

Гипотоническая макулопатия после глаукомной хирургии: механизмы развития, методы профилактики и терапии

В.П. Еричев, С.Ю. Петров, Н.А. Орехова, Л.Х. Эльмурзаева

ФГБНУ «НИИГБ», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В обзоре литературы представлены факторы риска, механизмы развития, основные методы диагностики, лечения и профилактики гипотонической макулопатии (ГМ). ГМ является редким осложнением, частота которого увеличилась после увеличения числа антиглаукомных операций. К факторам риска, связанным с ГМ, относят молодой возраст, мужской пол, миопию, первичную глаукомную операцию с применением антимаболита. Основными методами диагностики ГМ и оценки динамики патологических изменений являются УЗИ, флюоресцентная ангиография, позволяющая зарегистрировать хориоретинальные складки и дифференцировать хориоидальные складки от складок сетчатки, и оптическая когерентная томография. Варианты лечения включают в себя консервативные методы (применение бандажных контактных линз для предотвращения избыточной фильтрации, компрессионные швы на конъюнктиву) и хирургические способы коррекции (ревизия склерального лоскута, введение газа в переднюю камеру, витрэктомия с перфторуглеродным газом, тампонирование фистулы с последующей трабекулотомией *ab interno*). Своевременное и правильное выявление причины гипотонии является залогом успешного лечения гипотонической макулопатии.

Ключевые слова: глаукома, гипотоническая макулопатия, фистулизирующая хирургия, антимаболиты, нидлинг, диагностика.

Для цитирования: Еричев В.П., Петров С.Ю., Орехова Н.А., Эльмурзаева Л.Х. Гипотоническая макулопатия после глаукомной хирургии: механизмы развития, методы профилактики и терапии. Клиническая офтальмология. 2020;20(1):26–31. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-1-26-31.

Hypotony maculopathy after glaucoma surgery: pathogenic mechanisms, diagnostic tools, and treatment modalities

V.P. Erichev, S.Yu. Petrov, N.A. Orekhova, L.Kh. El'murzaeva

Scientific Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

This article reviews risk factors, mechanisms of the development, key diagnostic tools, therapeutic and preventive modalities for hypotony maculopathy. Hypotony maculopathy is a rare complication whose rate has increased after wide adoption of glaucoma surgery. Risk factors for hypotony maculopathy are younger age, male sex, myopia, and primary glaucoma surgery using antimetabolites.

Major diagnostic tools for hypotony maculopathy to assess the abnormalities and their changes over time are ultrasound (to provide differential diagnosis in poor fundus visualization), fluorescein angiography (to identify choroidal folds and to differentiate between choroidal and retinal folds), and optical coherence tomography. Therapeutic modalities include conservative methods (i.e., bandage contact lenses to prevent excessive filtration, compressive conjunctival sutures) and surgical procedures (i.e., scleral flap revision, intracameral gas injection, vitrectomy using perfluorocarbon gas, fistula plugging followed by trabeculectomy *ab interno*). Early and correct identification of the cause of hypotony guarantees treatment success.

Keywords: glaucoma, hypotony maculopathy, fistulizing glaucoma surgery, antimetabolites, needling, diagnostics.

For citation: Erichev V.P., Petrov S.Yu., Orekhova N.A., El'murzaeva L.Kh. Hypotony maculopathy after glaucoma surgery: pathogenic mechanisms, diagnostic tools, and treatment modalities. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(1):26–31. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-1-26-31.

ВВЕДЕНИЕ

Глаукома — одна из ведущих причин необратимой слепоты, от которой в мире, по результатам различных исследований, страдают более 60 млн человек в возрасте от 40 до 80 лет. По прогнозам, это количество может вырасти до 112 млн к 2040 г. [1]. По данным Минздрава России, по состоянию на 2017 г. в нашей стране было зарегистрировано 1 330 597 человек с данным заболеванием [2].

Несмотря на успешную медикаментозную терапию, широкий выбор лекарственных препаратов, часто приходит-

ся прибегать к оперативному вмешательству у пациентов с глаукомой.

Между передним и задним отделами глаза существует тесная структурная связь и связь на уровне микроциркуляции, в результате чего даже незначительное изменение в одном из отделов может привести к серьезным нарушениям в другом. Вследствие этого при хирургическом вмешательстве часто возникают различные осложнения, одним из редких и наиболее опасных является гипотоническая макулопатия (ГМ).

Согласно данным литературы термин «гипотоническая макулопатия» был введен в 1972 г. Gass [3], однако Dellaporta еще в 1954 г. описал типичную картину изменений глазного дна при низком уровне внутриглазного давления (ВГД) после хирургического вмешательства, включающую складки сетчатки / сосудистой оболочки, отек макулы и извилистость сосудов [4].

Выделяют 2 типа ГМ. Статистическая гипотония была определена J. Pederson как ВГД менее 6,5 мм рт. ст., что на три стандартных отклонения ниже среднего при отсутствии каких-либо нарушений [5]. Клинически значимая гипотония сопровождается необратимыми структурными и функциональными нарушениями, которые могут привести к потере зрения [6].

Этиология и патогенез

Причины развития ГМ Shubert объединил в 5 основных групп [6]:

1. Наружная фистула, созданная в ходе фистулизирующей антиглаукомной операции и имплантации шунтов и соединяющая переднюю камеру и субконъюнктивальное пространство.
2. Внутренняя фистула, соединяющая переднюю или заднюю камеру с супрахориоидальным пространством (травматический циклодиализ).
3. Отслойка цилиарного тела и снижение продукции внутриглазной жидкости (ВГЖ) после циклофотокоагуляции.
4. Воспаление, возникающее вследствие различных причин, в т. ч. связанных с хирургическим вмешательством, способствующих снижению продукции ВГЖ и увеличению увеосклерального оттока.
5. Другие причины гипотонии, в т. ч. гормональные факторы, анемия и глазной ишемический синдром.

Развитие ГМ наиболее часто отмечается после фистулизирующей хирургии и в различных исследованиях встречается в 1,2–20% случаев [7–10].

Частота возникновения ГМ значительно увеличивается после введения антифибротических средств [4, 7, 11–16]. Использование антиметаболитов приводит к уменьшению рубцевания и повышает риск гиперфильтрации. Помимо этого, они могут оказывать прямое токсическое действие на цилиарное тело, уменьшая продукцию ВГЖ [7].

Широко используются два средства: митомидин (ММ) и фторурацил (ФУ). В Кокрановском обзоре от 2013 г. сравнили применение ФУ с плацебо или отсутствием вмешательства во время или после операции по поводу глаукомы. Были собраны доказательства из 12 клинических испытаний, включивших 1319 участников. Исследование показало, что применение ФУ оправдано у лиц с высоким риском осложнений [17]. Похожие выводы были сделаны в Кокрановском обзоре 2015 г., в котором сравнивали использование ММ и ФУ для заживления раны после оперативного лечения глаукомы. В исследование было включено 11 рандомизированных контролируемых испытаний, проведенных в США, странах Европы, Азии и Африки. В общей сложности 687 глаз 679 пациентов были подвергнуты плановой трабекулэктомии. В 5 исследованиях участвовали пациенты с низким риском неудачи при трабекулэктомии, в 5 других исследованиях — с высоким риском, в 1 исследовании — как с высоким, так и с низким риском. Не было выявлено какого-либо клинически значимого разли-

чия между результатами в группе, в которой участники получали ММ, и в группе, в которой участники получали ФУ, однако были обнаружены доказательства, позволяющие предположить, что ММ был более эффективен в снижении ВГД, чем ФУ. Этот эффект был более выражен в популяции с высоким риском. Оценка осложнений в целом во всех исследованиях выявила небольшое преимущество от использования ММ, в особенности по частоте развития эпителиопатии (рецидивирующая эрозия роговицы) и гифемы. Отмечалась тенденция к гиперфильтрации, поздней гипотонии и прогрессированию катаракты в группе получающих ММ [18].

В исследовании V. Costa у 6 из 508 пациентов (1,2%), перенесших трабекулэктомию, развилась ГМ. 3 пациента (50%) получали инъекции ФУ в послеоперационном периоде [11]. R. Rasheed выявил эффективность трабекулэктомии с интраоперационным использованием ММ. После наблюдения (в среднем 18 мес.) у 3 пациентов из 25 (12%) выявлена ГМ. В контрольной группе ГМ не развивалась [12].

Непроникающую хирургию глаукомы, включая селективную трабекулопластику и глубокую склерэктомию, начали применять с целью снижения риска осложнений, связанных с избыточной фильтрацией при трабекулэктомии и использовании дренажей. В своем исследовании E. Rulli продемонстрировал большую эффективность трабекулэктомии по сравнению с непроникающей хирургией в снижении ВГД, но в то же время риск гипотонии при первой был выше. При добавлении антиметаболитов интраоперационно частота осложнений, включая ГМ, увеличилась в обеих группах [19].

Использование дренажных устройств позволило эффективнее контролировать уровень ВГД и избегать хронической гипотонии. В многоцентровом клиническом исследовании Tube Versus Trabeculectomy Study гипотония наблюдалась у 13% пациентов с имплантацией антиглаукомных шунтов и у 29% пациентов после трабекулэктомии. ГМ в этих группах развилась у 1% и 4% пациентов соответственно [20].

В 5-летнем исследовании Ahmed Baerveldt Comparison Study при имплантации дренажа Ahmed частота гипотонии составила 2%, дренажа Baerveldt — 13%. Было сделано заключение о более предпочтительном использовании дренажа Ahmed у пациентов с повышенным риском послеоперационной гипотонии, имеющих в анамнезе увеальную глаукому или предшествующую циклодеструкцию. У этих пациентов снижение выработки ВГЖ может вызвать гипотонию, если имеется избыточный отток через клапан, например, при использовании Baerveldt. Также исследование показало, что применение дренажей с более широким просветом концевых пластин приводит к более выраженному снижению уровня ВГД. Авторы статьи объясняют более стойкую гипотонию при использовании дренажа Baerveldt тем, что в течение первых 4–6 нед. наличие небольшого просвета трубки имеет решающее значение для предотвращения ранней гипотонии и связанных с ней осложнений [21].

Развитие ГМ связано с нарушением равновесия между продукцией и оттоком ВГЖ. Избыточное образование водянистой влаги может быть неадекватным оттоку при иридоциклите или цилиохориоидальной отслойке [13, 22, 23]. С другой стороны, отток может превышать выработку ВГЖ после антиглаукомной операции [11, 12]. Ключевым компонентом патофизиологии гипотонии является воспаление,

при котором происходит снижение продукции ВГЖ и усиление увеосклерального оттока [24]. Исследования на животных показали, что воспаление было связано с повышенным уровнем простагландина F₂-альфа, что уменьшает плотность внеклеточного матрикса вокруг цилиарной мышцы и, как следствие, приводит к усилению увеосклерального оттока [25]. Gass объясняет механизм развития гипотонии следующим образом: коллапс склеры вызывает складчатость сетчатки и сосудистой оболочки. Хориоретинальные складки находятся в заднем полюсе, причем наиболее заметны в зоне макулы. В макулярной области они имеют радиальную от fovea направленность, а на периферии — часто линейную и ориентированы темпорально по направлению от диска зрительного нерва (ДЗН). Со временем складки становятся более выпуклыми, вызывая компрессию клеток пигментного эпителия в вершинах с последующим его истончением. Офтальмоскопически это выглядит как чередование светлых и темных полос [3].

Исследование M. Sacamoto показало, что снижение уровня ВГД после трабекулэктомии влияет на биометрические характеристики глаза: уменьшается переднезадняя ось глаза (ПЗО), увеличивается толщина хориоидеи, уменьшается радиус кривизны роговицы, тогда как никаких изменений в толщине центрального участка роговицы не происходит, независимо от развития ГМ. Величина уменьшения ПЗО при снижении ВГД составляла 0,7 мм и 0,18 мм для глаз с и без ГМ соответственно. Анализ показал, что при уменьшении ПЗО более 0,5 мм риск развития ГМ возрастал в 11,7 раза. Было выявлено ограниченное влияние утолщения хориоидеи на уменьшение ПЗО после трабекулэктомии (что составило примерно 17% от изменения ПЗО). Учитывая высокую связь между уменьшением ПЗО и возникновением ГМ, автор пришел к выводу, что развитию ГМ способствует коллапс склеры [26].

При биомикроскопии можно выявить отечность перипапиллярной хориоидеи, имитирующей отек зрительного нерва. Вполне вероятно, что он является результатом нарушенного аксоплазматического оттока, вызванного прогибом вперед решетчатой пластинки и сжатием аксональных волокон [25].

Снижение уровня ВГД может вызвать аномальную проницаемость капилляров сетчатки и увеличить риск развития кистозного макулярного отека и серозной отслойки сетчатки, что встречается достаточно редко [27]. Низкий уровень ВГД вызывает более высокий градиент гидростатического давления в сосудистой сети сетчатки, что обеспечивает перемещение жидкости во внеклеточные пространства. G.T. Kokame описал клинический случай, когда при нормализации ВГД отек макулы разрешился, согласно результатам оптической когерентной томографии (ОКТ) [27].

Клинически у пациентов можно наблюдать снижение центрального зрения, искажение предметов, относительную гиперметропическую рефракцию (за счет уменьшения ПЗО) [24]. S. Yun не выявил клинически значимую разницу в конечной остроте зрения и среднем отклонении при исследовании полей зрения на периметре Humphrey между послеоперационными пациентами с хронической гипотонией (34 глаза) и без таковой (34 глаза) [28].

Помимо ГМ существует много других причин снижения зрения в послеоперационном периоде. Costa et al. обследовали пациентов после глаукомной хирургии (508 глаз) с целью определить причину потери зрения. Спустя 3 мес. после хирургического лечения глаукомы в 8,3% случаев (42 глаза)

наблюдалось снижение зрения, основной причиной этого стало развитие ГМ [11]. Кроме того, ее причинами являлись прогрессирующая глаукома, эндофтальмит, кистозный макулярный отек, отек роговицы, складки десцеметовой оболочки и хроническая отслойка хориоидеи [29, 30].

ГМ вследствие травмы является серьезным осложнением, требующим тщательного контроля. Она может быть временной, когда снижается продукция ВГЖ при повреждении цилиарного тела, и постоянной, когда создан шунт для оттока водянистой влаги в супрахориоидальное пространство при циклодиализе. Было показано, что цилиохориоидальная отслойка, травматическая отслойка сетчатки и передняя пролиферативная ретинопатия связаны с гипотонией [31].

ДИАГНОСТИКА

Основными методами диагностики ГМ и оценки динамики патологических изменений являются ОКТ, УЗИ (дифференциальная диагностика и при трудностях визуализации глазного дна) и флюоресцентная ангиография (ФАГ). ОКТ позволяет диагностировать патологию у пациентов со сниженной остротой зрения и нормальной офтальмоскопической картиной глазного дна. D.L. Budenz описал 3 случая, когда ГМ была диагностирована только на ОКТ по характерным складкам сетчатки / сосудистой оболочки глаза [32]. Было высказано предположение, что у этих пациентов может быть субклиническая ГМ, которая не обнаруживается при осмотре глазного дна, но диагностируется при ОКТ. В этих случаях важен тщательный обзор всех В-сканов радиальной линии, поскольку складки сетчатки часто ориентированы по оси 0–180 градусов. L. Margot установил, что SD-ОКТ (спектральная ОКТ) с использованием трехмерного топографического картографирования обеспечивает большую чувствительность для диагностики ГМ и мониторинг по сравнению с TD-ОКТ (ОКТ, основанная на последовательном методе построения изображения) [33].

ФАГ также позволяет зарегистрировать хориоретинальные складки и дифференцировать хориоидальные складки от складок сетчатки. Характерно нерегулярное увеличение фоновой флюоресценции хориоидеи: гиперфлюоресцентные полосы соответствуют гребням хориоидальных складок, гипофлюоресцентные — впадинам складок. Возможна небольшая утечка красителя из капилляров ДЗН, но не из капилляров сетчатки [3].

Среди предрасполагающих факторов Fannin выделил мужской пол, близорукость и молодой возраст (менее 60 лет), используя исследование «случай — контроль» с участием 186 пациентов. Он предположил, что снижение склеральной ригидности может способствовать коллапсу склеры при гипотонии с формированием хориоретинальных складок [13, 15, 34]. Сахарный диабет и хориоидальные выпоты были связаны со снижением риска развития ГМ. Не до конца изучен механизм снижения риска развития макулопатии у пациентов с диабетом. J. Gass отметил, что хориоидальные выпоты редко возникают при ГМ; предполагалось, что они могут препятствовать ее развитию [3]. Возможно, это связано с тем, что более толстая и жесткая склера менее подвержена коллапсу при резком снижении ВГД. У пациента с относительно толстой и жесткой склерой больше вероятность развития хориоидального выпота в условиях гипотонии, что наблюдалось при гистопатоло-

гическом исследовании [35]. Авторами исследования было высказано предположение, что данная особенность строения выполняет защитную функцию при глазной гипотонии.

Предоперационное консультирование, оперативное и послеоперационное ведение пациентов с этими факторами риска проводится более тщательно. Для более надежного контроля ВГД используют большее количество швов, на склеральных лоскутах швы снимают постепенно, чтобы избежать внезапной гипотонии [15].

Лечение

Эффективное лечение ГМ зависит от своевременности определения и устранения ее причины. Задержка может привести к необратимым структурным изменениям в сетчатке и сосудистой оболочке и, как следствие, к потере зрения [7, 11]. Suñer отметил, что ГМ чаще всего возникала после лизиса шва при помощи лазера, гиперфильтрации фильтрационной подушки и проведения нидлинга [15]. Поскольку некоторые из этих манипуляций необходимы для послеоперационного контроля ВГД, предотвратить их применение довольно трудно.

Гиперфильтрация фильтрационной подушки является еще одной причиной развития ГМ после глаукомной операции. Консервативное лечение включает в себя конъюнктивальную компрессию — мягкие контактные линзы большого диаметра [36]. Также используют маломощный аргонный лазер [37], криотерапию [7, 11], трихлоруксусную кислоту [7], инъекции аутологичной крови [38] и местного фибринового клея [39].

Palmberg предложил стягивать конъюнктивальные швы на лоскуте склеры, чтобы исключить избыточную фильтрацию. Данная методика была успешно им применена у 44 пациентов (46 глаз) [40]. L. Quaranta для уменьшения фильтрации использовал компрессионные швы конъюнктивы, у 45 пациентов (64%) гипотония разрешилась, хотя этот метод был недостаточно эффективен у пациентов с диффузной фильтрационной подушкой (более 360°) [41].

Для контроля избыточной фильтрации альтернативным стал метод ревизии лоскута склеры: повторное открытие конъюнктивального разреза за фильтрационной подушкой и восстановление склерального лоскута двумя рядами швов. Первый ряд накладывали для достижения давления 8–12 мм рт. ст., а второй — для повышения давления до 20–25 мм рт. ст. Уровень ВГД при этом оставался достаточно высоким для расправления хориоретинальных складок. Через 1–6 нед. (после устранения складок) второй ряд швов удаляли для достижения конечного целевого давления. 8 (89%) из 9 пациентов достигли остроты зрения 20/30 или выше, а средний уровень ВГД через 15 мес. составил $14,5 \pm 4,0$ мм рт. ст. [15].

C. Green пишет, что после трабекулэктомии склера может стать рыхлой и представлять трудности при проведении оперативного вмешательства, особенно при применении ММ [42].

L. Coutinho представил клинический случай развития макулопатии в раннем послеоперационном периоде у женщины с ювенильной глаукомой. Во время операции был применен ММ. В раннем послеоперационном периоде у нее наблюдали гиперфильтрацию с последующим развитием ГМ, не поддающейся консервативному лечению. Была проведена хирургическая ревизия с удалением лоскута склеры и трансплантацией конъюнктивы с удов-

летворительным результатом и разрешением ГМ. Через 2 года у пациентки появились жалобы на низкую остроту зрения прооперированного глаза. Во время обследования у нее отметили плоскую и бессосудистую фильтрационную подушку, положительную пробу Зейделя, уровень ВГД при этом составлял 5 мм рт. ст., на глазном дне были выявлены хориоретинальные складки. Была проведена новая ревизия трабекулэктомии. Свищ закрывали пластырем коллагеновой мембраны, полученной из бычьего перикарда. Через 2 мес. уровень ВГД составил 15 мм рт. ст. без признаков гиперфильтрации и изменений на глазном дне, острота зрения составила 20/20. После 8 мес. наблюдения ВГД оставалось стабильным без каких-либо жалоб [43].

S. Kurtz и I. Leibovitch был предложен метод введения в переднюю камеру газа СЗФ8 пациентам (3 глаза), у которых послеоперационный период осложнился развитием гипотонии. Во всех случаях гипотония разрешилась без осложнений [44]. Friedman и Mahootchi применили интравитреальную инъекцию 0,25 мл газообразного перфторпропана пациенту с гипотонией, рефрактерной к консервативному лечению. Через 9 дней после введения газ расширился до 30% полости стекловидного тела. ВГД поднялось до 10 мм рт. ст., острота зрения улучшилась с 20/200 до 20/30, исчезли хориоретинальные складки. Через 3 мес. острота зрения стала прежней. Предполагаемый механизм — газовая окклюзия области фильтрации и реактивное воспаление, которое инициировало образование рубцов или тампонаду в месте небольшой цилиохориоидальной отслойки [45].

Известен способ хирургического лечения гипотонии в результате фистулизирующих операций: ревизия зоны операции, пластика тканей путем наложения дополнительных швов на склеральный лоскут и трепанационное отверстие [38].

Д.И. Иванов и М.Е. Никулин провели ретроспективное рандомизированное исследование результатов комбинированных операций по поводу глаукомы и катаракты в срок не менее 5 лет. Из ранних послеоперационных осложнений достоверно чаще встречались гипотония и ранняя гипертензия. Однако сравнительный анализ показал, что отдаленные результаты (гипотензивный эффект и острота зрения) после комбинированных операций, включающих факэмульсификацию с трабекулотомией *ab interno* или с микроинвазивной непроникающей глубокой склерэктомией, не имеют статистически достоверных отличий. Однако пациентам с непроникающей глубокой склерэктомией для достижения длительной компенсации ВГД в подавляющем большинстве случаев (до 70%) требуется лазерная десцеметогониопунктура, при несвоевременном проведении которой глаукомный процесс может прогрессировать [46].

В 2012 г. получен патент на изобретение «Способ хирургического лечения гипотонии глаза, возникающей как осложнение после фистулизирующих операций при глаукоме». Авторы предложили осуществлять пластику фильтрующей зоны, которая заключается в закрытии фистулы со стороны передней камеры прикорневой зоной радужки путем подшивания ее к передней стенке угла передней камеры. Для этого используют транссклеральный подход, причем первый швол иглы проводится в иридокорнеальный угол около фистулы, затем накладывают шов по дугообразной траектории вдоль верхнего края фистулы и заканчивают в иридокорнеальном углу с другой стороны фистулы, при этом применяют непрерывный шов, у которого каждый последующий стежок частично перекрывает предыдущий. Способ позволяет быстро

и надежно нормализовать ВГД, что помогает уберечь глаза пациентов от безвозвратной потери зрения [47].

Duker и Schuman выполнили пациенту витрэктомия *pars plana* с введением 1 мл перфторфенантрена, который представляет собой тяжелую перфторуглеродную жидкость. ВГД во время операции поднимали до 50 мм рт. ст. в течение приблизительно 10 мин, а затем жидкость удаляли. Через 6 нед. после операции острота зрения пациента улучшилась с 20/200 до 20/20 с сохранением минимальных хориоретинальных складок. Через 9 мес. складки хориоидеи исчезли, острота зрения составляла 20/25 [48].

В 2015 г. Д.И. Ивановым и Е.Д. Ивановой получен патент на изобретение «Способ хирургического лечения гипотонии глаза, возникающей как осложнение после фистулизирующих операций при глаукоме». Авторы предложили проводить тампонаду фистулы собственной тканью глаза. В качестве тампонирующей ткани предложено использовать теноновую оболочку, которую следует забирать в зоне свода путем иссечения фрагмента. Данный способ позволяет надежно закрывать фистулы, обеспечивая при этом стойкую нормализацию уровня ВГД и снижение операционных осложнений. Это достигается за счет использования собственной теноновой оболочки диаметром, превышающим размер фистулы, забора ее в области свода, что позволяет избежать прорезывания швов за счет отсутствия натяжения ткани склеры [49].

В 2017 г. теми же авторами запатентован новый «Способ хирургического лечения гипотонии глаза, возникающей как осложнение после фистулизирующих операций при глаукоме». Операция выполняется в 2 этапа. На первом этапе тампонируют фистулу со стороны передней камеры, на втором — выполняют трабекулотомия *ab interno* на протяжении 3–4 ч с использованием ирригационного трабекулотома. При наличии отслойки сосудистой оболочки после тампонирования фистулы и трабекулотомии проводят дренирование супрахориоидального пространства с выпуском жидкости наружу. Способ позволяет обеспечить стойкую нормализацию ВГД, снижение операционных и послеоперационных осложнений, достижение высокой остроты зрения [50].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ГМ — довольно редкое осложнение, частота которого увеличилась с ростом числа антиглаукомных операций. К основным факторам риска относят молодой возраст, мужской пол, миопию, первичную глаукомную операцию с применением антимаболита. Основными методами диагностики и оценки динамики патологических изменений являются УЗИ (дифференциальная диагностика и при трудностях визуализации глазного дна), ФАГ, позволяющая зарегистрировать хориоретинальные складки и дифференцировать их от складок сетчатки, и ОКТ. Установлено, что SD-OCT с использованием трехмерного топографического картографирования обеспечивает большую чувствительность для диагностики ГМ и мониторинг по сравнению с TD-OCT. Наибольший эффект имеют хирургические способы коррекции: ревизия склерального лоскута, витрэктомия с перфторуглеродным газом, тампонирование фистулы с последующей трабекулотомией *ab interno*. Своевременное и правильное выявление причины гипотонии является залогом успешного лечения ГМ.

Литература/References

1. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y. et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014;121(11):2081–2090. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
2. Статистический сборник Министерства здравоохранения РФ за 2017 год. (Электронный ресурс). URL: <https://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god>. Дата обращения: 17.07.2019.
3. Gass J. Hypotonous maculopathy. In: Contemporary ophthalmology: honoring Sir Steward Duke-Elder. Bellows J, editor. Baltimore: Williams and Wilkins, 1972.
4. Dellaporta A. Fundus changes in postoperative hypotony. *Am J Ophthalmol*. 1955;40(6):781–785. DOI: 10.1016/0002-9394(55)91105-3.
5. Pederson J.E. Ocular hypotony. *Trans Ophthalmol Soc U.K.* 1986;105(Pt 2):220–226.
6. Schubert H.D. Postsurgical hypotony: relationship to fistulization, inflammation, chorioretinal lesions, and the vitreous. *Surv Ophthalmol*. 1996;41(2):97–125. DOI: 10.1016/S0039-6257(96)80001-4.
7. Nuyts R.M., Greve E.L., Geijssens H.C., Langerhorst C.T. Treatment of hypotonous maculopathy after trabeculectomy with mitomycin C. *Am J Ophthalmol*. 1994;118(3):322–331. DOI: 10.1016/s0002-9394(14)72956-3.
8. Tsai J.C., Chang H.W., Kao C.N. et al. Trabeculectomy with mitomycin C versus trabeculectomy alone for juvenile primary open-angle glaucoma. *Ophthalmologica*. 2003;217(1):24–30. DOI: 10.1159/000068250.
9. Kitazawa Y., Suemori-Matsushita H., Yamamoto T., Kawase K. Low-dose and high-dose mitomycin trabeculectomy as an initial surgery in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology*. 1993;100(11):1624–1628. DOI: 10.1016/S0161-6420(93)31426-0.
10. Bindlish R., Condon G.P., Schlosser J.D. et al. Efficacy and safety of mitomycin-C in primary trabeculectomy: five-year follow-up. *Ophthalmology*. 2002;109(7):1336–1341; discussion 1341–1332. DOI: 10.1016/S0161-6420(02)01069-2.
11. Costa V.P., Wilson R.P., Moster M.R. et al. Hypotony maculopathy following the use of topical mitomycin C in glaucoma filtration surgery. *Ophthalmic Surg*. 1993;24(6):389–394. PMID: 8336889.
12. Rasheed el S. Initial trabeculectomy with intraoperative mitomycin-C application in primary glaucomas. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1999;30(5):360–366. DOI: 10.3928/1542-8877-19990501-07.
13. Fannin L.A., Schiffman J.C., Budenz D.L. Risk factors for hypotony maculopathy. *Ophthalmology*. 2003;110(6):1185–1191. DOI: 10.1016/S0161-6420(03)00227-6.
14. Mietz H., Jacobi P.C., Krieglstein G.K. Intraoperative episcleral versus postoperative topical application of mitomycin-C for trabeculectomies. *Ophthalmology*. 2002;109(7):1343–1349. DOI: 10.1016/S0161-6420(02)01101-6.
15. Suner I.J., Greenfield D.S., Miller M.P. et al. Hypotony maculopathy after filtering surgery with mitomycin C. Incidence and treatment. *Ophthalmology*. 1997;104(2):207–214. DOI: 10.1016/S0161-6420(97)30332-7.
16. Costa V.P., Arcieri E.S. Hypotony maculopathy. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007;85(6):586–597. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2007.00910.x.
17. Green E., Wilkins M., Bunce C., Wormald R. 5-Fluorouracil for glaucoma surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(2):CD001132. DOI: 10.1002/14651858.CD001132.pub2.
18. Cabourne E., Clarke J.C., Schlottmann P.G., Evans J.R. Mitomycin C versus 5-Fluorouracil for wound healing in glaucoma surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(11):CD006259. DOI: 10.1002/14651858.CD006259.pub2.
19. Rulli E., Biagioli E., Riva I. et al. Efficacy and safety of trabeculectomy vs nonpenetrating surgical procedures: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2013;131(12):1573–1582. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2013.5059.
20. Gedde S.J., Herndon L.W., Brandt J.D. et al. Tube Versus Trabeculectomy Study Group. Postoperative complications in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study during five years of follow-up. *Am J Ophthalmol*. 2012;153(5):804–814. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.10.024.
21. Budenz D.L., Barton K., Gedde S.J. et al. Ahmed Baerveldt Comparison Study Group. Five-year treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt comparison study. *Ophthalmology*. 2015;122(2):308–316. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.08.043.
22. Kato T., Hayasaka S., Nagaki Y., Matsumoto M. Management of traumatic cyclodialysis cleft associated with ocular hypotony. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1999;30(6):469–472. DOI: 10.3928/1542-8877-19990601-10.
23. Toris C.B., Pederson J.E. Aqueous humor dynamics in experimental iridocyclitis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1987;28(3):477–481. PMID: 3557859.
24. Tran V.T., Mermoud A., Herbolt C.P. Appraisal and management of ocular hypotony and glaucoma associated with uveitis. *Int Ophthalmol Clin*. 2000;40(2):175–203. DOI: 10.1097/00004397-200004000-00014.
25. Mermoud A., Baerveldt G., Minckler D.S., Rao N.A. Prostaglandins E2 and F2-alpha in uveitic glaucoma in the Lewis rat. *Klin Monbl Augenheilkd*. 1995;206(5):409–412. DOI: 10.1055/s-2008-1035477.
26. Sakamoto M., Matsumoto Y., Mori S. et al. Excessive scleral shrinkage, rather than choroidal thickening, is a major contributor to the development of hypotony maculopathy after trabeculectomy. *PLoS One*. 2018;13(1):e0191862. DOI: 10.1371/journal.pone.0191862.
27. Kokame G.T., de Leon M.D., Tanji T. Serous retinal detachment and cystoid macular edema in hypotony maculopathy. *Am J Ophthalmol*. 2001;131(3):384–386. DOI: 10.1016/S0002-9394(00)00794-7.
28. Yun S.T., Chua B., Clement C.I. Outcomes of chronic hypotony following trabeculectomy. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015;43(5):485–487. DOI: 10.1111/ceo.12481.

29. Edmunds B., Thompson J.R., Salmon J.F., Wormald R.P. The National Survey of Trabeculectomy. III. Early and late complications. *Eye (Lond)*. 2002;16(3):297–303. DOI: 10.1038/sj.eye.6700148.
30. Hatton M.P., Perez V.L., Dohlman C.H. Corneal oedema in ocular hypotony. *Exp Eye Res*. 2004;78(3):549–552. DOI: 10.1016/j.exer.2003.06.003.
31. Ding C., Zeng J. Clinical study on Hypotony following blunt ocular trauma. *Int J Ophthalmol*. 2012;5(6):771–773. DOI: 10.3980/j.issn.2222–3959.2012.06.21.
32. Budenz D.L., Schwartz K., Gedde S.J. Occult hypotony maculopathy diagnosed with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol*. 2005;123(1):113–114. DOI: 10.1001/archoph.123.1.113.
33. Goodkin M.L., Grewal D.S., Greenfield D.S. Three-dimensional high-speed optical coherence tomography for diagnosis of hypotony maculopathy after glaucoma filtration surgery. *J Glaucoma*. 2010;19(6):349–355. DOI: 10.1097/IJG.0b013e3181bd59c.
34. Jampel H.D., Pasquale L.R., Dibernardo C. Hypotony maculopathy following trabeculectomy with mitomycin C. *Arch Ophthalmol*. 1992;110(8):1049–1050. DOI: 10.1001/archoph.1992.01080200029011.
35. Uyama M., Takahashi K., Kozaki J. et al. Uveal effusion syndrome: clinical features, surgical treatment, histologic examination of the sclera, and pathophysiology. *Ophthalmology*. 2000;107(3):441–449. DOI: 10.1016/S0161-6420(99)00141-4.
36. Blok M.D., Kok J.H., van Mil C. et al. Use of the Megasoft Bandage Lens for treatment of complications after trabeculectomy. *Am J Ophthalmol*. 1990;110(3):264–268. DOI: 10.1016/S0002-9394(14)76342-1.
37. Baum M., Weiss H.S. Argon laser closure of conjunctival bleb leak. *Arch Ophthalmol*. 1993;111(4):438. DOI: 10.1001/archoph.1993.01090040028016.
38. Smith M.F., Magauran R.G., 3rd, Betchkal J., Doyle J.W. Treatment of postfiltration bleb leaks with autologous blood. *Ophthalmology*. 1995;102(6):868–871. DOI: 10.1016/S0161-6420(95)30941-4.
39. Asrani S.G., Wilensky J.T. Management of bleb leaks after glaucoma filtering surgery. Use of autologous fibrin tissue glue as an alternative. *Ophthalmology*. 1996;103(2):294–298. DOI: 10.1016/S0161-6420(96)30701-X.
40. Palmberg P., Zacchei A. Compression sutures — a new treatment for leaking or painful filtering blebs. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 1996;37(3):S444.
41. Quaranta L., Riva I., Floriani I.C. Outcomes of using a sutureless bovine pericardial patch graft for Ahmed glaucoma valve implantation. *Eur J Ophthalmol*. 2013;23(5):738–742. DOI: 10.5301/ejo.5000260.
42. Green C.M., Salim S., Edward D.P. et al. The Ophthalmology Surgical Competency Assessment Rubric for Trabeculectomy. *J Glaucoma*. 2017;26(9):805–809. DOI:10.1097/IJG.0000000000000723.
43. Coutinho I., Silva D., Mota M. et al. Reconstruction of delayed scleral flap melting with bovine pericardium after trabeculectomy with mitomycin C. *GMS Ophthalmol Cases*. 2017;7:Doc15. DOI: 10.3205/oc000066.
44. Kurtz S., Leibovitch I. Combined perfluoropropane gas and viscoelastic material injection for anterior chamber reformation following trabeculectomy. *Br J Ophthalmol*. 2002;86(11):1225–1227. DOI: 10.1136/bjo.86.11.1225.
45. Friedman S.M., Mahootchi A. The use of intravitreal gas for the treatment of ocular hypotony after glaucoma filtration surgery. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2006;37(3):234–235. DOI: 10.3928/15428877-2006-05.
46. Иванов Д.И., Никулин М.Е. Сравнительный анализ результатов трабекулотомии аб интрерно и микроинвазивной непроникающей глубокой склерэктомии в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2016;15(1):52–60. [Ivanov D.I., Nikulin M.E. Comparative analysis of ab interno trabeculectomy and microinvasive nonpenetrative deep sclerectomy as a hypotensive component in combined surgery of cataract and glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2016;15(1):52–60 (in Russ.).]
47. Иванов Д.И., Кремешков М.В. Патент № 2445052. Способ хирургического лечения гипотонии глаза, возникающей как осложнение после фистулизирующих операций при глаукоме. Опубликовано 20.03.2012. [Ivanov D.I., Kremeshkov M.V. Patent 2445052. Surgical treatment of eye hypotony, appearing as a complication of fistulizing glaucoma surgery. Published 20.03.2012 (in Russ.).]
48. Duker J.S., Schuman J.S. Successful surgical treatment of hypotony maculopathy following trabeculectomy with topical mitomycin C. *Ophthalmic Surg*. 1994;25(7):463–465. DOI: 10.3928/1542-8877-19940701-10.
49. Иванов Д.И., Иванова Е.Д. Патент № 2550721. Способ хирургического лечения гипотонии глаза, возникающей как осложнение после фистулизирующих операций при глаукоме. Опубликовано 10.05.2015. [Ivanova D.I., Ivanova E.D. Patent 2550721. Surgical treatment of eye hypotony, appearing as a complication of fistulizing glaucoma surgery. Published 10.05.2015 (in Russ.).]
50. Иванов Д.И., Иванова Е.Д. Патент № 2614108. Способ хирургического лечения гипотонии глаза, возникающей как осложнение после фистулизирующих операций при глаукоме. Опубликовано 22.03.2017. [Ivanova D.I., Ivanova E.D. Patent 2614108. Surgical treatment of eye hypotony, appearing as a complication of fistulizing glaucoma surgery. Published 22.03.2017 (in Russ.).]

Сведения об авторах:

Еричев Валерий Петрович — д.м.н., профессор, заведующий отделом глаукомы, ORCID iD 0000-0001-6842-7164;

Петров Сергей Юрьевич — д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела глаукомы, ORCID iD 0000-0001-6922-0464;

Орехова Наталия Александровна — ординатор, ORCID iD 0000-0003-3651-9667;

Эльмурзаева Лайла Хамзатовна — врач-офтальмолог, аспирант, ORCID iD 0000-0001-8154-9609.

ФГБНУ «НИИГБ». 119021, Россия, г. Москва, ул. Россолимо, д. 11а.

Контактная информация: Орехова Наталия Александровна, e-mail: ore.nataliya@mail.ru.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** Статья поступила 10.08.2019.

About the authors:

Valery P. Erichev — MD, PhD, Professor, Head of Glaucoma Department, ORCID iD 0000-0001-6842-7164;

Sergey Yu. Petrov — MD, PhD, Leading Research Associate of Glaucoma Department, ORCID iD 0000-0001-6922-0464;

Nataliya A. Orekhova — resident, ORCID iD 0000-0003-3651-9667;

Laila Kh. Elmurzaeva — ophthalmologist, postgraduate, ORCID iD 0000-0001-8154-9609.

Scientific Research Institute of Eye Diseases. 11a, Rossolimo str., Moscow, 119021, Russian Federation.

Contact information: Nataliya A. Orekhova, e-mail: ore.nataliya@mail.ru. **Financial Disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned. **There is no conflict of interests.** Received 10.08.2019.