

УДК 617.7-007

ИНКАПСУЛЯЦИЯ КЛАПАНА АХМЕДА ПРИ ГЛАУКОМЕ**Джаррар Маджед Саед Ахмад,**Врач офтальмолог. Выпускник,
Санкт-Петербургский государственный университет,
Кафедра оториноларингологии и офтальмологии,
Dr.majdjarrar@gmail.com**Аннотация**

Имплантация дренажных устройств, в частности, клапана Ахмеда (AGV), прочно утвердилась в качестве «золотого стандарта» хирургии рефрактерной глаукомы. Однако клиническая эффективность метода парадоксальным образом ограничивается естественной защитной реакцией организма: формированием фиброзной капсулы вокруг тела дренажа. Данное осложнение, которое нивелирует гипотензивный эффект операции, остается «узким местом» технологии, переводя проблему из чисто хирургической плоскости в сферу патофизиологии ранозаживления. Цель в статье заключается в комплексном анализе патогенетических механизмов инкапсуляции, выявлении предикторов развития гипертензивной фазы, систематизации терапевтических стратегий для повышения долгосрочной выживаемости дренажных устройств. В работе обобщены современные представления о молекулярных драйверах фиброза (роль TGF- β и VEGF) и обоснована критическая значимость раннего послеоперационного мониторинга. Автором аргументирована необходимость смены парадигмы ведения пациентов – переход от выжидательной тактики к превентивному медикаментозному купированию гипертензивной фазы. Сформулированы практические рекомендации, с помощью которых дифференцируются показания к нидлингу и повторным хирургическим ревизиям, что позволяет клиницисту выбрать оптимальный алгоритм действий в зависимости от стадии процесса. Излагаемые материалы адресованы офтальмохирургам, специалистам по глаукоме, исследователям, которые сфокусированы на проблемах биосовместимости имплантируемых материалов.

Ключевые слова: гипертензивная фаза, глаукома рефрактерная, дренажная хирургия, инкапсуляция, клапан Ахмеда (AGV), нидлинг, фиброз конъюнктивы, цитокины

AHMED GLAUCOMA VALVE ENCAPSULATION**Jarrar Majd Saed Ahmad,**Ophthalmologist, Graduate,
St. Petersburg State University,
Department of Otorhinolaryngology and Ophthalmology,
Dr.majdjarrar@gmail.com

ABSTRACT

Implantation of drainage devices, particularly the Ahmed Glaucoma Valve (AGV), has firmly established itself as the "gold standard" in the surgical management of refractory glaucoma. However, the clinical effectiveness of this approach is paradoxically limited by the body's natural defense mechanism: the formation of a fibrotic capsule around the implant. This complication, which diminishes the hypotensive effect of the surgery, represents a key technological bottleneck, shifting the challenge from purely surgical management to the pathophysiology of wound healing. The aim of this study is to comprehensively analyze the pathogenetic mechanisms of valve encapsulation, identify predictors of hypertensive phase development, and systematize therapeutic strategies to enhance long-term device survival. The article synthesizes current knowledge on molecular drivers of fibrosis, including the roles of TGF- β and VEGF, and emphasizes the critical importance of early postoperative monitoring. The author advocates a paradigm shift in patient management – from reactive observation to preventive pharmacological control of the hypertensive phase. Practical recommendations are provided for differentiating indications for needling and repeat surgical revisions, enabling clinicians to select the optimal intervention strategy based on disease stage. The findings are relevant for ophthalmic surgeons, glaucoma specialists, and researchers focused on the biocompatibility of implanted devices.

Keywords: hypertensive phase, refractory glaucoma, drainage surgery, encapsulation, Ahmed Glaucoma Valve (AGV), needling, conjunctival fibrosis, cytokines

Введение. Глаукома остается одной из ведущих причин необратимой слепоты в мире. Она представляет собой серьезную медико-социальную проблему. В случаях рефрактерной глаукомы, когда традиционные методы лечения (медикаментозная терапия и фистулизирующие операции) оказываются неэффективными, «золотым стандартом» часто становится имплантация дренажных устройств (GDD). Среди них особое место занимает клапан Ахмеда (Ahmed Glaucoma Valve, AGV). Речь идёт об устройстве с механизмом ограничения потока, которое позволяет нивелировать риск послеоперационной гипотонии.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, долгосрочная результативность имплантации клапана Ахмеда нередко ограничивается развитием специфических осложнений. Ключевой проблемой, по сути, нивелирующей гипотензивный эффект операции, является инкапсуляция фильтрационной подушки (образование фиброзной капсулы вокруг тела клапана). Данное явление, клинически манифестирующее как гипертензивная фаза, наблюдается, по разным данным, у 40-80% пациентов [2].

Представляется целесообразным рассмотреть как хирургические, так и медикаментозные стратегии, позволяющие пролонгировать функциональность дренажного устройства.

Методы. Настоящая работа базируется на систематическом анализе и обобщении теоретических и эмпирических данных, которые касаются осложнений дренажной хирургии глаукомы. Методологическую основу составил системный подход, позволивший рассмотреть проблему инкапсуляции клапана Ахмеда как многофакторный процесс, включающий иммунологические, гистологические, гидродинамические аспекты.

Поиск релевантных источников осуществлялся в ведущих наукометрических базах данных. Критериями выбора публикаций являлись наличие четко описанной методики

эксперимента или клинического наблюдения, а также верифицированные статистические сведения относительно результативности хирургических вмешательств.

В рамках статьи применялись методы сравнительного анализа (для сопоставления эффективности различных стратегий ведения пациентов), синтеза (что позволило интегрировать разрозненные данные о молекулярных маркерах воспаления (TGF- β , VEGF) в единую патогенетическую модель). Такой подход помог выявить причинно-следственные связи между интраоперационной травмой и последующей трансформацией фибробластов, определяющей исход оперативного лечения.

Результаты и обсуждение. Процесс инкапсуляции, как представляется, является естественной реакцией организма на имплантацию инородного тела. Впрочем, при патологическом течении он приобретает характер избыточного рубцевания.

В основе формирования капсулы лежит каскад воспалительных реакций. Первичный контакт водянистой влаги, содержащей провоспалительные цитокины, с теноновой оболочкой и конъюнктивой инициирует активацию фибробластов. Исследования показывают, что ключевую роль в этом процессе играют трансформирующий фактор роста-бета (TGF- β) и фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) [3].

Активированные фибробласты преобразуются в миофибробласты, которые начинают интенсивно продуцировать внеклеточный матрикс, главным образом, коллаген. Вследствие этого формируется плотная, аваскулярная капсула вокруг плато дренажа, которая создает высокое гидравлическое сопротивление оттоку внутриглазной жидкости.

Клиническим эквивалентом гистологического процесса инкапсуляции является так называемая «гипертензивная фаза». Она обычно развивается через 4-8 недель после операции, когда послеоперационное воспаление стихает, но фиброзная капсула еще не достигла стадии истончения и ремоделирования. Важно отметить, что, в отличие от классической трабекулэктомии, где рубцевание происходит на уровне склерального лоскута, при имплантации AGV проблема локализуется вокруг резервуара (тела клапана) [1].

Анализ современной литературы помогает выделить ряд предикторов, статистически значимо ассоциированных с повышенным риском инкапсуляции. Данные факторы (таблица 1) уместно классифицировать как демографические и клинические.

Таблица 1.

Факторы риска развития инкапсуляции и гипертензивной фазы после имплантации клапана Ахмеда (составлено на основе [1, 6])

Категория	Фактор	Механизм влияния, комментарий
Демографические	Молодой возраст	Более активная регенераторная способность тканей и выраженный иммунный ответ у молодых пациентов способствуют быстрому фиброзу
	Этническая принадлежность	Ряд исследователей указывает на более частое развитие келоидных рубцов и фиброза у пациентов африканского и латиноамериканского происхождения
Клинические	Высокое исходное ВГД	Пациенты с исходно высоким уровнем ВГД имеют большую предрасположенность к послеоперационным пикам давления
	Тип глаукомы	Неоваскулярная и увеальная глаукома сопровождаются повышенным уровнем

		провоспалительных цитокинов во влаге передней камеры, что стимулирует фиброз
	Предшествующие операции	Множественные хирургические вмешательства в анамнезе изменяют нормальную анатомию конъюнктивы, активируют фибробласты еще до имплантации клапана

Можно заключить, что пациенты молодого возраста с рефрактерными формами глаукомы (особенно воспалительного генеза) составляют группу наивысшего риска. Для данной когорты требуется более агрессивная тактика профилактики фиброза.

Подход к лечению инкапсуляции варьируется от консервативного наблюдения до повторных хирургических вмешательств (таблица 2). Выбор метода зависит от уровня ВГД, состояния зрительного нерва, стадии глаукомного процесса.

Первой линией терапии при развитии гипертензивной фазы служит назначение гипотензивных препаратов, которые подавляют продукцию водянистой влаги (бета-блокаторы, ингибиторы карбоангидразы, альфа-агонисты). Аналоги простагландинов, как правило, менее эффективны или даже противопоказаны из-за потенциального провоспалительного эффекта, хотя данный вопрос остается дискуссионным.

Помимо этого, использование местных кортикостероидов в пролонгированном режиме даёт возможность снизить активность воспаления и, теоретически, уменьшить толщину формирующейся капсулы.

При неэффективности медикаментозного лечения прибегают к инвазивным методам. Наиболее распространенной процедурой является нидлинг (needling) – ревизия фильтрационной подушки иглой с возможным введением антиметаболитов (5-фторурацил или митомицин С). В более сложных случаях требуется хирургическое иссечение капсулы [1, 3, 4, 6].

Таблица 2.

Сравнительный анализ методов коррекции инкапсуляции клапана Ахмеда (составлено на основе [1, 3, 4, 6])

Метод	Описание процедуры	Преимущества	Недостатки, риски
Медикаментозная терапия	Агрессивное снижение продукции влаги (β -блокаторы, ингибиторы КА)	Неинвазивность, низкий риск осложнений. Позволяет «переждать» гипертензивную фазу	Часто недостаточная эффективность при выраженном фиброзе. Не устраняет анатомическую причину
Нидлинг (Needling) с 5-ФУ/ММС	Механическое разрушение стенок капсулы иглой с введением антиметаболитов	Малоинвазивность, возможность выполнения в амбулаторных условиях. Сохранение импланта	Высокая частота рецидивов (требуются повторные процедуры). Вероятность гипотонии, кровоизлияний

Хирургическое иссечение капсулы	Полное удаление фиброзной ткани вокруг плато дренажа (открытая ревизия)	Восстановление фильтрации. Возможность интраоперационного применения ММС для профилактики рецидива	Травматичность. Высокий риск повторной инкапсуляции (рецидивный фиброз). Обнажение трубки / экстружии
Имплантация второго шунта	Установка дополнительного дренажа в другой квадрант	Высокая вероятность достижения целевого ВГД при отказе первого устройства	Истощение «резерва» конъюнктивы. Диплопия и эндотелиальная дистрофия

Следует подчеркнуть, что нидлинг показывает лучшие результаты у взрослых пациентов по сравнению с детьми, у которых частота рецидивов фиброза значительно выше [5].

Основываясь на проанализированных данных, предлагается сформулировать следующие рекомендации для клинической практики.

Так, представляется целесообразным более широкое применение интракамерального введения воздуха или вискоэластика в конце операции, что, согласно некоторым данным, может отсрочить контакт провоспалительных агентов влаги с конъюнктивой и снизить частоту гипертензивной фазы [4].

Необходимо тщательное наблюдение за пациентами в период 4-8 недель после операции. Раннее выявление повышения ВГД, немедленное назначение супрессоров продукции влаги (еще до достижения критических цифр давления) способно предотвратить избыточное растяжение капсулы и ее уплотнение.

В случае рефрактерной инкапсуляции у молодых пациентов (синдром Шварца-Мацуо, врожденная глаукома) повторные ревизии старого дренажа часто бесперспективны. В подобных ситуациях более рациональным видится ранняя имплантация дренажа другого типа (например, безклапанного Baerveldt или устройства ClearPath) в другой квадрант.

Выводы. Инкапсуляция клапана Ахмеда представляет собой сложный мультифакторный процесс. Он является основным лимитирующим фактором долгосрочного успеха дренажной хирургии глаукомы. Проведенный анализ показывает, что, невзирая на развитие хирургических техник, биологический ответ тканей остается трудноуправляемой переменной.

Вследствие этого уместно резюмировать, что решение проблемы лежит как в плоскости совершенствования хирургического мастерства, так и в поиске новых методов модуляции раневого процесса. Использование антиметаболитов и своевременное медикаментозное купирование гипертензивной фазы помогают сохранить зрительные функции у значительной части пациентов. Между тем, высокая частота рецидивов диктует потребность в дальнейших исследованиях, направленных на разработку биосовместимых материалов для корпусов клапанов и более действенных фармакологических агентов, которые ингибируют TGF- β -опосредованный фиброз.

Список литературы:

1. Иванова В.Ф., Орагвелидзе С.Д., Клецкий С.К. Результаты и осложнения в отдаленном периоде после имплантации клапанного дренажа Ахмед при рефрактерной глаукоме у детей // Офтальмология. Восточная Европа. – 2019. – Т. 9. – № 2. – С. 227-236.
2. Abe R.Y., Tavares C.M., Schimiti R.B., Vasconcellos J.P., Costa V.P. Ahmed Glaucoma Valve Implantation for Refractory Glaucoma in a Tertiary Hospital in Brazil // J. Ophthalmol. – 2015. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4465771/> (дата обращения: 19.12.2025).
3. Ito Y., Sun T., Tawada M., Kinashi H., Yamaguchi M., Katsuno T., Kim H., Mizuno M., Ishimoto T. Pathophysiological Mechanisms of Peritoneal Fibrosis and Peritoneal Membrane Dysfunction in Peritoneal Dialysis // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – No. 25. – URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/16/8607> (дата обращения: 19.12.2025).
4. Kim S., Kwon Y., Lee J.Y. Effect of intracameral air injection during Ahmed glaucoma valve implantation on hypertensive phase // Sci Rep. – 2025. – Vol. 15. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-87222-1> (дата обращения: 19.12.2025).
5. Puthuran G.V., Wijesinghe H.K., Jain M., Palmberg P. Management of a recurrent encapsulated bleb with a cost-effective non-valved glaucoma drainage device // BMJ Case Rep. – 2022. – No. 15(3). – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8921842/> (дата обращения: 19.12.2025).
6. Viana A.R., Bastos R., Vale C., Tenedório P. Recurrent encapsulation after Ahmed glaucoma valve implantation in a patient with Schwartz–Matsuo syndrome // The Pan-American Journal of Ophthalmology. – 2024. – No. 6(3). – P. 119.

References:

1. Ivanova V.F., Oragvelidze S.D., Kletsy S.K. Results and complications in the long-term period after implantation of the Ahmed valve drainage in refractory glaucoma in children // Ophthalmology. Eastern Europe. – 2019. – Vol. 9. – No. 2. – Pp. 227-236.
2. Abe R.Y., Tavares C.M., Schimiti R.B., Vasconcellos J.P., Costa V.P. Ahmed Glaucoma Valve Implantation for Refractory Glaucoma in a Tertiary Hospital in Brazil // J. Ophthalmol. – 2015. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4465771/> (date of request: 12/19/2025).
3. Ito Y., Sun T., Tawada M., Kinashi H., Yamaguchi M., Katsuno T., Kim H., Mizuno M., Ishimoto T. Pathophysiological Mechanisms of Peritoneal Fibrosis and Peritoneal Membrane Dysfunction in Peritoneal Dialysis // Int. J. Mol. Sci. – 2024. – No. 25. – URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/16/8607> (date of request: 12/19/2025).
4. Kim S., Kwon Y., Lee J.Y. Effect of intracameral air injection during Ahmed glaucoma valve implantation on hypertensive phase // Sci Rep. – 2025. – Vol. 15. – URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-87222-1> (date of request: 12/19/2025).
5. Puthuran G.V., Wijesinghe H.K., Jain M., Palmberg P. Management of a recurrent encapsulated bleb with a cost-effective non-valved glaucoma drainage device // BMJ Case

Rep. - 2022. - No. 15(3). - URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8921842/>
(date of request: 12/19/2025).

6. Viana A.R., Bastos R., Vale C., Tenedório P. Recurrent encapsulation after Ahmed glaucoma valve implantation in a patient with Schwartz-Matsuo syndrome // The Pan-American Journal of Ophthalmology. - 2024. - No. 6(3). - P. 119.