

# Анализ эффективности и безопасности имплантации дренажных устройств в хирургии глаукомы

**Волкова Н.В.**, к.м.н., доцент, врач-офтальмолог, заведующая научно-образовательным отделом<sup>1</sup>, доцент кафедры офтальмологии<sup>2</sup>, доцент кафедры глазных болезней<sup>3</sup>; <https://orcid.org/0000-0002-5170-2462>

**Юрьева Т.Н.**, д.м.н., профессор, врач-офтальмолог, заместитель директора по научной работе<sup>1</sup>, профессор кафедры офтальмологии<sup>2</sup>, профессор кафедры глазных болезней<sup>3</sup>; <https://orcid.org/0000-0003-0547-7521>

**Куроедов А.В.**, д.м.н., начальник офтальмологического центра<sup>4</sup>, профессор кафедры офтальмологии<sup>5</sup>. <https://orcid.org/0000-0001-9606-0566>

<sup>1</sup>ИФ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Минздрава России, 664033, Российская Федерация, Иркутск, ул. Лермонтова 337;

<sup>2</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 664079, Российская Федерация, Иркутск, м/р Юбилейный, 100;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, 664003, Российская Федерация, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1;

<sup>4</sup>ФКУ ЦВКГ им. П.В. Мандрыка Минобороны России, 107014, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Оленья, 8А;

<sup>5</sup>ФГАУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, 117997, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, 1.

**Финансирование:** авторы не получили финансирование при проведении исследования и написании статьи.  
**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Для цитирования:** Волкова Н.В., Юрьева Т.Н., Куроедов А.В. Анализ эффективности и безопасности имплантации дренажных устройств в хирургии глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(2):79-94.

## Резюме

В настоящее время операцией выбора в лечении как первичных, так и вторичных форм глаукомы, несмотря на доказанные побочные эффекты и противоречивость отдаленных гипотензивных результатов, остается трабекулэктомия в сочетании с антиметаболитами. С другой стороны, методы и технологии антиглаукомных вмешательств постоянно совершенствуются, а с появлением дренажных устройств (ДУ) возможности достижения необходимого гипотензивного эффекта и сохранения зрительных функций, даже в прогностически «неблагоприятных» клинических ситуациях, существенно возросли. Дренажные устройства направлены на улучшение оттока внутриглазной жидкости, снижение уровня внутриглазного давления (ВГД) и стабилизацию глаукомной оптической нейропатии. С расширением в клинической практике показаний к имплантации ДУ, специалистам важно знать

все преимущества и недостатки различных видов дренажей, возможные осложнения и способы их профилактики. Целью настоящего обзора явилась систематизация литературных данных о видах ДУ, показаниях и нюансах имплантации, послеоперационном уровне ВГД и длительности гипотензивного эффекта, сравнительной эффективности, характерных осложнениях раннего и отдаленного послеоперационных периодов (гиперфильтрация, гипотония, экстрюзия и обнажение трубки, трофические дефекты, рубцовые трансформации тканей вокруг платформы дренажа, дисфункция эндотелия роговой оболочки), а также способах их профилактики и лечения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хирургия глаукомы, дренажи, водные шунты, Ahmed, Molteno, Vaerveldt, трабекулэктомия, рубцевание, гипотензивная эффективность, осложнения хирургии глаукомы.

## Для контактов:

**Волкова Наталья Васильевна**, e-mail: [vnv-mntk@mail.ru](mailto:vnv-mntk@mail.ru)

## LITERATURE REVIEW

## Analysis of the effectiveness and safety of implantation of drainage devices in glaucoma surgery

**VOLKOVA N.V.**, Cand. Sci. (Med.), ophthalmologist, Associate Professor, Head of the Scientific Academic Department<sup>1</sup>, Associate Professor at the Academic Department of Ophthalmology<sup>2</sup>, Associate Professor at the Academic Department of Eye Diseases<sup>3</sup>; <https://orcid.org/0000-0002-5170-2462>

**IUREVA T.N.**, Dr. Sci. (Med.), ophthalmologist, Professor, Deputy Directory for Scientific Work<sup>1</sup>, Professor at the Academic Department of Ophthalmology<sup>2</sup>, Professor at the Academic Department of Eye Diseases<sup>3</sup>; <https://orcid.org/0000-0003-0547-7521>

**KUROYEDOV A.V.**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Ophthalmology Department<sup>4</sup>, Professor at the Academic Department of Ophthalmology<sup>5</sup>. <https://orcid.org/0000-0001-9606-0566>

<sup>1</sup>Irkutsk Branch of S.N. Fedorov National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery", 337 Lermontova St., Irkutsk, Russian Federation, 664033;

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education — branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 100 Ubileiny m/d, Irkutsk, Russian Federation, 664049;

<sup>3</sup>Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstania St., Irkutsk, Russian Federation, 664003;

<sup>4</sup>Mandryka Central Military Clinical Hospital, 8A Bolshaya Olenya St., Moscow, Russian Federation, 107014;

<sup>5</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Ostrovityanova St., Moscow, Russian Federation, 117997.

**Funding:** the authors received no specific funding for this work.

**Conflicts of Interest:** none declared.

**For citations:** Volkova N.V., Iureva T.N., Kuroyedov A.V. Analysis of the effectiveness and safety of implantation of drainage devices in glaucoma surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(2):79-94.

### Abstract

Currently, trabeculectomy in combination with antimetabolites remains the operation of choice in the treatment of both primary and secondary forms of glaucoma, despite the proven side effects and contradictory long-term hypotensive results. At the same time, methods and technologies of glaucoma surgeries are constantly developing, and with the advent of drainage devices (DD), the possibilities for achieving the necessary hypotensive effect and preserving visual functions have significantly improved, even in prognostically unfavorable clinical situations. Drainage devices are used to improve the outflow of intraocular fluid, reduce intraocular pressure and stabilize glaucomatous optic neuropathy. With the expansion of indications for DD implantation in clinical practice, it is important for specialists to know all the advantages and disadvantages

of different types of drainage systems, possible complications and methods of their prevention. This review systematizes literature data on the types of DD, indications and nuances of implantation, postoperative IOP level and duration of hypotensive effect, comparative effectiveness, characteristic complications of early and late postoperative periods (hyperfiltration, hypotension, tube extrusion and exposure, trophic defects, cicatricial transformations of tissues around the drainage platform, endothelial dysfunction of the cornea), as well as methods of their prevention and treatment.

**KEYWORDS:** glaucoma surgery, drainage systems, water shunts, Ahmed valve, Molteno drainage, Baerveldt drainage, trabeculectomy, scarring, hypotensive effectiveness, complications of glaucoma surgery.

**Н**а современном этапе дренажные устройства (ДУ) (или шунты, от англ. shunts) позиционируются как альтернатива трабекулектомии (ТЭ) и циклодеструктивным вмешательствам в хирургическом лечении различных форм глаукомы [1–4]. ДУ обеспечивают беспрепятственный однонаправленный ток водянистой влаги из передней камеры (ПК) и эффективны в снижении уровня внутриглазного давления (ВГД) в случаях прогнозирования высокого риска рубцевания [5, 6].

Дренажная хирургия показала удовлетворительные результаты в случаях неудачи фильтрующих вмешательств (в т.ч. с применением антимаболитов), при выраженном рубцевании конъюнктивы различного генеза, при высоких рисках инфицирования фильтрационной подушки, а также в случае технических трудностей при проведении фильтрующих вмешательств. Успешное раннее применение клапанных и бесклапанных устройств продемонстрировано при врожденной, увеальной, посткератопластической,

посттравматической и неоваскулярной формах глаукомы, а также при афакии и авитрии [7–9]. Кроме того, наблюдается рост доли хирургов, отдающих предпочтение дренажной хирургии в качестве «стартовой» опции при первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ), а по данным исследования «Tube versus Trabeculectomy» (TVT), количество ТЭ с митомицином С (ММС) при данной форме глаукомы составило  $59 \pm 30\%$ , а ДУ —  $23 \pm 13\%$  [10–13].

Однако, несмотря на многообещающие результаты исследований дренажных устройств, безопасность и эффективность, дренажная хирургия в качестве процедуры выбора хирургического лечения глаукомы продолжает оставаться предметом дискуссий и требует дальнейшего изучения [4, 6].

Целью настоящего обзора явилась систематизация литературных данных о видах ДУ, показаниях и нюансах имплантации, послеоперационном уровне ВГД и длительности гипотензивного эффекта, сравнительной эффективности, характерных осложнениях раннего и отдаленного послеоперационных периодов (гиперфильтрация, гипотония, экстррузия и обнажение трубки, трофические дефекты, рубцовые трансформации тканей вокруг платформы дренажа, дисфункция эндотелия роговой оболочки), а также способах их профилактики и лечения.

Осуществлен поиск клинических исследований по реферативным базам данных eLibrary, PubMed и Scopus, а также монографий за период 1969–2023 гг.

## Виды эксплантодренажей в хирургии глаукомы

Основоположником дренажной хирургии считается Anthony Molteno, который предложил бесклапанное устройство для организации оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) из ПК через силиконовую трубку к торцевой пластине с последующей постепенной её резорбцией в субтеноновом пространстве [14, 15]. В 1981 г. Molteno ввел в практику двухпластинчатый имплантат, а в 1992 г. George Baerveldt — бесклапанное устройство с силиконовой пластиной, покрытой барьером. В дальнейшем разработаны клапанные дренажи для минимизации послеоперационной гипотонии, и с целью пролонгации гипотензивного эффекта — модифицированные, увеличенные по площади поверхности концевой пластины, бесклапанные дренажи [16–19]. В 1979 г. Theodore Krupin предложил первый дренаж с щелевидным силиконовым клапаном, обеспечивающий сопротивление оттоку ВГЖ (клапан Krupin, Hood Laboratories, Pembroke, MA, 1979), а в 1993 г. Abdul Mateen Ahmed внедрил в практику клапанное устройство Ahmed (New World Medical, Rancho Cucamonga, CA), представляющее собой саморегулирующиеся силиконовые мембраны на полипропиленовом плато, открывающиеся при повышении офтальмотонуса выше 8–10 мм рт.ст. [20–22].

В настоящее время наиболее широко используются в хирургической практике являются клапан Ahmed и бесклапанный дренаж Baerveldt. Объединяющим для всех типов ДУ являются размер и материал трубки: она выполнена из силикона и имеет внутренний диаметр 0,30 мм и наружный 0,64 мм. Виды и характеристика дренирующих устройств (в т.ч. лицензированных в Российской Федерации) представлены в *таблице 1*.

## Дренажные устройства и гипотензивная эффективность

Критерий «полного» успеха дренажной хирургии варьирует в широком диапазоне, определяется принятым исследователями послеоперационным уровнем ВГД (от 12 до 21 мм рт.ст.), и зависит от вида дренажа, сроков наблюдения и формы глаукомы [17, 23–25]. Объединяющим для всех исследователей явился показатель «полного» успеха, который характеризуется отсутствием дополнительной местной медикаментозной терапии (ММТ), повторной операции и угрожающих зрению осложнений [26, 27].

Britt M.T. et al. (1999), продемонстрировали «полный» гипотензивный успех дренажной хирургии в 46%...62% в срок пятилетнего наблюдения. По данным Hong Chian-Huey et al. (2005), послеоперационное снижение ВГД в 72%...79% по критерию «полного» успеха оказалось сопоставимым среди 5 сравниваемых устройств в сроки наблюдения 22–26 месяцев. Syed H.M. et al. (2004) и Wang J.C. et al. (2004) не обнаружили разницы в показателях ВГД после имплантации дренажей Baerveldt и Ahmed в группах с рефрактерными формами глаукомы в течение 12 мес. [17, 24, 25, 28]. Ayyala R.S. et al. (2002) сообщили о соизмеримом гипотензивном эффекте в сравнительном исследовании дренажей Ahmed и Molteno с двумя плато в сроке наблюдения 36 месяцев. После имплантации клапана Ahmed Lai J.S. et al. (2000) отметили «полный» успех в 73,8% случаев через 21,8 мес. наблюдения. Гипотензивная эффективность импланта Baerveldt составила 87% через 36 месяцев после операции по данным Krishna R. et al. (2001) и других исследователей [23, 29–31]. Tsai J.C. et al. (2003) сообщил о полном успехе в 82,9% после имплантации клапана Ahmed и в 72,9% после имплантации устройства Baerveldt, отметив более частую инкапсуляцию платформы клапанной системы (60,4% против 27,1%). О снижении гипотензивного успеха ДУ с частотой 10% ежегодно, и, соответственно, 50% функционирующих устройств через 5 лет, сообщили Patel S. et al. (2010) и Minckler D.S. et al. (2008) [6, 32, 33]. Исследования «The Ahmed versus Baerveldt Comparative» (ABC) и «Ahmed versus Baerveldt» (AVB) продемонстрировали меньшее количество неудачных исходов, более низкий уровень ВГД и меньшее количество

Таблица 1. Виды и характеристика эксплантодренажей.  
Table 1. Types and characteristics of synthetic drainage devices.

Вид дренажа <i>Drainage type</i>	Модель <i>Model</i>	Материал концевой пластины <i>End-plate material</i>	Толщина концевой пластины (мм) <i>End-plate thickness (mm)</i>	Площадь концевой пластины (мм <sup>2</sup> ) <i>End-plate area (mm<sup>2</sup>)</i>
<b>Клапанные / Valved</b>				
Ahmed glaucoma valve (1993)	S2 (single plate)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>	1,6	184
	S3 pediatric (single plate)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>	1,6	96
	B1 (double plate)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>	1,6	364
	FP7 (single plate)*	Силикон / <i>Silicone</i>	2,1	184
	FP8 pediatric (single plate)*	Силикон / <i>Silicone</i>	2,1	96
	FX1 (double plate)	Силикон / <i>Silicone</i>	2,1	364
	M4 (single plate)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>	0,635	160
	PS2 (pars plana)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>	1,6	184
	PS2 pediatric (pars plana)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>	0,635	96
	PC7 (pars plana)	Силикон / <i>Silicone</i>	0,635	184
PC8 pediatric (pars plana)	Силикон / <i>Silicone</i>	0,635	96	
Имплант «Krupin» <i>Krupin eye valve</i>	EG 365V	Силикон / <i>Silicone</i>	1,75	18
<b>Бесклапанные / Non-valved</b>				
Baerveldt glaucoma implant	BG 103-250	Силикон, бариевое покрытие / <i>Silicone, barium coating</i>	0,3	250
	BG 101-350	Силикон, бариевое покрытие / <i>Silicone, barium coating</i>	0,3	350
		Силикон, бариевое покрытие / <i>Silicone, barium coating</i>		425
	BG-102-350 (pars plana)	Силикон, бариевое покрытие / <i>Silicone, barium coating</i>		350
Имплант «Molteno» <i>Molteno implant</i>	S1 (single plate)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>		133
	D1 (single plate with ridge)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>		133
	L2, R2 (double plate left; right)	Полипропилен <i>Polypropylene</i>		266/80
	P1 (microphthalmic)	Силикон / <i>Silicone</i>		175
	Molteno 3 GS	Силикон / <i>Silicone</i>		230
	Molteno 3 GL	Силикон / <i>Silicone</i>		185
	Molteno 3 S series	Силикон / <i>Silicone</i>		245

\*Лицензированные в РФ.

\*Licensed in the Russian Federation.

дополнительной ММТ в группе Baerveldt через 3 и 5 лет после операции. В обоих исследованиях сообщалось о большем количестве таких серьезных осложнений, как гипотония, ухудшение зрительных функций и эксплантация дренажа в группе Baerveldt, тогда как в группе Ahmed, чаще требовалось хирургическое вмешательство по поводу декомпенсированного уровня ВГД в ранние послеоперационные сроки [34–37]. Бикбов М.М. с соавт. (2016) сообщили об абсолютном и относительном гипотензивном успехе в 71,9% и 84,3% через 1 год, 66,9% и 80,9% спустя 2 года, 62% и 77,7% за 3-летний период наблюдения после имплантации клапана Ahmed, отмечая наилучший результат у лиц с ПОУГ, а наихудший — у пациентов со вторичной неоваскулярной глаукомой [38]. Результаты собственных исследований имплантации клапана Ahmed при рефрактерных формах глаукомы определили гипотензивную эффективность по критерию «полного» успеха в 33,3%, «квалифицированного» успеха — в 66,7% случаев в сроки 5-летнего наблюдения, а количество дополнительной ММТ составило  $1,3 \pm 1,1$  и  $1,8 \pm 1,4$  через 3 и 5 лет, соответственно [9].

### Условия функционирования трубки дренажного устройства

Функциональное состояние силиконовой трубки обеспечивается неременным выполнением двух условий: длина и положение (стабильное и независимое) в передней или задней камере глаза. Длина интраокулярной части трубки 3,0–3,5 мм и дополнительная фиксация на протяжении обеспечивают её стабильное положение и исключают возможность обтурации (например, корнем радужки), дислокации или экстружии. Независимое положение трубки дренажа позволяет избежать контакта с роговицей и радужкой. Интраокулярная часть трубки должна иметь максимально безопасный угол девиации от роговицы, чтобы свести к минимуму повреждение ее эндотелия. При декомпенсации ВГД в ранние послеоперационные сроки необходимо исключить окклюзию трубки кровью, корнем радужки, фибрином или волокнами стекловидного тела. В качестве диагностических методов могут быть применены биомикроскопия, ультразвуковая биомикроскопия, оптическая когерентная томография переднего отрезка, а также диагностические нагрузочные тесты. В зависимости от причины офтальмогипертензии показано усиление противовоспалительной, рассасывающей терапии, лазерное рассеечение фиброзных тяжей, а при отсутствии видимых причин — хирургическая ревизия зоны операции и промывание трубки *ab interno*. При обструкции трубки волокнами стекловидного тела показано проведение витреолизиса или частичной витреоректомии.

### Условия функционирования платформы дренажа

Фильтрационная подушка (ФП) вокруг платформы дренажа представляет собой фиброваскулярную капсулу (резервуар), обеспечивающую накопление и резорбцию водянистой влаги, что, в конечном итоге, определяет послеоперационный уровень ВГД и длительность гипотензивного эффекта [39]. Molteno А с соавт. (1988) предложено деление послеоперационного периода дренажной хирургии на фазы ранней гипотонии, отсроченной гипертензии и стабильного уровня ВГД. Первая фаза, длительностью 1–4 недели, сопровождается гипотонией в сочетании с воспалением и отеком тканей над корпусом дренажа. Вторая, продолжительностью от 1 до 4–6 месяцев, характеризуется формированием кольцевидного рубца и инкапсуляцией тканей вокруг платформы дренажа и при наличии грубых рубцовых трансформаций ассоциирована с повышением ВГД [41, 42]. Ряд авторов произвольно определяют вторую фазу при повышении ВГД ( $P_0$ ) более 21 мм рт.ст. в течение первых 6 месяцев после операции [43, 44].

Текущим клиническим консенсусом определено, что клапанные ДУ имеют более высокую частоту возникновения гипертензивной фазы, чем неклапанные. Активность второй фазы, и, соответственно, процессов фиброобразования, наблюдается после имплантации клапан Ahmed в 40%...80%, а дренажей Baerveldt и Molteno — в 20%...30% случаев [19, 29, 44, 45]. Образование плотной капсулы менее характерно для импланта Baerveldt, чем для клапана Ahmed [32]. Бикбов М.М. утверждает, что после имплантации клапана Ahmed гипертензивная фаза возникает в сроки от 1 до 6 месяцев в 12,4% случаев, а пик её развития приходится на 1 месяц после операции [38]. Несостоятельная капсула макроскопически толще, а гистологически схожа с инкапсулированными ФП после ТЭ [45–47]. Ряд ученых сообщают о двух слоях капсулы (как макроскопически, так и гистологически) с васкуляризированной внешней поверхностью и плотно упакованным слоем коллагеновых волокон с активированными миофибробластами при неудаче дренажной хирургии [47, 48]. Проницаемость капсулы зависит от возраста: у детей до 1,5 лет и пожилых она тонкостенная и хорошо дренирующая; у детей старше 1,5 лет и взрослых повышены риски формирования «толстой» капсулы с признаками фиброза. Оптическая когерентная томография переднего сегмента продемонстрировала значительно более тонкую капсулу при «полном» успехе клапанной хирургии [49, 50]. Следовательно, гистопатологические и клинические наблюдения указывают на важную роль фибропластических процессов в патофизиологии инкапсуляции платформы дренажа. С другой стороны, антифибротики оказались неэффективными

в хирургии ДУ [51, 52]. Исследования по использованию ММС при имплантации дренажа Molteno и клапана Ahmed не обнаружили разницы в уровне ВГД или частоте успеха в группах с антиметаболитом и без него [52, 53]. Попытки моделировать реакцию тканей с помощью амниотической мембраны и системных стероидов также имели ограниченный успех [54].

Более высокую частоту гипертензивной фазы и инкапсуляции платформы клапана Ahmed связывают с меньшей площадью поверхности клапана (185 мм<sup>2</sup>) по сравнению с двухпластинчатым дренажем Molteno (270 мм<sup>2</sup>) или Baerveldt (350 мм<sup>2</sup>). О жесткости концевой пластины клапана Ahmed и микродвижениях, вызывающих более выраженную воспалительную реакцию и рубцевание, высказываются Rotsos T (2017) и Jung (2013) [55, 56]. Дисковидные пластины устройства Molteno более гибкие и устойчивые на склеральной поверхности, а имплантат Baerveldt из гибкого силикона конгруэнтен склеральной поверхности, что, по данным Seballos E.M. et al. (2022), в меньшей степени стимулирует миграцию фибробластов в очаг воспаления [57]. Основываясь на этих исследованиях, концевая пластина клапана Ahmed была заменена производителем на силиконовую [55].

### ДУ и локальные регенераторно-репаративные процессы

Причины избыточных фибропластических процессов вокруг корпуса дренажа мультифакториальны и до конца не изучены. Помимо таких характеристик, как размер, форма, биоматериал и свойства поверхности, нюансы имплантации ДУ, существуют иные механизмы, приводящие к чрезмерной адгезии фибробластов и экспрессии коллагена в области формирования соединительнотканной капсулы [58–60]. Результативность дренажной хирургии во многом определяется интенсивностью и продолжительностью воспалительной реакции тканей и ассоциируется с выраженностью фазы послеоперационной гипертензии, когда вокруг платформы дренажа формируется отграниченная рубцом ригидная капсула, затрудняющая всасывание ВГЖ [61, 62].

Потенциальная роль водянистой влаги, являющейся при глаукоме источником провоспалительных цитокинов и факторов роста, и влияющей на формирование несостоятельных капсул, показана в исследовании Molteno A.C. et al. (2003) [39, 63, 64]. С активной фильтрацией ВГЖ после имплантации клапана Ahmed уже в раннем послеоперационном периоде, в отличие от бесклапанных устройств с применением техники «отсроченной» фильтрации, связывают более высокую частоту развития гипертензивной фазы Tsai J.C. (2003) и Budens D.L et al. [32, 36, 65, 66]. Mahale A. et al. (2015) определили экспрессию ключевых генов фиброза в образцах

несостоятельных капсул и представили молекулярные доказательства изменения хода локального регенераторно-репаративного процесса при неудаче дренажной хирургии. Продемонстрированы экспрессия сигнальных путей трансформирующего фактора роста  $\beta$  (TGF $\beta$ ) и миофибробластов, свидетельствующих о повышенной клеточной адгезии и нарушении процессов формирования и деградации экстрацеллюлярного матрикса, даже в отдаленные послеоперационные сроки [67]. Исследование обнаружило многократную активацию профибротически активных молекул: фактора роста соединительной ткани (CTGF), трансдукторов TGF $\beta$  — тромбоспондина-1 (THBS1), интерлейкина-13 (IL13), ряда матричных металлопротеиназ (MMP13, MMP3, MMP8), а также снижение концентрации антагониста пути TGF $\beta$  (BMP7) в большинстве рубцово измененных капсул. Это согласуется с исследованиями, определяющими ведущую роль этих молекул в рубцовых трансформациях после антиглаукомных вмешательств и делающих их потенциальными антифибротическими мишенями [68–72].

На современном этапе ход регенерации регулируется назначением противовоспалительной терапии и применением хирургических приемов, способствующих формированию тонкостенной фильтрационной капсулы. Послеоперационный период включает назначение кортикостероидов, в среднем на 4–5 недель. При повышении уровня ВГД (фаза гипертензии) в послеоперационном периоде показано временное назначение гипотензивных препаратов (преимущественно  $\beta$ -блокаторов и ингибиторов карбонгидразы) [32, 49, 73]. Возможно назначение транспальпебрального массажа в контрлатеральном от имплантации дренажа сегменте. Проведение нидлинга инкапсулированных ФП в ранние послеоперационные сроки с введением в полость капсулы адгезивного вискоэластика (0,1–0,2 мл) является вариантом восстановления оттока водянистой влаги как для неклапанных, так и для клапанных имплантов. В тех случаях, которые не поддаются вышеуказанным лечебным мероприятиям, показана ревизия операционного поля (для неклапанных ДУ — с первоначальной оценкой окклюзирующей трубки лигатуры). При неэффективности нидлинга над корпусом дренажа при развитии гипертензивной фазы в ранние послеоперационные сроки для реактивации работы клапана Ahmed используется метод *ab interno*. Форсированным током, поступающим через канюлю 25G, соединенную с силиконовой трубкой в передней камере, расслаивают рубцово измененные ткани ФП, что моментально увеличивает пространство над корпусом дренажа и нормализует офтальмотонус, исключая дополнительную травматизацию тканей извне. Кроме того, одним из последних исследований (Chang M.M. et al., 2023) обнаружено, что при имплантации клапана Ahmed интраоперационное промывание передней камеры

5,0 мл сбалансированного солевого раствора (BSS) снижает риск развития гипертензивной фазы при неоваскулярной глаукоме и исходном нарушении локального иммунологического статуса, что авторы связывают с исключением немедленного транспорта провоспалительных цитокинов в субтеноново пространство [74].

В отдаленные послеоперационные сроки возможно проведение ревизии зоны операции с иссечением фиброзно-измененной капсулы и пластикой тканей над корпусом дренажа.

## Осложнения дренажной хирургии

Выделяют интраоперационные, ранние и отдаленные послеоперационные осложнения, а также характерные для клапанных и бесклапанных устройств (табл. 2).

Интраоперационные осложнения, по данным исследований AVB, ABC и TVT, составляют 4%...8% [34, 65, 75]. К интраоперационным осложнениям относятся гифема и неправильное позиционирование трубки дренажа в передней или задней камере глаза [13, 49, 76, 77]. Наиболее частым осложнением раннего послеоперационного периода являются гиперфилтрация с развитием гипотонии и синдрома «мелкой ПК». К осложнениям отдаленного периода относятся рубцовые трансформации тканей, обструкция трубки и её экструзия, декомпенсация эндотелия роговицы, индукция катарактогенеза и диплопия. Также оба послеоперационных периода могут сопровождаться развитием выраженной воспалительной реакции, эндофтальмита и трофическими дефектами тканей в месте имплантации дренажа [77–79].

## ДУ и гиперфилтрация ВГЖ

Бесклапанные импланты не оказывают сопротивления оттоку ВГЖ, и их имплантация сопровождается развитием гипотонии, синдрома «мелкой ПК» и хориоидальной эффузии в 15%...20% [35, 77]. Технология «прямого дренирования» бесклапанных шунтов приводит к гиперфилтрации, гипотонии и цилиохориоидальной отслойке в 20%...26% случаев, в то время как технология «отсроченного дренирования» — в 12±7% случаев [80, 81]. Предложено несколько хирургических приёмов профилактики ранней послеоперационной гипотонии: временное наложение окклюзирующей лигатуры на трубку дренажа, её тампонирующее введение нити в просвет или комбинация этих методик [82–84]. При двухэтапной технологии первым этапом плато дренажа подшивают к склере в 8–10 мм от лимба, а свободный край силиконовой трубки оставляют под прямой мышцей. Через 6–8 недель (после формирования соединительнотканной капсулы) свободный конец трубки имплантируют в ПК.

В настоящее время двухэтапная технология замены на наложение викриловой лигатуры на трубку дренажа [85]. Лигатура из викриловой нити (7/0) рассасывается в течение 4–6 недель после операции, когда фиброзная капсула сформирована и активация тока ВГЖ не вызывает развитие перечисленных выше осложнений. Лигатуру из полипропиленовой нити (8/0) накладывают для более длительной и контролируемой окклюзии, а для снятия применяют лазерный сутурилизис [86]. Основной проблемой данной технологии является сохраняющийся высокий уровень ВГД после вмешательства. В этом случае предложено фенестрирование трубки проксимальнее лигатуры (по методу Sherwood) или выполнение ТЭ в сочетании с имплантацией ДУ [83, 87]. Другим недостатком является перепад уровня ВГД и вероятность развития субхориоидального кровоизлияния после снятия лигатуры. С целью исключения внезапной интраокулярной декомпрессии рекомендован интраоперационный метод проведения внутри трубки нити нейлон 3/0, уменьшающей её внутренний диаметр или наложение нескольких внешних лигатур и их поэтапное снятие [83]. ДУ с клапанным механизмом минимизируют развитие гипотонии и цилиохориоидальной отслойки в ранние послеоперационные сроки [22, 87, 88]. Более ранние работы указывают на развитие гипотонии после имплантации клапанов Ahmed и Krupin в 14% и 17% случаев, соответственно, и объясняют это техническим нюансом — несоразмерным диаметром силиконовой трубки диаметру перфорационного склерального отверстия [21, 88, 89]. По данным Lai J.S. et al. (2000), HaiBo T. et al. (2015), после имплантации клапана Ahmed гипотония встречается в 8%...10,8% случаев [30, 90].

В качестве профилактики гиперфилтрации и гипотонии рекомендуется введение вискоэластика в ПК в ходе операции и в ранние послеоперационные сроки, а при отсутствии положительной динамики — интраоперационная ревизия с устранением её причин (наложение дополнительных швов на склере рядом с трубкой, восполнение ПК вязкоэластичными агентами, а в качестве альтернативы тампонада отверстия донорским сухожилием, перикардом или склерой) [24].

Хроническая гипотония возникает в среднем в 5%...6% случаев при имплантации бесклапанных устройств, и в 2% при имплантации ДУ с клапанным механизмом [91].

## ДУ и эндотелиальная дисфункция

Одним из наиболее серьезных осложнений отдаленного послеоперационного периода дренажной хирургии является декомпенсация клеток эндотелия роговицы. Рядом исследований продемонстрировано критическое снижение плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) после имплантации трубки

Таблица 2. Осложнения дренажной хирургии и их профилактика.  
Table 2. Complications of drainage surgery and their prevention.

Осложнение Complication	Причины / Causes	Способ профилактики или коррекции Prevention or correction method
<b>Интраоперационные / Intraoperative</b>		
Гифема <i>HypHEMA</i>	Повреждение корня радужки при введении трубки в ПК <i>Damage to the iris root when the tube is inserted into the AC</i>	Интраоперационный гониоконтроль <i>Intraoperative goniocontrol</i>
Гиперфльтрация <i>Hyperfiltration</i>	Широкая склеротомия для введения трубки <i>Wide sclerotomy for tube insertion</i>	Соблюдение технологии операции, дополнительная герметизация отверстия <i>Compliance with the operation technology, additional sealing of the hole</i>
Перфорация оболочек глаза <i>Perforation of the membranes of the eye</i>	Повреждение иглой при подшивании корпуса дренажа <i>Needle damage when suturing the drainage</i>	Использование шпательной иглы и проведение её в поверхностных слоях склеры <i>Use of a spatulated needle and its passing through the superficial layers of the sclera</i>
<b>Ранние послеоперационные / Early postoperative</b>		
Гипотония и синдром мелкой ПК <i>Hypotension and small AC syndrome</i>	Избыточная фильтрация внутриглазной жидкости из ПК <i>Excessive filtration of intraocular fluid from the AC</i>	Введение в ПК вискоэластика, кратковременное поддержание tensio «+1», наложение лигатуры на трубку ДУ <i>Injection of viscoelastic into the AC, short-term maintenance of tensio "+1", application of a ligature to the DD tube</i>
Супрахориоидальное кровоизлияние <i>Suprachoroidal hemorrhage</i>	Перепад ВГД интраоперационно или в ранние сроки <i>IOP drop intraoperatively or in the early stages</i>	Предоперационная подготовка, нефорсированная интраоперационная декомпрессия, введение вискоэластика в ПК <i>Preoperative preparation, unforced intraoperative decompression, injection of viscoelastic into the AC</i>
Симптом Dellen (краевое истончение роговицы) <i>Corneal Dellen (peripheral corneal thinning)</i>	Приподнятые и контактирующие с поверхностью роговицы конъюнктивы с подлежащим покровным трансплантатом <i>The conjunctiva is elevated and contacting the corneal surface, with underlying integumentary graft</i>	Правильное позиционирование трансплантата и тканей при ушивании основного доступа <i>Correct positioning of the graft and tissues when suturing the main access</i>
Диплопия <i>Diplopia</i>	Отек тканей орбиты и экстраокулярных мышц <i>Edema of orbital tissues and extraocular muscles</i>	Чаще носит транзиторный характер <i>Usually transient in nature</i>
Гипертензия <i>Hypertension</i>	Окклюзия просвета трубки дренажа кровью, воспалительным экссудатом, волокнами стекловидного тела, послеоперационный увеит, рубцевание вокруг платформы ДУ, интраоперационная лигатура (для неклапанных ДУ) <i>Occlusion of drainage tube lumen with blood, inflammatory exudate, vitreous fibers, postoperative uveitis, scarring around the DD platform, intraoperative ligature (for non-valved DD)</i>	Противовоспалительная терапия, при необходимости – интраоперационная ревизия, промывание ab interno; для неклапанных ДУ – снятие лигатуры <i>Anti-inflammatory therapy, if necessary – intraoperative revision, flushing ab interno; for non-valved DD – ligature removal</i>
Эндофтальмит <i>Endophthalmitis</i>	Интраоперационная контаминация <i>Intraoperative contamination</i>	Курс антибактериальной и противовоспалительной терапии, при неэффективности – задняя закрытая витреэктомия <i>A course of antibacterial and anti-inflammatory therapy, if ineffective – posterior closed vitrectomy</i>

Осложнение / <i>Complication</i>	Причины / <i>Causes</i>	Способ профилактики или коррекции <i>Prevention or correction method</i>
<b>Поздние послеоперационные / <i>Late postoperative</i></b>		
Стойкая гипертензия <i>Persistent hypertension</i>	«Толстая» капсула вокруг платформы дренажа <i>"Thick" capsule around the drainage platform</i>	Транспальпебральный массаж, нидлинг фильтрационной подушки, интраоперационная ревизия или назначение дополнительной MMT <i>Transpalpebral massage, needling of the filtration pillow, intraoperative revision or additional drug therapy</i>
Дислокация или экструзия силиконовой трубки <i>Dislocation or extrusion of the silicone tube</i>	Короткая интраокулярная часть трубки, недостаточная фиксация трубки на протяжении и корпуса дренажа <i>Short intraocular part of the tube, insufficient fixation of the tube and the drainage body</i>	Профилактика — соблюдение нюансов технологии операции, при наличии — хирургическая ревизия, удаление дренажа, ушивание склеротомии <i>Prevention — compliance with the nuances of the operation technique, if possible — surgical revision, drainage removal, suturing of sclerotomy</i>
Прогрессирование катаракты и отечная макулопатия <i>Cataract progression and edematous maculopathy</i>	Длительная гипотония <i>Prolonged hypotension</i>	Установление причины гипотонии, симптоматическая терапия, хирургическое лечение сопутствующей патологии (при наличии показаний) <i>Establishing the cause of hypotension, symptomatic therapy, surgical treatment of concomitant pathology (if indicated)</i>
Эрозия или трофические дефекты тканей над трубкой или корпусом дренажа <i>Erosion or trophic defects of tissues above the tube of drainage body</i>	Материал дренажа, вторичное инфицирование, воспалительные заболевания век и конъюнктивы <i>Drainage material, secondary infection, inflammatory diseases of the eyelids and conjunctiva</i>	Лечение заболеваний придаточного аппарата, антибактериальная, противовоспалительная терапия, интраоперационная пластика тканей, курс антибактериальной или противовоспалительной терапии <i>Treatment of diseases of the accessory apparatus, antibacterial, anti-inflammatory therapy, intraoperative tissue plasty, antibacterial or anti-inflammatory therapy</i>
Эндотелиально-эпителиальная дистрофия <i>Endothelial-epithelial dystrophy</i>	Потеря эндотелиальных клеток <i>Loss of endothelial cells</i>	Дооперационная эндотелиальная микроскопия, правильное позиционирование трубки в ПК или её позиционирование в задней камере <i>Preoperative endothelial microscopy, correct positioning of the tube in the AC or its positioning in the posterior chamber</i>
Нарушение подвижности глазного яблока, косоглазие, диплопия <i>Impaired mobility of the eyeball, strabismus, diplopia</i>	Неправильное крепление корпуса дренажа, повреждение экстраокулярных мышц <i>Improper attachment of the drainage implant, damage to the extraocular muscles</i>	Позиционирование платформы дренажа в 10–11 мм от лимба, в свободном от экстраокулярных мышц сегменте <i>Positioning the drainage platform 10–11 mm from the limb, in a segment free of extraocular muscles</i>

ДУ в ПК [33, 88, 92–95]. Исследование TVT показало, что стойкий отек роговицы достоверно чаще наблюдался после имплантации дренажа Baerveldt (16%), в отличие от ТЭ (9%) [96]. Потеря эндотелиальных клеток после имплантации клапана Ahmed также значительно выше, чем после ТЭ [97]. Другие исследователи сообщили о потере эндотелиальных клеток после установки дренажа Molteno и обнаружили снижение ПЭК в центральной зоне роговицы на 8% через 6 месяцев, на 12,6% через 12 месяцев и на 15,4% через 24 месяца после имплантации клапана Ahmed, а ближайший к трубке сегмент роговицы показал их наибольшую потерю [93, 95, 98]. При статистически незначимой разнице исходного уровня ПЭК у пациентов с открытоугольной, закрытоугольной и вторичными формами глаукомы выявили их снижение на 4,54% в год после имплантации клапана Baerveldt. В квадранте локализации трубки ежегодное снижение ПЭК составило 6,57% по сравнению с 4,53% в других периферийных квадрантах и в центральном отделе роговицы [99]. При этом меньшие ежегодные потери ПЭК выявляются при позиционировании трубки дренажа в ПК через периферическую колобому в радужной оболочке в артефактных глазах (3,54%) по сравнению со «свободным» размещением трубки в ПК (5,55%), что авторы объяснили более стабильным ее положением при первом способе имплантации.

Симптом «Dolphins» (персистирующий контакт «трубка-роговица» — микродвижения при отсутствии прочной фиксации трубки и/или корпуса дренажа) называют независимым фактором декомпенсации эндотелия роговой. Другое решающее значение имеет дистанция «трубка – роговица». Коо Е.В. et al. (2015), сделали вывод, что трубки, расположенные близко к роговице, приводят к большей потере ПЭК [100]. Тан N. et al. (2017) определили, что при расстоянии от трубки до роговицы в 1,1 мм потеря ПЭК в центре составляет 6,20%, а на периферии — 7,25% в год по сравнению с центральной потерей 4,11% и потерей на периферии в 5,77% в год при расстоянии от трубки до роговицы 2,0 мм ( $p < 0,001$ ) [99]. Исследование Iwasaki K. et al. (2018) определило достоверное снижение ПЭК через 6 (6,4%) и 12 (9,2%) месяцев после операции в секторе введения трубки в ПК, в центральном и контралатеральном квадрантах роговицы [101]. При этом при имплантации трубки в заднюю камеру не было обнаружено потери эндотелиального слоя роговицы в те же сроки. Кроме того, результаты исследования показали, что псевдоэкссфолиативная глаукома и более узкий угол между трубкой и роговицей коррелируют с тяжелой потерей ПЭК и декомпенсацией функции роговицы.

Следовательно, позиционированию трубки дренажа в ПК должно уделяться пристальное внимание; наиболее предпочтительным и безопасным является размещение её параллельно плоскости радужки

в максимальном удалении от роговицы. Позиционирование трубки дренажа в задней камере используется реже, но сводит к минимуму повреждение эндотелия, что особенно важно при планировании оптико-реконструктивных вмешательств (в т.ч. кератопластики). Кроме того, уместным является проведение эндотелиальной микроскопии в предоперационном периоде, что может иметь решающее значение в вопросах позиционирования внутриглазной части трубки дренажа.

### Может ли ДУ быть операцией выбора в хирургии глаукомы?

По данным исследований, за последние несколько лет имплантация дренажей увеличилась на 231% [10, 23, 37, 49, 76, 102]. При этом отмечается снижение количества ТЭ на 43% с одновременным увеличением имплантаций ДУ на 184% за 10-летний период при «стартовом» хирургическом лечении ПОУГ [103, 104]. Большое количество сравнительных исследований посвящено определению необходимости и целесообразности применения ДУ в качестве операции выбора не только при рефрактерных, но и при первичных формах глаукомы, а также при хирургическом лечении ее ранних стадий [6, 11, 13, 105, 106]. Сравнительная эффективность и безопасность ДУ и ТЭ оценены по таким критериям, как уровень ВГД, показатели полного и квалифицированного успеха, их длительность, количество дополнительной ММТ и возникновение нежелательных явлений [107–110]. По данным Minckler D.S. et al. (2008), частота неудачных исходов ТЭ и ДУ подобна и составляет около 10% в год [33]. В исследовании TVT частота неудачи ТЭ с ММС составила 13,5% через 1 год, 30,7% через 3 года и 46,9% через 5 лет, а частота неудачных имплантаций дренажа Baerveldt оказалась ниже и составила в среднем около 5% в год (3,9% через 1 год, 15,1% через 3 года и 29,8% через 5 лет) [12, 111]. Более благоприятный результат дренажной хирургии авторы объяснили различиями в исследуемых группах, хирургической технике и разными критериями определения «полного» и «квалифицированного» успеха. В группах «успеха» (исследование TVT) через 5 лет ВГД составило  $14,4 \pm 6,9$  мм рт.ст. в группе ДУ и  $12,6 \pm 5,9$  мм рт.ст. в группе ТЭ, значительное сокращение ММТ наблюдалось в обеих группах, совокупная вероятность осложнений (стойкая гипотония, реоперация или потеря световосприятия) оказалась достоверно ниже в группе ДУ, а частота повторных операций составила 9% в группе ДУ и 29% в группе ТЭ, то есть, оба вида вмешательств являются эффективными у пациентов с ПОУГ после предшествующей ТЭ или хирургии катаракты. В целом исследование продемонстрировало, что дренажная хирургия выходит за рамки лечения лишь рефрактерных

форм глаукомы [12, 98, 111]. При сравнительном анализе ДУ и ТЭ клапанные имплантаты дают меньшее количество поздних осложнений, связанных с ФП (наружная фильтрация, блебит, эндофтальмит), что объясняется удаленностью корпуса дренажа от лимба [15, 28]. Ряд ученых отмечает, что клапан Ahmed имеет значительное преимущество в нивелировании суточных колебаний ВГД и минимизирует развитие ранней послеоперационной гипотонии в сравнении с ТЭ [66, 112]. HaiBo T. et al. (2015) сообщили о трех исследованиях пациентов с ПОУГ (входящих в группу низкого риска), объединенный результат которых показал отсутствие разницы между группами после ТЭ и имплантации клапана Ahmed по уровню ВГД, критерию успеха и количеству дополнительной ММТ [90]. Однако в качестве недостатка авторы отметили отсутствие стандартизированных критериев для оценки сравнительной эффективности и безопасности этих операций.

## Литература

1. European Glaucoma Society. Terminology and guidelines for glaucoma. 4th ed. Savona, European Glaucoma Society, 2014.
2. Molteno A.C., Bevin T.H., Herbison P., Husni M.A. Long-term results of primary trabeculectomies and Molteno implants for primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2011; 129(11):1444-1450. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2011.221>.
3. Gedde S.J., Singh K., Schiffman J.C., Feuer W.J. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. The Tube Versus Trabeculectomy Study: interpretation of results and application to clinical practice. *Curr Opin Ophthalmol* 2012; 23(2):118-126. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834ff2d1>
4. Nguyen Q.H. Primary surgical management refractory glaucoma: tubes as initial surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2009; 20(2):122-125. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32831da828>.
5. Schmidt W., Kastner C., Sternberg K., Allemann R., et al. New concepts for glaucoma implants-controlled aqueous humor drainage, encapsulation prevention and local drug delivery. *Curr Pharm Biotechnol* 2013; 14(1):98-111.
6. Patel S., Pasquale L.R. Glaucoma drainage devices: a review of the past, present, and future. *Semin Ophthalmol* 2010; 25(5-6):265-270. <https://doi.org/10.3109/08820538.2010.518840>.
7. Ayyala R.S., Pieroth L., Vinals A.F., et al. Comparison of mitomycin C trabeculectomy, glaucoma drainage device implantation, and laser neodymium:YAG cyclophotocoagulation in the management of intractable glaucoma after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology*. 1998; 105(8):1550-1556. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)98046-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)98046-0).
8. Morad Y., Donaldson C.E., Kim Y.M., Abdolell M., Levin A.V. The Ahmed drainage implant in the treatment of pediatric glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2003; 135(6):821-829. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(02\)02274-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(02)02274-2).
9. Юрѳева Т.Н., Микова О.И., Волкова Н.В., Помкина И.В. Клапанный дренаж Ahmed в хирургии различных форм глаукомы у детей. *Офтальмология* 2016; 13(2):83-88. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2016-2-83-88>
10. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., Herndon L.W., et al. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. Three-year follow-up of the tube versus trabeculectomy study. *Am J Ophthalmol* 2009; 148(5):670-684. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.06.018>.
11. Joshi A.B., Parrish R.K. 2nd, Feuer W.F. 2002 survey of the American Glaucoma Society: practice preferences for glaucoma surgery and antifibrotic use. *J Glaucoma* 2005; 14(2):172-174. <https://doi.org/10.1097/01.jgg.0000151684.12033.4d>.
12. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., et al. Tube versus Trabeculectomy Study Group. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2012; 153(5):789-803.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.10.026>.

## Заключение

На современном этапе точка зрения об использовании ДУ лишь в качестве последней возможности и лишь при рефрактерной глаукоме меняется в направлении как расширения показаний, так и первоочередности имплантации ДУ в качестве операции выбора при отдельных формах глаукомы. Всесторонняя периоперационная оценка, в совокупности с предоперационной подготовкой, соблюдение технологии вмешательства и ведения послеоперационного периода обеспечивают достижение максимально хирургического успеха вмешательства и минимизируют послеоперационные осложнения. Однако данное направление хирургии нуждается в прагматичных и длительных рандомизированных клинических исследованиях с большим объемом выборок для окончательного определения эффективности и безопасности дренажирующих устройств в лечении различных форм глаукомы.

## References

1. European Glaucoma Society. Terminology and guidelines for glaucoma. 4th ed. Savona, European Glaucoma Society, 2014.
2. Molteno A.C., Bevin T.H., Herbison P., Husni M.A. Long-term results of primary trabeculectomies and Molteno implants for primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2011; 129(11):1444-1450. <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2011.221>.
3. Gedde S.J., Singh K., Schiffman J.C., Feuer W.J. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. The Tube Versus Trabeculectomy Study: interpretation of results and application to clinical practice. *Curr Opin Ophthalmol* 2012; 23(2):118-126. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32834ff2d1>
4. Nguyen Q.H. Primary surgical management refractory glaucoma: tubes as initial surgery. *Curr Opin Ophthalmol* 2009; 20(2):122-125. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32831da828>.
5. Schmidt W., Kastner C., Sternberg K., Allemann R., et al. New concepts for glaucoma implants-controlled aqueous humor drainage, encapsulation prevention and local drug delivery. *Curr Pharm Biotechnol* 2013; 14(1):98-111.
6. Patel S., Pasquale L.R. Glaucoma drainage devices: a review of the past, present, and future. *Semin Ophthalmol* 2010; 25(5-6):265-270. <https://doi.org/10.3109/08820538.2010.518840>.
7. Ayyala R.S., Pieroth L., Vinals A.F., et al. Comparison of mitomycin C trabeculectomy, glaucoma drainage device implantation, and laser neodymium:YAG cyclophotocoagulation in the management of intractable glaucoma after penetrating keratoplasty. *Ophthalmology*. 1998; 105(8):1550-1556. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)98046-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)98046-0).
8. Morad Y., Donaldson C.E., Kim Y.M., Abdolell M., Levin A.V. The Ahmed drainage implant in the treatment of pediatric glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2003; 135(6):821-829. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(02\)02274-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(02)02274-2).
9. Iureva T.N., Mikova O.I., Volkova N.V., Pomkina I.V. Ahmed valve drainage in surgery of various forms of glaucoma in children. *Ophthalmology* 2016; 13(2):83-88. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2016-2-83-88>
10. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., Herndon L.W., et al. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. Three-year follow-up of the tube versus trabeculectomy study. *Am J Ophthalmol* 2009; 148(5):670-684. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.06.018>.
11. Joshi A.B., Parrish R.K. 2nd, Feuer W.F. 2002 survey of the American Glaucoma Society: practice preferences for glaucoma surgery and antifibrotic use. *J Glaucoma* 2005; 14(2):172-174. <https://doi.org/10.1097/01.jgg.0000151684.12033.4d>.
12. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., et al. Tube versus Trabeculectomy Study Group. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study after five years of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2012; 153(5):789-803.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.10.026>.

13. Desai M.A., Gedde S.J., Feuer W.J., et al. Practice preferences for glaucoma surgery: a survey of the American Glaucoma Society in 2008. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011; 42(3):202-208. <https://doi.org/10.3928/15428877-20110224-04>.
14. Molteno A.C. New implant for drainage in glaucoma. Animal trial. *Br J Ophthalmol* 1969; 53(3):161-168. <https://doi.org/10.1136/bjo.53.3.161>.
15. Molteno A.C., Straughan J.L., Ancker E. Long tube implants in the management of glaucoma. *S Afr Med J* 1976; 50(27):1062-1066.
16. Molteno A.C. The optimal design of drainage implants for glaucoma. *Trans Ophthalmol Soc N Z* 1981; 33:39-41.
17. Britt M.T., LaBree L.D., Lloyd M.A., et al. Randomized clinical trial of the 350-mm<sup>2</sup> versus the 500-mm<sup>2</sup> Baerveldt implant: longer term results: is bigger better? *Ophthalmology* 1999; 106(12):2312-2318. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(99\)90532-8](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(99)90532-8)
18. Ayyala R.S., Layden W.E., Slonim C.B., Margo C.E. Anatomic and histopathologic findings following a failed ahmed glaucoma valve device. *Ophthalmic Surg Lasers* 2001; 32(3):248-249.
19. Siegner S.W., Netland P.A., Urban R.C. Jr, Williams A.S., et al. Clinical experience with the Baerveldt glaucoma drainage implant. *Ophthalmology* 1995; 102(9):1298-1307. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(95\)30871-8](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(95)30871-8).
20. Krupin T., Podos S.M., Becker B., Newkirk J.B. Valve implants in filtering surgery. *Am J Ophthalmol*. 1976; 81(2):232-235. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(76\)90737-6](https://doi.org/10.1016/0002-9394(76)90737-6).
21. Coleman A.L., Hill R., Wilson M.R., et al. Initial clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol* 1995; 120(1):23-31. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)73755-9](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)73755-9).
22. Huang M.C., Netland P.A., Coleman A.L., et al. Intermediate-term clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol* 1999; 127(1):27-33. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(98\)00394-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(98)00394-8).
23. Roy S., Ravinet E., Mermoud A. Baerveldt implant in refractory glaucoma: long-term results and factors influencing outcome. *Int Ophthalmol* 2001; 24(2):93-100. <https://doi.org/10.1023/a:1016335313035>.
24. Hong C.H., Arosemena A., Zurakowski D., et al. Glaucoma Drainage Devices: A Systematic Literature Review and Current Controversies. *Survey of ophthalmology* 2005; 50(1):48-60. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2004.10.006>.
25. Syed H.M., Law S.K., Nam S.H., et al. Baerveldt-350 implant versus Ahmed valve for refractory glaucoma: a case-controlled comparison. *J Glaucoma* 2004; 13(1):38-45. <https://doi.org/10.1097/00061198-200402000-00008>.
26. Pantaloni A., Feraru C., Tarcoveanu F., Chiselita D. Success of Primary Trabeculectomy in Advanced Open Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2021; 15:2219-2229. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S308228>.
27. Wagner F.M., Schuster A.K., Kianusch K., Stingl J., et al. Long-term success after trabeculectomy in open-angle glaucoma: results of a retrospective cohort study. *BMJ Open* 2023; 13(2):e068403. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-068403>.
28. Wang J.C., See J.L., Chew P.T. Experience with the use of Baerveldt and Ahmed glaucoma drainage implants in an Asian population. *Ophthalmology* 2004; 111(7):1383-1388. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.11.005>.
29. Ayyala R.S., Zurakowski D., Monshizadeh R., Hong C.H., et al. Comparison of double-plate Molteno and Ahmed glaucoma valve in patients with advanced uncontrolled glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers* 2002; 33(2):94-101.
30. Lai J.S., Poon A.S., Chua J.K., Tham C.C., et al. Efficacy and safety of the Ahmed glaucoma valve implant in Chinese eyes with complicated glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2000; 84(7):718-721. <https://doi.org/10.1136/bjo.84.7.718>.
31. Krishna R., Godfrey D.G., Budenz D.L., et al. Intermediate-term outcomes of 350-mm<sup>2</sup> Baerveldt glaucoma implants. *Ophthalmology* 2001;108(3):621-626. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(00\)00537-6](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(00)00537-6).
32. Tsai J.C., Johnson C.C., Dietrich M.S. The Ahmed shunt versus the Baerveldt shunt for refractory glaucoma: a single-surgeon comparison of outcome. *Ophthalmology* 2003; 110(9):1814-1821. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00574-8](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00574-8).
33. Minckler D.S., Francis B.A., Hodapp E.A., et al. Aqueous shunts in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008; 115(6):1089-1098. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.03.031>.
34. Christakis P.G., Tsai J.C., Kalenak J.W., et al. The Ahmed versus Baerveldt study: three-year treatment outcomes. *Ophthalmology* 2013; 120(11):2232-2240. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.04.018>.
13. Desai M.A., Gedde S.J., Feuer W.J., et al. Practice preferences for glaucoma surgery: a survey of the American Glaucoma Society in 2008. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011; 42(3):202-208. <https://doi.org/10.3928/15428877-20110224-04>.
14. Molteno A.C. New implant for drainage in glaucoma. Animal trial. *Br J Ophthalmol* 1969; 53(3):161-168. <https://doi.org/10.1136/bjo.53.3.161>.
15. Molteno A.C., Straughan J.L., Ancker E. Long tube implants in the management of glaucoma. *S Afr Med J* 1976; 50(27):1062-1066.
16. Molteno A.C. The optimal design of drainage implants for glaucoma. *Trans Ophthalmol Soc N Z* 1981; 33:39-41.
17. Britt M.T., LaBree L.D., Lloyd M.A., et al. Randomized clinical trial of the 350-mm<sup>2</sup> versus the 500-mm<sup>2</sup> Baerveldt implant: longer term results: is bigger better? *Ophthalmology* 1999; 106(12):2312-2318. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(99\)90532-8](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(99)90532-8)
18. Ayyala R.S., Layden W.E., Slonim C.B., Margo C.E. Anatomic and histopathologic findings following a failed ahmed glaucoma valve device. *Ophthalmic Surg Lasers* 2001; 32(3):248-249.
19. Siegner S.W., Netland P.A., Urban R.C. Jr, Williams A.S., et al. Clinical experience with the Baerveldt glaucoma drainage implant. *Ophthalmology* 1995; 102(9):1298-1307. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(95\)30871-8](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(95)30871-8).
20. Krupin T., Podos S.M., Becker B., Newkirk J.B. Valve implants in filtering surgery. *Am J Ophthalmol*. 1976; 81(2):232-235. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(76\)90737-6](https://doi.org/10.1016/0002-9394(76)90737-6).
21. Coleman A.L., Hill R., Wilson M.R., et al. Initial clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol* 1995; 120(1):23-31. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)73755-9](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)73755-9).
22. Huang M.C., Netland P.A., Coleman A.L., et al. Intermediate-term clinical experience with the Ahmed Glaucoma Valve implant. *Am J Ophthalmol* 1999; 127(1):27-33. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(98\)00394-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(98)00394-8).
23. Roy S., Ravinet E., Mermoud A. Baerveldt implant in refractory glaucoma: long-term results and factors influencing outcome. *Int Ophthalmol* 2001; 24(2):93-100. <https://doi.org/10.1023/a:1016335313035>.
24. Hong C.H., Arosemena A., Zurakowski D., et al. Glaucoma Drainage Devices: A Systematic Literature Review and Current Controversies. *Survey of ophthalmology* 2005; 50(1):48-60. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2004.10.006>.
25. Syed H.M., Law S.K., Nam S.H., et al. Baerveldt-350 implant versus Ahmed valve for refractory glaucoma: a case-controlled comparison. *J Glaucoma* 2004; 13(1):38-45. <https://doi.org/10.1097/00061198-200402000-00008>.
26. Pantaloni A., Feraru C., Tarcoveanu F., Chiselita D. Success of Primary Trabeculectomy in Advanced Open Angle Glaucoma. *Clin Ophthalmol* 2021; 15:2219-2229. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S308228>.
27. Wagner F.M., Schuster A.K., Kianusch K., Stingl J., et al. Long-term success after trabeculectomy in open-angle glaucoma: results of a retrospective cohort study. *BMJ Open* 2023; 13(2):e068403. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-068403>.
28. Wang J.C., See J.L., Chew P.T. Experience with the use of Baerveldt and Ahmed glaucoma drainage implants in an Asian population. *Ophthalmology* 2004; 111(7):1383-1388. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.11.005>.
29. Ayyala R.S., Zurakowski D., Monshizadeh R., Hong C.H., et al. Comparison of double-plate Molteno and Ahmed glaucoma valve in patients with advanced uncontrolled glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers* 2002; 33(2):94-101.
30. Lai J.S., Poon A.S., Chua J.K., Tham C.C., et al. Efficacy and safety of the Ahmed glaucoma valve implant in Chinese eyes with complicated glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2000; 84(7):718-721. <https://doi.org/10.1136/bjo.84.7.718>.
31. Krishna R., Godfrey D.G., Budenz D.L., et al. Intermediate-term outcomes of 350-mm<sup>2</sup> Baerveldt glaucoma implants. *Ophthalmology* 2001;108(3):621-626. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(00\)00537-6](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(00)00537-6).
32. Tsai J.C., Johnson C.C., Dietrich M.S. The Ahmed shunt versus the Baerveldt shunt for refractory glaucoma: a single-surgeon comparison of outcome. *Ophthalmology* 2003; 110(9):1814-1821. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00574-8](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00574-8).
33. Minckler D.S., Francis B.A., Hodapp E.A., et al. Aqueous shunts in glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2008; 115(6):1089-1098. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.03.031>.
34. Christakis P.G., Tsai J.C., Kalenak J.W., et al. The Ahmed versus Baerveldt study: three-year treatment outcomes. *Ophthalmology* 2013; 120(11):2232-2240. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.04.018>.

35. Barton K., Feuer W.J., Budenz D.L., Schiffman J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Three-year treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt comparison study. *Ophthalmology* 2014; 121(8):1547-1557.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.01.036>.
36. Budenz D.L., Barton K., Gedde S.J., Feuer W.J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Five-year treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt comparison study. *Ophthalmology* 2015; 122(2):308-316. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.08.043>.
37. Budenz D.L., Feuer W.J., Barton K., Schiffman J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Postoperative Complications in the Ahmed Baerveldt Comparison Study During Five Years of Follow-up. *Am J Ophthalmol* 2016; 163:75-82.e3. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2015.11.023>.
38. Бикбов М.М., Хуснутдинов И.И. Анализ гипотензивного эффекта имплантации клапана Ahmed при рефрактерной глаукоме. *Национальный журнал глаукома* 2016; 15(3):24-33.
39. Molteno A.C., Fucik M., Dempster A.G., Bevin T.H. Otago Glaucoma Surgery Outcome Study: factors controlling capsule fibrosis around Molteno implants with histopathological correlation. *Ophthalmology* 2003; 110(11):2198-2206. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00803-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00803-0).
40. Molteno A.C., Dempster A.G. Methods of controlling bleb fibrosis around draining implants. Glaucoma. In: Mills KB, ed. Proceedings of the Fourth International Symposium of the Northern Eye Institute, Manchester, UK. Oxford: Pergamon Press, 1988. pp. 192-211.
41. Vote B., Fuller J.R., Bevin T.H., Molteno A.C. Systemic anti-inflammatory fibrosis suppression in threatened trabeculectomy failure. *Clin Exp Ophthalmol* 2004; 32(1):81-86. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9071.2004.00765.x>.
42. Nouri-Mahdavi K., Caprioli J. Evaluation of the hypertensive phase after insertion of the Ahmed Glaucoma Valve. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(6):1001-1008. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(03\)00630-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(03)00630-5).
43. Ayyala R.S., Zurakowski D., Smith J.A., Monshizadeh R., et al. A clinical study of the Ahmed glaucoma valve implant in advanced glaucoma. *Ophthalmology* 1998; 105(10):1968-1976. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)91049-1](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)91049-1).
44. Won H.J., Sung K.R. Hypertensive Phase Following Silicone Plate Ahmed Glaucoma Valve Implantation. *J Glaucoma* 2016; 25(4):e313-317. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000249>.
45. Pitukcheewanont O., Tantisevi V., Chansangpetch S., Rojanapongpun P. Factors related to hypertensive phase after glaucoma drainage device implantation. *Clin Ophthalmol* 2018; 12:1479-1486. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S166244>.
46. Bae K., Suh W., Kee C. Comparative study of encapsulated blebs following Ahmed glaucoma valve implantation and trabeculectomy with mitomycin-C. *Korean J Ophthalmol* 2012; 26(4):265-270. <https://doi.org/10.3341/kjo.2012.26.4.265>.
47. Thieme H., Choritz L., Hofmann-Rummelt C., Schloetzer-Schrehardt U., Kottler U.B. Histopathologic findings in early encapsulated blebs of young patients treated with the ahmed glaucoma valve. *J Glaucoma* 2011; 20(4):246-251. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181e080ef>.
48. Dempster A.G., Molteno A.C., Bevin T.H., Thompson A.M. Otago glaucoma surgery outcome study: electron microscopy of capsules around Molteno implants. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(11):8300-8309. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7772>.
49. Vinod K., Gedde S.J., Feuer W.J., et al. Practice Preferences for Glaucoma Surgery: A Survey of the American Glaucoma Society. *J Glaucoma* 2017; 26(8):687-693. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000720>.
50. Jung K.I., Lim S.A., Park H.Y., Park C.K. Visualization of blebs using anterior-segment optical coherence tomography after glaucoma drainage implant surgery. *Ophthalmology* 2013; 120(5):978-983. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.10.015>.
51. Al-Mobarak F., Khan A.O. Two-year survival of Ahmed valve implantation in the first 2 years of life with and without intraoperative mitomycin-C. *Ophthalmology* 2009; 116(10):1862-1865. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.03.030>.
52. Costa V.P., Azuara-Blanco A., Netland P.A., Lesk M.R., Arcieri E.S. Efficacy and safety of adjunctive mitomycin C during Ahmed Glaucoma Valve implantation: a prospective randomized clinical trial. *Ophthalmology* 2004; 111(6):1071-1076. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.09.037>.
53. Cantor L., Burgoyne J., Sanders S., Bhavnani V., et al. The effect of mitomycin C on Molteno implant surgery: a 1-year randomized, masked, prospective study. *J Glaucoma* 1998; 7(4):240-246.
54. Amini H., Kiarudi M.Y., Moghimi S., Fakhraie G., Amini N. Ahmed glaucoma valve with adjunctive amniotic membrane for refractory glaucoma. *J Ophthalmic Vis Res* 2010; 5(3):158-161.
55. Barton K., Feuer W.J., Budenz D.L., Schiffman J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Three-year treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt comparison study. *Ophthalmology* 2014; 121(8):1547-1557.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.01.036>.
56. Budenz D.L., Barton K., Gedde S.J., Feuer W.J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Five-year treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt comparison study. *Ophthalmology* 2015; 122(2):308-316. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.08.043>.
57. Budenz D.L., Feuer W.J., Barton K., Schiffman J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Postoperative Complications in the Ahmed Baerveldt Comparison Study During Five Years of Follow-up. *Am J Ophthalmol* 2016; 163:75-82.e3. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2015.11.023>.
58. Bikbov M.M., Khusnutdinov I.I. Analysis of the hypotensive effect of Ahmed valve implantation in refractory glaucoma. *National Journal Glaucoma* 2016; 15(3): 24-33.
59. Molteno A.C., Fucik M., Dempster A.G., Bevin T.H. Otago Glaucoma Surgery Outcome Study: factors controlling capsule fibrosis around Molteno implants with histopathological correlation. *Ophthalmology* 2003; 110(11):2198-2206. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00803-0](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00803-0).
60. Molteno A.C., Dempster A.G. Methods of controlling bleb fibrosis around draining implants. Glaucoma. In: Mills KB, ed. Proceedings of the Fourth International Symposium of the Northern Eye Institute, Manchester, UK. Oxford: Pergamon Press, 1988. pp. 192-211.
61. Vote B., Fuller J.R., Bevin T.H., Molteno A.C. Systemic anti-inflammatory fibrosis suppression in threatened trabeculectomy failure. *Clin Exp Ophthalmol* 2004; 32(1):81-86. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9071.2004.00765.x>.
62. Nouri-Mahdavi K., Caprioli J. Evaluation of the hypertensive phase after insertion of the Ahmed Glaucoma Valve. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(6):1001-1008. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(03\)00630-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(03)00630-5).
63. Ayyala R.S., Zurakowski D., Smith J.A., Monshizadeh R., et al. A clinical study of the Ahmed glaucoma valve implant in advanced glaucoma. *Ophthalmology* 1998; 105(10):1968-1976. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)91049-1](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)91049-1).
64. Won H.J., Sung K.R. Hypertensive Phase Following Silicone Plate Ahmed Glaucoma Valve Implantation. *J Glaucoma* 2016; 25(4):e313-317. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000249>.
65. Pitukcheewanont O., Tantisevi V., Chansangpetch S., Rojanapongpun P. Factors related to hypertensive phase after glaucoma drainage device implantation. *Clin Ophthalmol* 2018; 12:1479-1486. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S166244>.
66. Bae K., Suh W., Kee C. Comparative study of encapsulated blebs following Ahmed glaucoma valve implantation and trabeculectomy with mitomycin-C. *Korean J Ophthalmol* 2012; 26(4):265-270. <https://doi.org/10.3341/kjo.2012.26.4.265>.
67. Thieme H., Choritz L., Hofmann-Rummelt C., Schloetzer-Schrehardt U., Kottler U.B. Histopathologic findings in early encapsulated blebs of young patients treated with the ahmed glaucoma valve. *J Glaucoma* 2011; 20(4):246-251. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181e080ef>.
68. Dempster A.G., Molteno A.C., Bevin T.H., Thompson A.M. Otago glaucoma surgery outcome study: electron microscopy of capsules around Molteno implants. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(11):8300-8309. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7772>.
69. Vinod K., Gedde S.J., Feuer W.J., et al. Practice Preferences for Glaucoma Surgery: A Survey of the American Glaucoma Society. *J Glaucoma* 2017; 26(8):687-693. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000720>.
70. Jung K.I., Lim S.A., Park H.Y., Park C.K. Visualization of blebs using anterior-segment optical coherence tomography after glaucoma drainage implant surgery. *Ophthalmology* 2013; 120(5):978-983. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.10.015>.
71. Al-Mobarak F., Khan A.O. Two-year survival of Ahmed valve implantation in the first 2 years of life with and without intraoperative mitomycin-C. *Ophthalmology* 2009; 116(10):1862-1865. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.03.030>.
72. Costa V.P., Azuara-Blanco A., Netland P.A., Lesk M.R., Arcieri E.S. Efficacy and safety of adjunctive mitomycin C during Ahmed Glaucoma Valve implantation: a prospective randomized clinical trial. *Ophthalmology* 2004; 111(6):1071-1076. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2003.09.037>.
73. Cantor L., Burgoyne J., Sanders S., Bhavnani V., et al. The effect of mitomycin C on Molteno implant surgery: a 1-year randomized, masked, prospective study. *J Glaucoma* 1998; 7(4):240-246.
74. Amini H., Kiarudi M.Y., Moghimi S., Fakhraie G., Amini N. Ahmed glaucoma valve with adjunctive amniotic membrane for refractory glaucoma. *J Ophthalmic Vis Res* 2010; 5(3):158-161.

55. Rotsos T., Tsioga A., Andreanos K., Diagourtas A., Petrou P., et al. Managing high risk glaucoma with the Ahmed valve implant: 20 years of experience. *Int J Ophthalmol* 2018; 11(2):240-244. <https://doi.org/10.18240/ijo.2018.02.10>.
56. Jung K.I., Lee S.B., Kim J.H., Park C.K. Foreign body reaction in glaucoma drainage implant surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(6):3957-3964. <https://doi.org/10.1167/iov.12-11310>.
57. Ceballos E.M., Parrish R.K. 2nd. Plain film imaging of Baerveldt glaucoma drainage implants. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002; 23(6):935-937.
58. Shao C.G., Sinha N.R., Mohan R.R., Webel A.D. Novel Therapies for the Prevention of Fibrosis in Glaucoma Filtration Surgery. *Biomedicines* 2023; 11(3):657. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11030657>.
59. Fernando O., Tagalakis A.D., Awwad S., Brocchini S., et al. Development of Targeted siRNA Nanocomplexes to Prevent Fibrosis in Experimental Glaucoma Filtration Surgery. *Mol Ther* 2018; 26(12):2812-2822. <https://doi.org/10.1016/j.yimth.2018.09.004>.
60. Hill R.A., Pirouzian A., Liaw L. Pathophysiology of and prophylaxis against late ahmed glaucoma valve occlusion. *Am J Ophthalmol* 2000; 129(5):608-612. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(99\)00465-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(99)00465-1).
61. Classen L., Kivelä T., Tarkkanen A. Histopathologic and immunohistochemical analysis of the filtration bleb after unsuccessful glaucoma seton implantation. *Am J Ophthalmol* 1996; 122(2):205-212. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)72011-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)72011-2).
62. Välimäki J., Uusitalo H. Immunohistochemical analysis of extracellular matrix bleb capsules of functioning and non-functioning glaucoma drainage implants. *Acta Ophthalmol* 2014; 92(6):524-528. <https://doi.org/10.1111/aos.12267>.
63. Karalekas D.H.A., Rosenberg L., Ruderman J., Krupin T. Effects of human glaucomatous and non-glaucomatous aqueous humor on fibroblast proliferation in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35(4):1898.
64. Tripathi R.C., Borisuth N.S., Li J., Tripathi B.J. Growth factors in the aqueous humor and their clinical significance. *J Glaucoma* 1994; 3(3):248-258.
65. Barton K., Gedde S.J., Budenz D.L., Feuer W.J., Schiffman J. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. The Ahmed Baerveldt Comparison Study methodology, baseline patient characteristics, and intraoperative complications. *Ophthalmology* 2011; 118(3):435-442. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.015>.
66. Budenz D.L., Barton K., Feuer W.J., Schiffman J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt Comparison Study after 1 year of follow-up. *Ophthalmology* 2011; 118(3):443-452. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.016>.
67. Mahale A., Othman M.W., Al Shahwan S., Al Jadaan I., et al. Altered expression of fibrosis genes in capsules of failed Ahmed glaucoma valve implants. *PLoS One* 2015; 10(4):e0122409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122409>.
68. Волкова Н.В. Роль биологически активных молекул влаги передней камеры глаза и слёзной жидкости в реализации гипотензивного эффекта непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ). *Acta biomedica scientifica* 2021; 6(2):126-132. <https://doi.org/10.29413/ABS.2021-6.2.14>.
69. Lama P.J., Fechtner R.D. Antifibrotics and wound healing in glaucoma surgery. *Surv Ophthalmol* 2003; 48(3):314-346. [https://doi.org/10.1016/s0039-6257\(03\)00038-9](https://doi.org/10.1016/s0039-6257(03)00038-9).
70. Chudgar S.M., Deng P., Maddala R., Epstein D.L., Rao P.V. Regulation of connective tissue growth factor expression in the aqueous humor outflow pathway. *Mol Vis* 2006; 12:1117-1126.
71. Cordeiro M.F., Mead A., Ali R.R., Alexander R.A., et al. Novel anti-sense oligonucleotides targeting TGF-beta inhibit in vivo scarring and improve surgical outcome. *Gene Ther* 2003; 10(1):59-71. <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3301865>.
72. Van Bergen T., Van de Velde S., Vandewalle E., Moons L., Stalmans I. Improving patient outcomes following glaucoma surgery: state of the art and future perspectives. *Clin Ophthalmol* 2014; 8:857-867. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S48745>.
73. Pakravan M., Yazdani S., Shahabi C., Yaseri M. Superior versus inferior Ahmed glaucoma valve implantation. *Ophthalmology* 2009; 116(2):208-213. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.09.003>.
74. Chang M.M., Yang C.D., Ly H.Q., Minckler D.S., Lin K.Y. Anterior Chamber Washout During Ahmed Valve Glaucoma Surgery Reduces the Incidence of Hypertensive Phase. *J Glaucoma* 2023; 32(5):333-339. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000002215>.
75. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., et al. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. The tube versus trabeculectomy study: design and baseline characteristics of study patients. *Am J Ophthalmol* 2005; 140(2):275-287. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.03.031>.
55. Rotsos T., Tsioga A., Andreanos K., Diagourtas A., Petrou P., et al. Managing high risk glaucoma with the Ahmed valve implant: 20 years of experience. *Int J Ophthalmol* 2018; 11(2):240-244. <https://doi.org/10.18240/ijo.2018.02.10>.
56. Jung K.I., Lee S.B., Kim J.H., Park C.K. Foreign body reaction in glaucoma drainage implant surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(6):3957-3964. <https://doi.org/10.1167/iov.12-11310>.
57. Ceballos E.M., Parrish R.K. 2nd. Plain film imaging of Baerveldt glaucoma drainage implants. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002; 23(6):935-937.
58. Shao C.G., Sinha N.R., Mohan R.R., Webel A.D. Novel Therapies for the Prevention of Fibrosis in Glaucoma Filtration Surgery. *Biomedicines* 2023; 11(3):657. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11030657>.
59. Fernando O., Tagalakis A.D., Awwad S., Brocchini S., et al. Development of Targeted siRNA Nanocomplexes to Prevent Fibrosis in Experimental Glaucoma Filtration Surgery. *Mol Ther* 2018; 26(12):2812-2822. <https://doi.org/10.1016/j.yimth.2018.09.004>.
60. Hill R.A., Pirouzian A., Liaw L. Pathophysiology of and prophylaxis against late ahmed glaucoma valve occlusion. *Am J Ophthalmol* 2000; 129(5):608-612. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(99\)00465-1](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(99)00465-1).
61. Classen L., Kivelä T., Tarkkanen A. Histopathologic and immunohistochemical analysis of the filtration bleb after unsuccessful glaucoma seton implantation. *Am J Ophthalmol* 1996; 122(2):205-212. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)72011-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)72011-2).
62. Välimäki J., Uusitalo H. Immunohistochemical analysis of extracellular matrix bleb capsules of functioning and non-functioning glaucoma drainage implants. *Acta Ophthalmol* 2014; 92(6):524-528. <https://doi.org/10.1111/aos.12267>.
63. Karalekas D.H.A., Rosenberg L., Ruderman J., Krupin T. Effects of human glaucomatous and non-glaucomatous aqueous humor on fibroblast proliferation in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35(4):1898.
64. Tripathi R.C., Borisuth N.S., Li J., Tripathi B.J. Growth factors in the aqueous humor and their clinical significance. *J Glaucoma* 1994; 3(3):248-258.
65. Barton K., Gedde S.J., Budenz D.L., Feuer W.J., Schiffman J. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. The Ahmed Baerveldt Comparison Study methodology, baseline patient characteristics, and intraoperative complications. *Ophthalmology* 2011; 118(3):435-442. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.015>.
66. Budenz D.L., Barton K., Feuer W.J., Schiffman J., et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt Comparison Study after 1 year of follow-up. *Ophthalmology* 2011; 118(3):443-452. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.016>.
67. Mahale A., Othman M.W., Al Shahwan S., Al Jadaan I., et al. Altered expression of fibrosis genes in capsules of failed Ahmed glaucoma valve implants. *PLoS One* 2015; 10(4):e0122409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122409>.
68. Volkova N.V. The role of biologically active moisture molecules of the anterior chamber of the eye and lacrimal fluid in the implementation of the hypotensive effect of non-penetrating deep sclerectomy (NPDS). *Acta biomedica scientifica* 2021; 6(2):126-132. <https://doi.org/10.29413/ABS.2021-6.2.14>.
69. Lama P.J., Fechtner R.D. Antifibrotics and wound healing in glaucoma surgery. *Surv Ophthalmol* 2003; 48(3):314-346. [https://doi.org/10.1016/s0039-6257\(03\)00038-9](https://doi.org/10.1016/s0039-6257(03)00038-9).
70. Chudgar S.M., Deng P., Maddala R., Epstein D.L., Rao P.V. Regulation of connective tissue growth factor expression in the aqueous humor outflow pathway. *Mol Vis* 2006; 12:1117-1126.
71. Cordeiro M.F., Mead A., Ali R.R., Alexander R.A., et al. Novel anti-sense oligonucleotides targeting TGF-beta inhibit in vivo scarring and improve surgical outcome. *Gene Ther* 2003; 10(1):59-71. <https://doi.org/10.1038/sj.gt.3301865>.
72. Van Bergen T., Van de Velde S., Vandewalle E., Moons L., Stalmans I. Improving patient outcomes following glaucoma surgery: state of the art and future perspectives. *Clin Ophthalmol* 2014; 8:857-867. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S48745>.
73. Pakravan M., Yazdani S., Shahabi C., Yaseri M. Superior versus inferior Ahmed glaucoma valve implantation. *Ophthalmology* 2009; 116(2):208-213. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.09.003>.
74. Chang M.M., Yang C.D., Ly H.Q., Minckler D.S., Lin K.Y. Anterior Chamber Washout During Ahmed Valve Glaucoma Surgery Reduces the Incidence of Hypertensive Phase. *J Glaucoma* 2023; 32(5):333-339. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000002215>.
75. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., et al. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. The tube versus trabeculectomy study: design and baseline characteristics of study patients. *Am J Ophthalmol* 2005; 140(2):275-287. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2005.03.031>.

76. Bhatia L.S., Chen T.C. New Ahmed valve designs. *Int Ophthalmol Clin* 2004; 44(1):123-138. <https://doi.org/10.1097/00004397-200404410-00014>.
77. Fechter H.P., Parrish R.K. 2nd. Preventing and treating complications of Baerveldt Glaucoma Drainage Device surgery. *Int Ophthalmol Clin* 2004; 44(2):107-136. <https://doi.org/10.1097/00004397-200404420-00008>.
78. Zheng C.X., Moster M.R., Khan M.A., et al. Infectious endophthalmitis after glaucoma drainage implant surgery: Clinical Features, Microbial Spectrum, and Outcomes. *Retina* 2017; 37(6):1160-1167. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001329>.
79. Gedde S.J., Scott I.U., Tabandeh H., Luu K.K., et al. Late endophthalmitis associated with glaucoma drainage implants. *Ophthalmology* 2001; 108(7):1323-1327. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00598-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00598-x).
80. Wilson R.P., Cantor L., Katz L.J., et al. Aqueous shunts. Molteno versus Schocket. *Ophthalmology* 1992; 99(5):672-676. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(92\)31911-6](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(92)31911-6).
81. Broadway D.C., Iester M., Schulzer M., Douglas G.R. Survival analysis for success of Molteno tube implants. *Br J Ophthalmol* 2001; 85(6):689-685. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.6.689>.
82. Egbert P.R., Lieberman M.F. Internal suture occlusion of the Molteno glaucoma implant for the prevention of postoperative hypotony. *Ophthalmic Surg* 1989; 20(1):53-56.
83. Sherwood M.B., Smith M.F. Prevention of early hypotony associated with Molteno implants by a new occluding stent technique. *Ophthalmology* 1993; 100(1):85-90. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(93\)31688-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(93)31688-x).
84. Tribble J.R., Brown D.B. Occlusive ligature and standardized fenestration of a Baerveldt tube with and without antimetabolites for early postoperative intraocular pressure control. *Ophthalmology* 1998; 105(12):2243-2250. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)91223-4](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)91223-4).
85. Pereira I.C.F., van de Wijdeven R., Wyss H.M., et al. Conventional glaucoma implants and the new MIGS devices: a comprehensive review of current options and future directions. *Eye (Lond)* 2021; 35(12):3202-3221. <https://doi.org/10.1038/s41433-021-01595-x>.
86. Kansal S., Moster M.R., Kim D., Schmidt C.M. Jr, et al. Effectiveness of nonocclusive ligature and fenestration used in Baerveldt aqueous shunts for early postoperative intraocular pressure control. *J Glaucoma* 2002; 11(1):65-70. <https://doi.org/10.1097/00061198-200202000-00012>.
87. Budenz D.L., Scott I.U., Nguyen Q.H., et al. Combined Baerveldt glaucoma drainage implant and trabeculectomy with mitomycin C for refractory glaucoma. *J Glaucoma* 2002; 11(5):439-445. <https://doi.org/10.1097/00061198-200210000-00013>.
88. Topouzis F., Coleman A.L., Choplin N., et al. Follow-up of the original cohort with the Ahmed glaucoma valve implant. *Am J Ophthalmol* 1999; 128(2):198-204. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(99\)00080-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(99)00080-x).
89. Fellenbaum P.S., Almeida A.R., Minckler D.S., et al. Krupin disk implantation for complicated glaucomas. *Ophthalmology* 1994; 101(7):1178-1182. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(13\)31724-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(13)31724-2).
90. HaiBo T., Xin K., ShiHeng L., Lin L. Comparison of Ahmed glaucoma valve implantation and trabeculectomy for glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2015; 10(2):e0118142. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118142>.
91. Jeong H.J., Park H.Y.L., Park C.K. Effects of Early Postoperative Intraocular Pressure after Ahmed Glaucoma Valve Implantation on Long-term Surgical Outcomes. *Korean J Ophthalmol* 2018; 32(5):391-399. <https://doi.org/10.3341/kjo.2017.0102>.
92. Шапошникова И.В., Газизова И.Р., Куроедов А.В., Селезнев А.В., Ловпаче Д.Н. Потеря эндотелиальных клеток роговицы при хирургическом лечении глаукомы. Обзор. *Офтальмология* 2020; 17(4):692-698. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-4-692-698>.
93. McDermott M.L., Swendris R.P., Shin D.H., Juzych M.S., Cowden J.W. Corneal endothelial cell counts after Molteno implantation. *Am J Ophthalmol* 1993; 115(1):93-96. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)73530-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)73530-5).
94. Gedde S.J., Herndon L.W., Brandt J.D., et al. Surgical complications in the Tube Versus Trabeculectomy Study during the first year of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2007; 143(1):23-31. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.07.022>.
95. Kim C.S., Yim J.H., Lee E.K., Lee N.H. Changes in corneal endothelial cell density and morphology after Ahmed glaucoma valve implantation during the first year of follow up. *Clin Exp Ophthalmol* 2008; 36(2):142-147. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2008.01683.x>.
76. Bhatia L.S., Chen T.C. New Ahmed valve designs. *Int Ophthalmol Clin* 2004; 44(1):123-138. <https://doi.org/10.1097/00004397-200404410-00014>.
77. Fechter H.P., Parrish R.K. 2nd. Preventing and treating complications of Baerveldt Glaucoma Drainage Device surgery. *Int Ophthalmol Clin* 2004; 44(2):107-136. <https://doi.org/10.1097/00004397-200404420-00008>.
78. Zheng C.X., Moster M.R., Khan M.A., et al. Infectious endophthalmitis after glaucoma drainage implant surgery: Clinical Features, Microbial Spectrum, and Outcomes. *Retina* 2017; 37(6):1160-1167. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001329>.
79. Gedde S.J., Scott I.U., Tabandeh H., Luu K.K., et al. Late endophthalmitis associated with glaucoma drainage implants. *Ophthalmology* 2001; 108(7):1323-1327. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00598-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00598-x).
80. Wilson R.P., Cantor L., Katz L.J., et al. Aqueous shunts. Molteno versus Schocket. *Ophthalmology* 1992; 99(5):672-676. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(92\)31911-6](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(92)31911-6).
81. Broadway D.C., Iester M., Schulzer M., Douglas G.R. Survival analysis for success of Molteno tube implants. *Br J Ophthalmol* 2001; 85(6):689-685. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.6.689>.
82. Egbert P.R., Lieberman M.F. Internal suture occlusion of the Molteno glaucoma implant for the prevention of postoperative hypotony. *Ophthalmic Surg* 1989; 20(1):53-56.
83. Sherwood M.B., Smith M.F. Prevention of early hypotony associated with Molteno implants by a new occluding stent technique. *Ophthalmology* 1993; 100(1):85-90. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(93\)31688-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(93)31688-x).
84. Tribble J.R., Brown D.B. Occlusive ligature and standardized fenestration of a Baerveldt tube with and without antimetabolites for early postoperative intraocular pressure control. *Ophthalmology* 1998; 105(12):2243-2250. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(98\)91223-4](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(98)91223-4).
85. Pereira I.C.F., van de Wijdeven R., Wyss H.M., et al. Conventional glaucoma implants and the new MIGS devices: a comprehensive review of current options and future directions. *Eye (Lond)* 2021; 35(12):3202-3221. <https://doi.org/10.1038/s41433-021-01595-x>.
86. Kansal S., Moster M.R., Kim D., Schmidt C.M. Jr, et al. Effectiveness of nonocclusive ligature and fenestration used in Baerveldt aqueous shunts for early postoperative intraocular pressure control. *J Glaucoma* 2002; 11(1):65-70. <https://doi.org/10.1097/00061198-200202000-00012>.
87. Budenz D.L., Scott I.U., Nguyen Q.H., et al. Combined Baerveldt glaucoma drainage implant and trabeculectomy with mitomycin C for refractory glaucoma. *J Glaucoma* 2002; 11(5):439-445. <https://doi.org/10.1097/00061198-200210000-00013>.
88. Topouzis F., Coleman A.L., Choplin N., et al. Follow-up of the original cohort with the Ahmed glaucoma valve implant. *Am J Ophthalmol* 1999; 128(2):198-204. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(99\)00080-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(99)00080-x).
89. Fellenbaum P.S., Almeida A.R., Minckler D.S., et al. Krupin disk implantation for complicated glaucomas. *Ophthalmology* 1994; 101(7):1178-1182. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(13\)31724-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(13)31724-2).
90. HaiBo T., Xin K., ShiHeng L., Lin L. Comparison of Ahmed glaucoma valve implantation and trabeculectomy for glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2015; 10(2):e0118142. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118142>.
91. Jeong H.J., Park H.Y.L., Park C.K. Effects of Early Postoperative Intraocular Pressure after Ahmed Glaucoma Valve Implantation on Long-term Surgical Outcomes. *Korean J Ophthalmol* 2018; 32(5):391-399. <https://doi.org/10.3341/kjo.2017.0102>.
92. Shaposhnikova I.V., Gazizova I.R., Kuroyedov A.V., Seleznyov A.V., Lovpache D.N. Loss of corneal endothelial cells during surgical treatment of glaucoma. Review. *Ophthalmology in Russia* 2020; 17(4):692-698. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-4-692-698>.
93. McDermott M.L., Swendris R.P., Shin D.H., Juzych M.S., Cowden J.W. Corneal endothelial cell counts after Molteno implantation. *Am J Ophthalmol* 1993; 115(1):93-96. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)73530-5](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)73530-5).
94. Gedde S.J., Herndon L.W., Brandt J.D., et al. Surgical complications in the Tube Versus Trabeculectomy Study during the first year of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2007; 143(1):23-31. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.07.022>.
95. Kim C.S., Yim J.H., Lee E.K., Lee N.H. Changes in corneal endothelial cell density and morphology after Ahmed glaucoma valve implantation during the first year of follow up. *Clin Exp Ophthalmol* 2008; 36(2):142-147. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2008.01683.x>.

96. Chey J.H., Lee C.K. Effect of guided Ahmed glaucoma valve implantation on corneal endothelial cells: A 2-year comparative study. *PLoS One* 2023; 18(2):e0278340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278340>.
97. Kim M.S., Kim K.N., Kim C.S. Changes in Corneal Endothelial Cell after Ahmed Glaucoma Valve Implantation and Trabeculectomy: 1-Year Follow-up. *Korean J Ophthalmol* 2016; 30(6):416-425. <https://doi.org/10.3341/kjo.2016.30.6.416>.
98. Lee E.K., Yun Y.J., Lee J.E., Yim J.H., Kim C.S. Changes in corneal endothelial cells after Ahmed glaucoma valve implantation: 2-year follow-up. *Am J Ophthalmol* 2009; 148(3):361-367. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.04.016>.
99. Tan N. Annelie, Webers A.B. Carroll, Berendschot T.J.M. Tos et al. Corneal endothelial cell loss after Baerveldt glaucoma drainage device implantation in the anterior chamber. *Acta Ophthalmol* 2017; 95: 91-96. <https://doi.org/10.1111/aos.13161>.
100. Koo E.B., Hou J., Han Y., Keenan J.D., et al. Effect of glaucoma tube shunt parameters on cornea endothelial cells in patients with Ahmed valve implants. *Cornea* 2015; 34(1):37-41. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000301>
101. Iwasaki K., Arimura S., Takihara Y., Takamura Y., Inatani M. Prospective cohort study of corneal endothelial cell loss after Baerveldt glaucoma implantation. *PLoS One* 2018; 13(7):e0201342. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201342>.
102. Chen T.C., Bhatia L.S., Walton D.S. Ahmed valve surgery for refractory pediatric glaucoma: a report of 52 eyes. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2005;42(5):274-283. <https://doi.org/10.3928/0191-3913-20050901-09>.
103. Ramulu P.Y., Corcoran K.J., Corcoran S.L., Robin A.L. Utilization of various glaucoma surgeries and procedures in Medicare beneficiaries from 1995 to 2004. *Ophthalmology* 2007; 114(12):2265-2270. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.02.005>.
104. Saheb H., Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. Outcomes of glaucoma reoperations in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) Study. *Am J Ophthalmol* 2014; 157(6):1179-1189.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2014.02.027>.
105. El Gendy N.M., Song J.C. Long term comparison between single stage Baerveldt and Ahmed glaucoma implants in pediatric glaucoma. *Saudi J Ophthalmol* 2012; 26(3):323-326. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2012.06.003>.
106. O'Malley Schotthoefer E., Yanovitch T.L., Freedman S.F. Aqueous drainage device surgery in refractory pediatric glaucomas: I. Long-term outcomes. *J AAPOS* 2008; 12(1):33-39. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2007.07.002>.
107. Hill R., Ohanesian R., Voskanyan L., Malayan A. The Armenian Eye Care Project: surgical outcomes of complicated paediatric glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2003; 87(6):673-676. <https://doi.org/10.1136/bjo.87.6.673>.
108. Bettis D.I., Morshedi R.G., Chaya C., et al. Trabeculectomy With Mitomycin C or Ahmed Valve Implantation in Eyes With Uveitic Glaucoma. *J Glaucoma* 2015; 24(8):591-599. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000195>.
109. Tran D.H., Souza C., Ang M.J., Loman J., et al. Comparison of long-term surgical success of Ahmed Valve implant versus trabeculectomy in open-angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2009; 93(11):1504-1509. <https://doi.org/10.1136/bjo.2008.150870>.
110. Wilson M.R., Mendis U., Paliwal A., Haynatzka V. Long-term follow-up of primary glaucoma surgery with Ahmed glaucoma valve implant versus trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(3):464-470. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(03\)00239-3](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(03)00239-3).
111. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., et al. Treatment outcomes in the tube versus trabeculectomy study after one year of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2007; 143(1):9-22. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.07.020>.
112. Hill R., Ohanesian R., Voskanyan L., Malayan A. The Armenian Eye Care Project: surgical outcomes of complicated paediatric glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2003; 87(6):673-676. <https://doi.org/10.1136/bjo.87.6.673>.
96. Chey J.H., Lee C.K. Effect of guided Ahmed glaucoma valve implantation on corneal endothelial cells: A 2-year comparative study. *PLoS One* 2023; 18(2):e0278340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278340>.
97. Kim M.S., Kim K.N., Kim C.S. Changes in Corneal Endothelial Cell after Ahmed Glaucoma Valve Implantation and Trabeculectomy: 1-Year Follow-up. *Korean J Ophthalmol* 2016; 30(6):416-425. <https://doi.org/10.3341/kjo.2016.30.6.416>.
98. Lee E.K., Yun Y.J., Lee J.E., Yim J.H., Kim C.S. Changes in corneal endothelial cells after Ahmed glaucoma valve implantation: 2-year follow-up. *Am J Ophthalmol* 2009; 148(3):361-367. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.04.016>.
99. Tan N. Annelie, Webers A.B. Carroll, Berendschot T.J.M. Tos et al. Corneal endothelial cell loss after Baerveldt glaucoma drainage device implantation in the anterior chamber. *Acta Ophthalmol* 2017; 95: 91-96. <https://doi.org/10.1111/aos.13161>.
100. Koo E.B., Hou J., Han Y., Keenan J.D., et al. Effect of glaucoma tube shunt parameters on cornea endothelial cells in patients with Ahmed valve implants. *Cornea* 2015; 34(1):37-41. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000301>
101. Iwasaki K., Arimura S., Takihara Y., Takamura Y., Inatani M. Prospective cohort study of corneal endothelial cell loss after Baerveldt glaucoma implantation. *PLoS One* 2018; 13(7):e0201342. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201342>.
102. Chen T.C., Bhatia L.S., Walton D.S. Ahmed valve surgery for refractory pediatric glaucoma: a report of 52 eyes. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2005;42(5):274-283. <https://doi.org/10.3928/0191-3913-20050901-09>.
103. Ramulu P.Y., Corcoran K.J., Corcoran S.L., Robin A.L. Utilization of various glaucoma surgeries and procedures in Medicare beneficiaries from 1995 to 2004. *Ophthalmology* 2007; 114(12):2265-2270. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.02.005>.
104. Saheb H., Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. Outcomes of glaucoma reoperations in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) Study. *Am J Ophthalmol* 2014; 157(6):1179-1189.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2014.02.027>.
105. El Gendy N.M., Song J.C. Long term comparison between single stage Baerveldt and Ahmed glaucoma implants in pediatric glaucoma. *Saudi J Ophthalmol* 2012; 26(3):323-326. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2012.06.003>.
106. O'Malley Schotthoefer E., Yanovitch T.L., Freedman S.F. Aqueous drainage device surgery in refractory pediatric glaucomas: I. Long-term outcomes. *J AAPOS* 2008; 12(1):33-39. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2007.07.002>.
107. Hill R., Ohanesian R., Voskanyan L., Malayan A. The Armenian Eye Care Project: surgical outcomes of complicated paediatric glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2003; 87(6):673-676. <https://doi.org/10.1136/bjo.87.6.673>.
108. Bettis D.I., Morshedi R.G., Chaya C., et al. Trabeculectomy With Mitomycin C or Ahmed Valve Implantation in Eyes With Uveitic Glaucoma. *J Glaucoma* 2015; 24(8):591-599. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000195>.
109. Tran D.H., Souza C., Ang M.J., Loman J., et al. Comparison of long-term surgical success of Ahmed Valve implant versus trabeculectomy in open-angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2009; 93(11):1504-1509. <https://doi.org/10.1136/bjo.2008.150870>.
110. Wilson M.R., Mendis U., Paliwal A., Haynatzka V. Long-term follow-up of primary glaucoma surgery with Ahmed glaucoma valve implant versus trabeculectomy. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(3):464-470. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(03\)00239-3](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(03)00239-3).
111. Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J., et al. Treatment outcomes in the tube versus trabeculectomy study after one year of follow-up. *Am J Ophthalmol* 2007; 143(1):9-22. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2006.07.020>.
112. Hill R., Ohanesian R., Voskanyan L., Malayan A. The Armenian Eye Care Project: surgical outcomes of complicated paediatric glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2003; 87(6):673-676. <https://doi.org/10.1136/bjo.87.6.673>.