В Российской Федерации в 2017 г. заболеваемость глаукомой составляла 91,1 случая на 100 тыс. населения, или 11,3% в структуре глазной патологии [3, 4].

Впервые хирургическое лечение глаукомы (склеротомия) было предложено W. Mackenzie в 1830 г. Вслед за ним в 1856 г. A. von Graefe провел секторальную иридэктомию, однако эффект такого вмешательства был нестойким [5]. Родоначальником дренажной хирургии считается L. Wesker, который в ходе антиглаукомной операции применил золотую проволоку как эксплант-дренаж [6]. A. Zogab в 1912 г. предложил в качестве транслимбального дренажного устройства использовать шелковую нить [7] для облегчения оттока внутриглазной жидкости из передней камеры в субконъюнктивальное пространство. В дальнейшем предлагалось с той же целью применять золотую [8], танталовую [9] и платиновую нити или проволоки [10]. Основные проблемы данных методик заключались в отсутствии контроля над оттоком внутриглазной жидкости и иммунной реакции на инородное тело [11].

Кроме того, в 1950-х гг. начались разработки в отечественной офтальмологии. С расширением возможностей промышленности в области полимерных материалов была предложена полиэтиленовая трубочка в качестве дренажа [12]. В 1970 г. Д.С. Животовский

разработал и применил дренажные устройства в виде микротрубочек из полихлорвинила и полиэтилена с внутренним просветом 0,5 мм и нитью [13]. В.В. Волков и соавт. в 1981 г. изучили эффективность применения дренажных устройств в снижении внутриглазного давления (ВГД) в зависимости от используемого материала. Они пришли к выводу, что силикон – более надежный материал [14].

В настоящее время основным хирургическим методом лечения глаукомы является проникающая и непроникающая синустрабекулэктомия [15]. Данная операция и ее модификации используются во всем мире, однако, несмотря на эффективность, такой вид вмешательства имеет ряд недостатков. Речь, в частности, идет о гипотонии, кровоизлиянии в переднюю камеру глаза, цилиохориоидальной отслойке в раннем послеоперационном периоде. Частота осложнений может достигать 20–23% при проведении модифицированной синустрабекулэктомии и 18,9% в случае операции непроникающего типа [16–22]. В отдаленном периоде может развиваться фиброз фильтрационной подушки, обусловленный усилением репаративных процессов [17, 23–26].

Среди современных антиглаукомных дренажей в клинической практике выделяют ауто-, алло- и эксплантодренажи [4, 27].

Аутодренажи – это лоскуты из собственной склеры, предназначенные для расширения угла передней камеры и ресничного пространства. В ходе операций в качестве аутоимплантов обычно используется передняя капсула хрусталика. Рассматривались также варианты применения радужки, десцеметовой

оболочки, склеры и мышечной ткани [28–31]. Использование данного вида дренажей ассоциируется с образованием соединительнотканного рубца, блокирующего послеоперационные пути оттока внутриглазной жидкости [32].

Основой аллодренажей служат биоматериалы из донорских тканей. В России данный вид дренажей представлен коллагеновым дренажем «Ксенопласт», пористый материал которого по строению схож с трабекулярной тканью [33, 34]. После резорбции импланта, состоящего из лиофилизированного коллагена свиной склеры, он замещается рыхлой соединительной тканью, при этом остается туннель для оттока жидкости [32, 35]. Данный дренаж в ходе исследования показал хорошие результаты во время операции непроникающей глубокой склерэктомии и синустрабекулэктомии. Абсолютный успех был достигнут в 98,4 и 96,7% случаев при первом и втором вариантах соответственно [36]. При хирургическом лечении глаукомы с использованием дренажа «Ксенопласт» отмечалось развитие ряда осложнений. Цилиохориоидальная отслойка регистрировалась в 15,1–17,6% случаев, гифема – в 9,1–14,7%, мелкая передняя камера – в 15,1% случаев. В более поздние сроки у 12,1% пациентов развивалось рубцевание в области фильтрационной подушки [37].

Эксплантодренажи – дренажи, изготовленные из синтетических материалов, таких как супрамид, лавсан, тефлон, акрилат, полиуретан, полиэтилен, силиконовая резина, гидрогель, полиэстер, углерод, полиакриламидный гидрогель, силикон. Применение этих материалов обусловлено отсутствием иммуногенности [34, 37–39]. На данный момент существует много вариантов эксплантодренажей. Их можно разделить на типы в зависимости от принципа работы: транслимбальные дренажи, шунты-трубочки, шунтовые устройства [40].

Транслимбальные дренажи, или сеттоны, – монолитные, линейные импланты, применяемые для поддержания интрасклерального щелевидного пространства за счет уменьшения адгезии лоскута склеры к ложу [29]. В последние годы широкое распространение получил резорбируемый эксплантодренаж «Глаутекс» из композитного биоматериала с прямоугольной муфтой размером 2,5 × 5,5 мм. Дренаж характеризуется коротким периодом резорбции, в среднем пять-шесть месяцев, но в 2,9% случаев не рассасывается более девяти месяцев. Данный дренаж применяется в ходе операции синустрабекулэктомии с целью профилактики рубцевания фильтрационной подушки. Эффективность в снижении ВГД при использовании модели DDA составляет 75,7%, модели SDA – 73,3%. При осмотре больных через месяц после операции в группе пациентов с дренажем SDA отмечалось повышение ВГД, что потребовало проведения нидлинга в 13,3% случаев. Имела место декомпенсация ВГД: 16,2% – в группе DDA, 20% – в группе SDA. В связи с этим была проведена повторная антиглаукомная операция. В течение первого месяца после операции с имплантацией дренажа «Глаутекс» зафиксировано

развитие цилиохориоидальной отслойки у 11,9% пациентов, в связи с чем была проведена задняя трепанация склеры с целью выпускания супрахориоидальной жидкости – 7,4% случаев. У 4,5% пациентов данное состояние удалось купировать медикаментозно. У 2,9% пациентов наблюдалось образование соединительнотканной капсулы в зоне хирургического вмешательства [39, 41, 42].

Наиболее современные разработки в дренажной хирургии глаукомы идут по пути уменьшения размера импланта и развития менее инвазивных способов хирургического лечения глаукомы [29].

Отечественные офтальмологи В. Кумар и М.А. Фролов предложили использовать дренаж прямоугольной формы из сплава стали с ванадием в виде проволоки длиной 80 мкм и размером 2,5 × 0,5 мм. Данное устройство применяли у 41 пациента. У восьми из них после операции отмечалось повышение ВГД, у пяти – мелкая передняя камера, у троих – цилиохориоидальная отслойка [43]. После операций с использованием металлического дренажа развивались: гифема – 17,9% случаев, цилиохориоидальная отслойка – 17,9%, асептическая экссудативно-воспалительная реакция – 8,9% случаев. В позднем послеоперационном периоде наблюдалась обструкция дренажа – 7,1% пациентов [44].

За рубежом первым разработанным микродренажным устройством был шунт Ex-PRESS. Он изготавливается из медицинской стали и имеет вид трубки длиной 2,64 мм со специальным выступом в виде шпоры для фиксации в передней камере и дополнительным отверстием для того, чтобы устройство было обращено к роговице после имплантации. Операции по имплантации такого дренажа, по данным различных исследований, весьма успешны, что позволяет рассматривать этот тип хирургического лечения глаукомы как первичный или как альтернативу синустрабекулэктомии [45]. В ходе исследований с использованием Ex-PRESS зафиксированы следующие послеоперационные осложнения: резкая гипотония – 12%, мелкая передняя камера – 6%, увеит – 4%, цилиохориоидальная отслойка – 2%, гифема – 2%, гипотоническая макулопатия – 2% [46]. К одному из новых устройств для хирургического лечения глаукомы относят микростент iStent. Он представляет собой трубку, изогнутую под прямым углом, из медицинского титана с гепариновым покрытием. Имплант устанавливается в зону трабекулы для улучшения оттока внутриглазной жидкости в шлеммов канал при открытоугольной глаукоме. Во время операции под контролем гониоскопии с помощью аппарата Trabectome™ (NeoMedix, Inc., США) проводится трабекулэктомия. Затем через парацентез на 3 часах в переднюю камеру, заполненную вискоэластиком, вводится манипулятор со стендом, достигают в назальном квадранте склеральной шпоры и корня радужки, заостренным концом в просвет шлеммова канала имплантируется устройство, второй конец которого открывается в переднюю камеру [47–49]. Основные осложнения при

использовании данного устройства – неправильное расположение стента и гифема (16,7 и 2–70% случаев соответственно) [50–52].

Микростент Hydrus® (Ivantis, Inc., США) – внутриканальный, серповидный имплант, состоящий из нитинола длиной 8 мм. Он обеспечивает отток водянистой влаги и расширение просвета шлеммового канала за счет каркасной и стентирующей функции [53]. Во время операции инжектор со стентом вводится в переднюю камеру, предварительно заполненную вискоэластиком, обеспечивающим лучший доступ к углу передней камеры, кончиком канюли проводится рассечение трабекулярной сети, в разрез имплантируется стент [54].

Микрошунт SOLX Gold Micro-Shunt (SOLX, Inc., США) имеет вид пластины из золота размером 3,2–5,2 мм с большим количеством микроканалов. Данное устройство устанавливается в супрахориоидальное пространство, куда отводится внутриглазная жидкость из передней камеры глаза под действием градиента давления [55].

Микростент CyPass (Transcend Medical, Inc., США) представляет собой трубочку из перфорированного полиамидного материала. Через разрез роговицы 1,5 мм с помощью системы доставки тупым способом проводится циклодиализ, стент устанавливается в супрахориоидальное пространство. Это устройство по результатам первых исследований признано эффективным и безопасным при открытоугольной глаукоме [56].

PreserFlo MicroShunt (Santen, США) – дренажное устройство со следующими размерами: длина – 8,5 мм, внешний диаметр – 350 мкм, внутренний – 70 мкм. Устройство изготовлено из биосовместимого материала, известного как SIBS (стерин-6-изобутилен-стерин). Устройство предназначено для отведения водянистой влаги из передней камеры в фильтрационную подушку под конъюнктивой. Такой шунт, по результатам исследований, обеспечивает меньший риск послеоперационных осложнений. Риск послеоперационной гипотонии снижается за счет внутренней конструкции, ограничивающей поток водянистой влаги. Благодаря материалу, из которого изготовлено дренажное устройство, снижаются частота послеоперационного воспаления и риск фиброобразования фильтрационной подушки [57]. PreserFlo MicroShunt продемонстрировал эффективность в 68,3% случаев (в 51,9% случаев имел место полный успех, целевое снижение ВГД достигнуто без дополнительного применения гипотензивных средств, в 16,4% для достижения целевых значений ВГД потребовалась дополнительная медикаментозная терапия). В 31,7% случаев применение данного устройства было неэффективным (целевой уровень ВГД не достигнут (13,5%), снижение ВГД менее чем на 20% (23,1% случаев), или потребовалась повторная операция). Отмечались также различные осложнения в послеоперационном периоде: плоская фильтрационная подушка – 5,8% случаев, гипотония – 19,2%, цилиохориоидальная отслойка – 10,6%, гифема в ран-

нем послеоперационном периоде – 5,8% случаев [57]. Перспективным направлением хирургического лечения глаукомы считается установка имплантов в супрахориоидальное пространство. Однако выбор материала и частота возникновения рубцевания в этой зоне остаются предметом изучения [58–60].

В последние годы важную роль в хирургическом лечении рефрактерной глаукомы играют операции с применением шунтирующих устройств, которые можно разделить на две группы – бесклапанные и клапанные [29].

Противоглаукомные дренажные устройства предназначены для отведения водянистой влаги из передней камеры во внешний резервуар, где примерно через 4–6 недель после операции формируется фильтрационная подушка, регулирующая отток [61].

Первое дренажное устройство, бесклапанный дренаж Molteno, используемый в настоящее время, было разработано в 1973 г. В основе данного дренажа лежит трубка из силикона, присоединенная к пластине с площадью поверхности 130 мм<sup>2</sup>. Она вводится в переднюю камеру, пластина закрепляется в 9–10 мм от лимба. В результате данной операции создается путь для оттока внутриглазной жидкости. К основному осложнению операций по установке данного дренажа относят высокий риск послеоперационной гипотонии. Чтобы решить данную проблему, были предложены новые модели дренажного устройства с разной площадью поверхности пластины, а также модель Molteno 3 с двумя пластинами в конструкции. Эти пластинки создают две камеры – меньшую и большую по размерам. При повышении ВГД над пластиной приподнимается тенонова капсула, что приводит к попаданию жидкости в большую камеру [62, 63].

Характерное для шунтирующих устройств осложнение, такое как повышенная фильтрация, приводящая к гипотонии, мелкой передней камере, макулярному отеку, стало одной из причин для разработки клапанных дренажных устройств. За счет наличия клапана эти устройства поддерживают постоянное ВГД [64]. В 1976 г. Т. Крупин представил чувствительный к давлению однонаправленный клапан, который обеспечивал сопротивление оттоку и снижал риск развития осложнений. Клапан Крупина открывается при ВГД 11 мм рт. ст. и закрывается при давлении 9 мм рт. ст. Данное дренажное устройство состоит из внутренней трубочки, которая вводится в переднюю камеру глаза и соединяется с наружной силиконовой трубкой, находящейся под конъюнктивой. Прорези на дистальной части дренажа создают клапанный механизм, но в послеоперационном периоде имеют склонность к фиброзированию [65, 66].

В 1993 г. М. Ахмед представил клапанное дренажное устройство [67], чувствительное к давлению (открывается при давлении 8 мм рт. ст., закрывается при давлении 18 мм рт. ст.). Данный имплант состоит из трубочки, к которой присоединяется силиконовый клапан, находящийся в полипропиленовом корпусе. В основе работы клапанного механизма лежит

**Частота развития послеоперационных осложнений после применения различных дренажных устройств**

Показатель	Клапанный дренаж Ахмеда [67, 77, 82, 83]	Дренажи Molteno [84, 85]	Клапанный дренаж Крупина [77, 86–89]
Гипотония	3,5%	27%	5%
Цилиохориоидальная отслойка	14%	33%	7%
Супрахориоидальное кровоизлияние	3,5%	1,3%	0,5%
Гифема	0	1,3%	4%
Увеит	1,7%	9,3%	0,5%
Обнажение трубки	0	2,7%	3%
Соприкосновение с роговицей	2,6%	н/д	3%
Фиброз фильтрационной подушки	3,5%	5,3%	3,5%
Катаракта	–	9,9%	12%

эффект Вентури. В результате поддерживается постоянное ВГД и реже возникает послеоперационная гипотония [67].

Операции по установке дренажных устройств показаны в случае развития рефрактерной глаукомы с неблагоприятным хирургическим прогнозом. Данный вид вмешательства также следует рассматривать, если пациент ранее перенес несколько неудачных операций синустрабекулэктомии. В ряде случаев имплантация дренажа рассматривается как операция выбора. К таким случаям относят неоваскулярную глаукому, глаукому, развившуюся на фоне тяжелого увеита [68–74]. Показаниями к использованию дренажных устройств также могут служить глаукома, возникшая после травмы, глаукома на афакичных или псевдофакичных глазах и посткератопластическая глаукома [75–78].

Несмотря на доказанную в клинических исследованиях эффективность и безопасность использования дренажных устройств для лечения глаукомы, в данный момент рекомендаций по их применению в качестве операции первого выбора при первичной открытоугольной глаукоме нет [79].

На успешность проведения хирургического лечения глаукомы с использованием дренажных устройств существенно влияют толщина капсулы и площадь поверхностного инкапсулирования. Чем больше толщина капсулы и меньше площадь, которую она занимает, тем хуже выражен гипотензивный эффект после проведения хирургического вмешательства [80, 81]. На успешность в долгосрочном пе-

риодe также влияют материал, из которого изготовлен дренаж, размеры устройства, иммунный ответ пациента. Указанные факторы влияют на формирование фиброзной капсулы [79]. В ходе большого количества исследований рассмотренных выше клапанных и бесклапанных дренажей в послеоперационном периоде отмечалось развитие ряда осложнений (таблица) [67, 77, 82–89].

Перспективным направлением хирургического лечения глаукомы является разработка противоглаукомных дренажных устройств различных конструкций из интактных материалов. Рассматривается также их применение в качестве первичного хирургического вмешательства при первичной открытоугольной глаукоме, поскольку имплантация микростенотов считается менее травматичным видом оперативного лечения глаукомы. Однако остаются нерешенными многие проблемы, возникающие интраоперационно, например высокая частота кровоизлияний в переднюю камеру, а также в раннем и позднем послеоперационном периоде. Нередки случаи развития гипотонии, цилиохориоидальной отслойки, мелкой передней камеры, обнажения дренажа, воспалительной реакции и фиброзирования фильтрационной подушки.

Перечисленные методы хирургического лечения глаукомы улучшают прогноз в послеоперационном периоде по сравнению со стандартной синустрабекулэктомией, в связи с чем рассматривается расширение показаний к применению дренажей при хирургическом лечении глаукомы. 🌟

**Литература**

1. Harasymowycz P., Birt C., Gooi P., et al. Medical management of glaucoma in the 21st century from a Canadian perspective. J. Ophthalmol. 2016.
2. Barkana Y., Dorairaj S. Re: Tham et al.: Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis (Ophthalmology. 2014; 121: 2081–90). Ophthalmology. 2015; 122 (7): e40–e41.
3. Барбос Ю.А., Чередниченко Н.Л., Карпов С.М. Анализ заболеваемости глаукомой населения Ставропольского края. Национальный журнал «Глаукома». 2018; 17 (3): 65–75.
4. Заболеваемость всего населения России в 2017 году. Статистический сборник за 2017 г. Минздрав России // minzdrav.gov.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god.
5. Петров С.Ю., Волжанин А.В. Синустрабекулэктомия: история, терминология, техника. Национальный журнал «Глаукома». 2017; 16 (2): 82–91.

6. Wecker L. de. Sclerotomy simple et combine. *Ann. d' Ocul.* 1894; 25: 112.
7. Zorab A. The reduction of tension in chronic glaucoma. *Ophthalmoscope.* 1912; 10: 258–261.
8. Stefansson J. An operation for glaucoma. *Am. J. Ophthalmol.* 1925; 8: 681–693.
9. Bick M.W. Use of tantalum for ocular drainage. *Arch. Ophthalmol.* 1949; 42: 373–388.
10. Muldoon W.E., Ripple P.H., Wilder H.C. Platinum implant in glaucoma surgery. *Arch. Ophthalmol.* 1951; 45: 666–672.
11. Lim K.S., Allan B.D.S., Lloyd A.W., et al. Glaucoma drainage devices; past, present, and future. *Br. J. Ophthalmol.* 1998; 82 (9): 1083–1089.
12. Болгов П.Я. Об операциях Киаццаро при глаукоме. *Вестник офтальмологии.* 1945; 24 (1–2): 77–83.
13. Животовский Д.С., Дога В.Р. Отдаленные наблюдения за больными глаукомой с дренажем передней камеры глаза пластмассовой трубкой. *Офтальмологический журнал.* 1970; 6: 451–452.
14. 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; 8: 39–41.
15. Нероев В.В. Достижения офтальмохирургии в Российской Федерации. Российский общенациональный офтальмологический форум. Сборник статей. М., 2021.
16. Алексеев В.Н. Осложнения и причины неуспеха антиглаукоматозных операций: автореф. дис. ... докт. мед. наук. Л., 1986.
17. Аксирова М.М. Использование вископротекторов при антиглаукоматозных проникающих операциях: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2004.
18. Кальфа С.Ф. Осложнения при антиглаукоматозных операциях. *Офтальмологический журнал.* 1968; 1: 3–9.
19. Лебедев О.И., Столяров Г.М., Яворский А.Е., Ковалевский В.В. Сравнение безопасности синустрабекулэктомии и непроникающей глубокой склерэктомии. *Восток – Запад: материалы конференции с международным участием.* Уфа, 2010; 201–203.
20. Эггардт В.Ф., Карпенко Е.П., Павленко Е.С., Ковалев В.Ю. Отслойка сосудистой оболочки после перфорирующей и неперфорирующей антиглаукоматозной операции, оптимизация ее лечения. Сборник статей Межрегиональной конференции офтальмологов, посвященной 40-летию детской глазной службы Красноярского края. Красноярск, 2003; 136–137.
21. Chiselita D. Non-penetrating deep sclerectomy versus trabeculectomy in primary open-angle glaucoma surgery. *Eye (Lond.)*. 2001; 15 (2): 197–201.
22. Mansouri K., Tran H.V., Ravinet E., Mermoud A. Comparing deep sclerectomy with collagen implant to the new method of very deep sclerectomy with collagen implant: a single-masked randomized controlled trial. *J Glaucoma.* 2010; 19 (1): 24–30.
23. Иванова Е.С. Профилактика избыточных репаративных процессов при проведении антиглаукоматозных операций: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1999.
24. Гаврилова И.А., Чупров А.Д. Метод профилактики послеоперационных осложнений при фистулизирующих антиглаукоматозных операциях. *Восток – Запад: материалы конференции с международным участием.* Уфа, 2014; 108.
25. Курышева Н.И., Марных С.А., Борзенко С.А. и др. Применение физиологических регуляторов репарации в хирургии глаукомы (клинико-иммунологическое исследование). *Вестник офтальмологии.* 2005; 6: 21–25.
26. Тахчиди Х.П., Иванов Д.И., Катаева З.В., Бардасов Д.Б. Тактика и результаты лечения пациентов с декомпенсацией ВГД после антиглаукоматозных фильтрующих операций при блокаде путей оттока на склеральном уровне. *Глаукома.* 2005; 3: 42–47.
27. Егоров Е.А., Астахов Ю.С., Щуко А.Г. Национальное руководство по глаукоме (путеводитель) для поликлинических врачей. Изд. 1-е. М., 2008.
28. Степанов А.В., Гамзаева У.Ш. Дренажная хирургия глаукомы. *Российская педиатрическая офтальмология.* 2016; 11 (3): 158–164.
29. Волков В.В., Бржецкий В.В., Ушаков Н.А. Офтальмохирургия с использованием полимеров. СПб.: Гиппократ, 2003.
30. Belcher C.D. Filtering operations – an overview. *Glaucoma Surgery / Eds. J.V. Thomas et al. St. Louis etc.: Mosby, 1992; 17–25.*
31. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю. и др. Клинико-функциональные результаты имплантации бифокальных интраокулярных линз в ходе комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. *Вестник офтальмологии.* 2018; 134 (6): 46.
32. Козлов В.И., Багров С.Н., Анисимова С.Ю., Осипов А.В. Непроникающая глубокая склерэктомия с коллагеновым дренажем. *Офтальмохирургия.* 1990; 3: 44–46.
33. Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Рогачева И.В. Отдаленные результаты хирургического лечения рефрактерной глаукомы с использованием стойкого к биодеградации коллагенового дренажа. *Глаукома.* 2010; 2: 28–33.
34. Анисимова С.Ю., Рогачева И. В. Применение дренажей для повышения эффективности хирургического лечения глаукомы. *Офтальмохирургия и терапия.* 2004; 4 (2): 16–19.

35. Chiou A., 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.
36. Гаврилова Т.В., Мухамедеева С.Н., Любимов К.С., Черешнева М.В. Опыт применения коллагенового дренажа «Ксенопласт» при антиглаукомных операциях. *Отражение*. 2018; 1 (6).
37. Асратян Г.К. Разработка дифференцированного подхода к дренажной хирургии первичной открытоугольной глаукомы: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2015.
38. Бессмертный А.М. К вопросу о дифференцированном хирургическом лечении основных форм рефрактерной глаукомы. *Клиническая офтальмология*. 2005; 2: 80–82.
39. Слонимский А.Ю., Алексеев И.Б., Долгий С.С., Коригодский А.Р. Новый биодеградирующий дренаж «Глаутекс» в хирургическом лечении глаукомы. *Глаукома*. 2012; 4: 55–59.
40. Деев Л.А., Еричев В.П., Малахова А.И. Современные методы лечения глаукомы. Смоленск, 2011.
41. Абросимова Е.В., Щава А.И., Балалин С.В. Применение импланта Glautex при хирургическом лечении первичной открытоугольной глаукомы. Сборник научных материалов X Съезда офтальмологов России. М.: Офтальмология, 2015; 70.
42. Хуснитдинов И.И., Бабушкин А.Э. Эффективность хирургического лечения глаукомы с применением различных видов дренажа «Глаутекс». *Офтальмология*. 2019; 16 (1S): 91–95.
43. Кумар В., Душин Н.В., Фролов М.А. и др. Вариант гипотензивной операции с применением дренажа, изготовленного из тонкой нити мягкой ванадиевой стали. *Глаукома: теории, тенденции, технологии*. Сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции. М., 2008; 335–343.
44. Шепелова И.Е. Клинико-функциональная оценка эффективности метода хирургического лечения рефрактерной глаукомы с использованием эксплантодренажа: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2016.
45. Maris P.J. Jr, Ishida K., Nethland P.A.J. Comparison of trabeculectomy with Ex-PRESS miniature glaucoma device implanted under a scleral flap. *J. Glaucoma*. 2007; 16: 14–19.
46. Джумова М.Ф., Марченко Л.Н., Джумова А.А. Отдаленные результаты имплантации дренажа Ex-Press. *Новости глаукомы*. 2015; 1 (33).
47. Francis B.A., Winarko J. Ab interno Schlemm's canal surgery: trabectome and i-stent. *Dev. Ophthalmol*. 2012; 50: 125–136.
48. Filippopoulos T., Rhee D.J. Novel surgical procedures in glaucoma: advances in penetrating glaucoma surgery. *Curr. Opin. Ophthalmol*. 2008; 19 (2): 149–154.
49. Nichamin L.D. Glaukos iStent trabecular micro-bypass. *Middle East Afr. J. Ophthalmol*. 2009; 16 (3): 138–140.
50. Fea A.M. Phacoemulsification versus phacoemulsification with micro-bypass stent implantation in primary open-angle glaucoma: randomized double-masked clinical trial. *J. Cataract. Refract. Surg*. 2010; 36 (3): 407–412.
51. Patel I., de Klerk T.A., Au L. Manchester iStent study: early results from a prospective UK case series. *Clin. Exp. Ophthalmol*. 2013; 41 (7): 648–652.
52. Buchacra O., Duch S., Milla E., Stirbu O. One-year analysis of the iSTENT trabecular microbypass in secondary glaucoma. *Clin. Ophthalmol*. 2011; 5 (1): 321–326.
53. Richter G.M., Coleman A.L. Minimally invasive glaucoma surgery: current status and future prospects. *Clin. Ophthalmol*. 2016; 10: 189–206.
54. FDA Summary of Safety and Effectiveness Data (SSED) – Hydrus microstent.
55. Melamed S., Ben Simon G.J., Goldenfeld M., Simon G. Efficacy and safety of gold micro shunt implantation to the supraciliary space in patients with glaucoma: a pilot study. *Arch. Ophthalmol*. 2009; 127 (3): 264–269.
56. Hoeh H., Ahmed I.I., Grisanti S., et al. Early postoperative safety and surgical outcomes after implantation of a suprachoroidal micro-stent for the treatment of open-angle glaucoma concomitant with cataract surgery. *J. Cataract. Refract. Surg*. 2013; 39 (3): 431–437.
57. Tanner A., Haddad F., Fajardo-Sanchez J., et al One-year surgical outcomes of the PreserFlo MicroShunt in glaucoma: a multicentre analysis. *Br. J. Ophthalmol*. 2022.
58. Emi K., Pederson J.E., Toris C.B. Hydrostatic pressure of the suprachoroidal space. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 1989; 30 (2): 233–238.
59. Weinreb R.N., Toris C.B., Gabelt B.T., et al. Effects of prostaglandins on the aqueous humor outflow pathways. *Surv. Ophthalmol*. 2002; 47: S53–S64.
60. Alm A., Nilsson S.F. Uveoscleral outflow – a review. *Exp. Eye Res*. 2009; 4: 760–768.
61. Patel S., Pasquale L.R. Glaucoma drainage devices: a review of the past, present, and future. *Semin. Ophthalmol*. 2010; 25 (5–6): 265–270.
62. Molteno A.C., Straughan J.L., Ancker E., et al. Long tube implants in the management of glaucoma. *S. Afr. Med. J*. 1976; 50: 1062–1066.
63. Тахчиди Х.П., Метаев С.А., Чеглаков П.Ю. Сравнительная оценка шунтовых дренажей, доступных в России, в лечении рефрактерной глаукомы. *Глаукома*. 2008; 1: 52–54.
64. Nguyen Q.H., Budenz D.L., Parrish R.K. Complications of Baerveldt glaucoma drainage implants. *Arch. Ophthalmol*. 1998; 116: 571–575.
65. Krupin T., Podos S.M., Becker B., et al. Valve implants in filtering surgery. *Am. J. Ophthalmol*. 1976; 81: 232–235.

66. Прокофьева М.И. Современные хирургические подходы к лечению рефрактерной глаукомы (обзор литературы). РМЖ. Клиническая офтальмология. 2010; 11 (3): 104–108.
67. Coleman A.L., Hill R., Wilson M.R., et al. Initial clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. Am. J. Ophthalmol. 1995; 120: 23–31.
68. Brown R.D., Cairns J.E. Experience with the Molteno long tube implant. Trans. Ophthalmol. Soc. UK. 1983; 103 (Pt 3): 297–312.
69. Mermoud A., Salmon J.F., Alexander P., et al. Molteno tube implantation for neovascular glaucoma: long term results and factors influencing outcome. Ophthalmology. 1993; 100: 897–902.
70. Hill R.A., Nguyen Q.H., Baerveldt G., et al. Trabeculectomy and Molteno implantation for glaucomas associated with uveitis. Ophthalmology. 1993; 100: 903–908.
71. Sidoti P.A., Dunphy T.R., Baerveldt G., et al. Experience with the Baerveldt glaucoma implant in treating neovascular glaucoma. Ophthalmology. 1995; 102: 1107–1118.
72. Da Mata A., Burk S.E., Netland P.A., et al. Management of uveitic glaucoma with Ahmed glaucoma valve implantation. Ophthalmology. 1999; 106: 2168–2172.
73. Ceballos E.M., Parrish R.K., Schiffman J.C. Outcome of Baerveldt glaucoma drainage implants for the treatment of uveitic glaucoma. Ophthalmology. 2002; 109: 2256–2260.
74. Papadaki T.G., Zacharopoulos I.P., Pasquale L.R., et al. Long-term results of Ahmed glaucoma valve implantation for uveitic glaucoma. Am. J. Ophthalmol. 2007; 144: 62–69.
75. Munoz M., Tomey K.F., Traverso C., et al. Clinical experience with the Molteno implant in advanced infantile glaucoma. J. Ped. Ophthalmol. Strabismus. 1991; 28: 68–72.
76. Netland P.A., Walton D.S. Glaucoma drainage implants in pediatric patients. Ophthalmic Surg. 1993; 24: 723–729.
77. Coleman A.L., Smyth R.J., Wilson R.M., et al. Initial clinical experience with the Ahmed glaucoma valve implant in pediatric patients. Arch. Ophthalmol. 1997; 115: 186–191.
78. Netland P.A., Terada H., Dohlman C.H. Glaucoma associated with keratoprosthesis. Ophthalmology. 1998; 105: 751–757.
79. Басинский А.С., Гарькавенко В.В., Каримов У.Р. и др. Дренажная хирургия первичной открытоугольной глаукомы: прошлое, настоящее, будущее. Офтальмохирургия. 2021; 2: 79–85.
80. Егоров Е.А. Первичная глаукома. Современные аспекты патогенеза, клиники, лечения. Клиническая офтальмология. 1998; 6 (15): 964–967.
81. Зянгирова Г.Г., Антонова О.В. Перекисное окисление липидов в патогенезе первичной открытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2003; 4: 54–55.
82. Riva I., Roberti G., Oddone F., et al. Ahmed glaucoma valve implant: surgical technique and complications. Clin. Ophthalmol. 2017; 11: 357–367.
83. Coleman A.L., Mondino B.J., Wilson M.R., Casey R. Clinical experience with the Ahmed glaucoma valve implant in eyes with prior or concurrent penetrating keratoplasties. Am. J. Ophthalmol. 1997; 123: 54–61.
84. Krupin Eye Valve Filtering Surgery Study Group. Krupin eye valve with disk for filtration surgery. Ophthalmology. 1994; 101: 651–658.
85. Fellenbaum P.S., Almeida A.R., Minckler D.S., et al. Krupin disk implantation for complicated glaucoma. Ophthalmology. 1994; 101: 1178–1182.
86. Melamed S., Fiore P.M. Molteno implant surgery in refractory glaucoma. Surv. Ophthalmol. 1990; 34 (6): 441–448.
87. Mills R.P., Reynolds A., Emond M.J., et al. Long-term survival of Molteno glaucoma drainage devices. Ophthalmology. 1996; 103: 299–305.
88. Lloyd M.A., Sedlak T., Heuer D.K., et al. Clinical experience with the single plate Molteno implant in complicated glaucomas: update of a pilot study. Ophthalmology. 1992; 99: 679–687.
89. Minckler D.S., Heuer D.K., Hasty B., et al. Clinical experience with the single plate Molteno implant in complicated glaucomas. Ophthalmology. 1988; 95: 1181–1188.

### Stent Surgery for Glaucoma (Literature Review)

I.A. Loskutov, PhD, O.M. Andryukhina, S.S. Khaldeev

*M.F. Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute*

Contact person: Igor A. Loskutov, loskoutigor@mail.ru

*Surgery with the use of drainage devices is one of the most actively developing methods of surgical treatment of glaucoma. In this article we discuss the historical aspect of the use of drainage, describe various models, as well as their features and benefits of use.*

**Key words:** open-angle glaucoma, surgical treatment of glaucoma, drainage devices, refractory glaucoma