https://doi.org/10.17116/oftalma20171336126-130

Клапан Ахмеда в хирургии глаукомы

М.М. БИКБОВ, И.И. ХУСНИТДИНОВ

ГБУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан», ул. Пушкина, 90, Уфа, 450008, Российская Федерация

Представлен обзор источников литературы по применению клапана Ахмеда в хирургии глаукомы. В частности, приведены данные эффективности клапана Ахмеда, экспериментального и гистологического исследований инкапсуляции фильтрационной подушки, применения антиметаболитов и анти-VEGF-препаратов, техники имплантации. Представлено современное состояние оценки систем доставки антиметаболитов в составе клапана Ахмеда. В статье описаны различные осложнения, встречающиеся на практике, и меры профилактики.

Ключевые слова: *клапан Ахмеда, антиметаболиты, послеоперационные осложнения.*

Ahmed valve in glaucoma surgery

M.M. BIKBOV, I.I. KHUSNITDINOV

Ufa Eye Research Institute, Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, 90 Pushkin St., Ufa, Russian Federation, 450008

This is a review on Ahmed valve application in glaucoma surgery. It contains, in particular, data on the Ahmed valve efficiency, results of experimental and histological studies of filtering bleb encapsulation, examines the use of antimetabolites and anti-VEGF agents, and discusses implantation techniques. The current appraisal of antimetabolites delivery systems integrated into the Ahmed valve is presented. Various complications encountered in practice and preventive measures are also covered.

Keywords: *Ahmed valve, antimetabolites, postoperative complications.*

Актуальной проблемой является лечение рефрактерной, т.е. резистентной к традиционному лечению, глаукомы. Одним из основных направлений хирургического лечения рефрактерной глаукомы (РГ) в настоящее время является широкое использование дренажей [1]. Дренажные операции, принцип которых был предложен в 1912 г. A. Zorab [2], в хирургии РГ известны давно. Для клинического применения доступны следующие клапанные и бесклапанные дренажные устройства: Molteno («Molteno Ophthalmic Ltd», Новая Зеландия), Baerveldt («Advanced Medical Optics», США), Ahmed («New World Medical Inc.», США) и Krupin («Hood Laboratories», США). Среди перечисленных дренажных устройств наиболее часто применяемыми являются имплантаты Ahmed (Ахмед) и Baerveldt [3].

Эффективность клапана Ахмеда

Клапан Ахмеда представлен в 1993 г. как первое дренажное устройство с однонаправленным клапанным механизмом, способствующим предотвращению послеоперационной гипотонии [4]. В настоящее время наиболее популярны 2 типа клапана Ахмеда, которые отличаются по площади их поверхностей: FP8 (96 мм^2) используется у детей и FP 7 (184 мм^2) обычно применяется у взрослых.

Выдвинута гипотеза, что дренажные устройства с большим корпусом увеличивают площадь инкапсуляции и тем самым обеспечивают высокую степень снижения внутриглазного давления (ВГД) [5]. K. Koh и соавт. [6] не отметили существенной разницы в эффективности при имплантации FP8 и FP7: при 3-летнем сроке наблюдения эффективность составила 79,2 и 72,7% соответственно, что было сопоставимо с данными других исследований. В глазах у взрослых пациентов модель FP7 клапана Ахмеда является предпочтительной. Однако у пациентов с малыми переднезадними размерами глаз или при наличии рубцовых изменений конъюнктивы, субконъюнктивального пространства вследствие предыдущих глазных операций, воспалительных заболеваний глаз имплантация клапана Ахмеда (ИКА) модели FP7 является сложной задачей. В таких глазах большой имплантат может привести к различным осложнениям, таким как экструзия и расхождение краев операционной раны [7]. В данных случаях применяется модель FP8.

ИКА считается эффективным методом лечения пациентов с рефрактерной глаукомой. По данным разных авторов, успех операции варьирует в широком диапазоне — от 43 до 83,6% [8—13]. Так, A. Cole-

© М.М. Бикбов, И.И. Хуснитдинов, 2017

Для корреспонденции:
Хуснитдинов Ильнур Ильдарович — канд. мед. наук, зав. 2-м микрохирургическим отд-нием
e-mail: husnitdinov.ilnu@mail.ru

man и соавт. [4] (США) определили эффективность ИКА в 78% случаев по прошествии 12 мес после операции. C. Hu и соавт. [14] изучили ИКА у пациентов из Кореи при 6-месячном сроке наблюдения и установили ее результативность в 80% случаев. J. Das и соавт. [15] сообщили, что эффективность ИКА в Индии спустя 12 мес после операции составляет 53% случаев и через 24 мес — 43%. M. Shah и соавт. [16] провели анализ результатов ИКА у взрослого арабского населения с рефрактерной глаукомой в Омане и сообщили о 12% абсолютной и 78% относительной успешности компенсации ВГД в сроки наблюдения до 6 мес. K. Ishida и P. Netland [17] отметили, что пациенты афроамериканской расы чаще сталкивались с отсутствием эффекта от ИКА, особенно при неоваскулярной и ранее оперированной глаукоме. В целом, по данным литературы, эффективность трубчатых дренажных устройств снижается примерно на 10% в течение 1 года и, таким образом, к 5 годам наблюдения имплантаты работают в 50% случаев [18, 19].

Инкапсуляция фильтрационной подушки

Эффективность шунтирующей хирургии глаукомы во многом зависит от формирования полупроницаемой капсулы вокруг корпуса дренажных устройств, которая определяет скорость резорбции внутриглазной жидкости и тем самым — степень снижения ВГД [5]. К поздним осложнениям ИКА относят формирование инкапсулированной кисты фильтрационной подушки, частота которой, по данным разных авторов, варьирует от 5 до 30% в зависимости от срока наблюдения и отбора пациентов [20—23]. Так, по данным ретроспективного анализа F. Lima и соавт. [13], инкапсулированная киста после ИКА сформировалась в 14,7% случаев. J. Lai и соавт. [23] сообщили, что среди 65 глаз после ИКА в 16 случаях сформировались инкапсулированные фильтрационные подушки, что составило 24,6%.

Причины избыточного рубцевания и инкапсуляции фильтрационной подушки полностью не изучены. Считается, что процесс формирования инкапсулированных фильтрационных подушек во многом зависит от свойств самого имплантата, а именно — от размера, формы, поверхности биоматериала, которые приводят к адгезии и пролиферации фибробластов [24]. По данным литературы, стенка капсулы в случаях с неудачной ИКА макроскопически толще по сравнению со стенкой инкапсулированной фильтрационной подушки после трабекулэктомии. Однако гистологически между ними разницы нет [25]. Известно, что стенка инкапсулированной фильтрационной подушки после ИКА макроскопически и гистологически разделена на два слоя. Наружная поверхность грубо васкуляризирована, тогда как внутренняя поверхность гладкая за счет плотно упакованных волокон сжатого коллагена и активированных миофибробластов [20, 26]. Недавние исследования фильтрационной подушки, проведенные методом оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза, установили, что после успешной ИКА стенка фильтрационной подушки значительно тоньше по сравнению с таковой при неэффективной имплантации [27].

J. Lee и соавт. провели гистологическое исследование фиброзной капсулы вокруг клапана Ахмеда, имплантированного с амниотической мембраной на кроличьих глазах. В контрольной группе фиброзная капсула состояла из компактных коллагеновых волокон с минимальной васкуляризацией. Напротив, в исследуемой группе фиброзная капсула, слой миофибробластов были значительно тоньше и имели более дезорганизованные коллагеновые волокна. Таким образом, авторы установили, что дополнительная амниотическая мембрана может уменьшить риск инкапсуляции и снижения оттока внутриглазной жидкости за счет формирования рыхлой тонкой капсулы вокруг клапана Ахмеда [28].

Антиметаболиты и анти-VEGF-препараты

Использование антиметаболитов может значительно ингибировать фиброз и широко применяется при фистулизирующей и дренажной хирургии глаукомы [29, 30]. В то же время ряд авторов сообщают об отсутствии эффективности применения митомицина С (ММС) при ИКА в краткосрочных и среднесрочных периодах наблюдения [31]. Известна новая методика профилактики формирования инкапсулированной подушки у пациентов с рефрактерной глаукомой после ИКА. В новой технике пластина клапана оборачивается тонким слоем салфетки, смоченной в ММС (0,25—0,33 мг/мл), а потом размещается в зоне имплантации с последующим удалением салфетки в течение 2—5 мин и промыванием операционного поля сбалансированным солевым раствором. Эффективность и инкапсуляция фильтрационной подушки по новой технике составила соответственно 89,5 и 2,6%, а в группе с традиционным методом — 70,7 и 19,5% [32].

По данным J. Alvarado и соавт. [29], применение трубчатых имплантатов с вспомогательным использованием антиметаболитов как интраоперационно, так и в послеоперационном периоде в виде еженедельных инъекций в течение 5 нед повышает эффективность операции. Это связано с малой вероятностью формирования гипертензивной фазы, которая обычно протекает в промежутке от 3 нед до 6 мес, и меньшим числом послеоперационных осложнений. Однако повторные послеоперационные вмешательства неудобны и рискованны для пациента в связи с возможностью инфицирования через микроперфорации фильтрационной подушки после нидлинга.

Существует очевидная необходимость создания системы доставки лекарственных средств, которая может быть установлена интраоперационно и способна доставлять антиметаболиты в период заживления раны после имплантации дренажных устройств. E. Schoenberg и соавт. [33] провели исследование двух систем доставки лекарственных средств, интегрированных с клапаном Ахмеда, а именно небиодеградируемой поли(2-гидроксиэтил метакрилат)системы с ММС и биодеградируемой поли(молочная-ко-гликолевая кислота)системы с 5-фторурацилом. Авторы определили безопасную концентрацию и профиль высвобождения антиметаболитов, снижение толщины фильтрационной подушки и фиброзной капсулы.

T. Eid и соавт. [34] отметили позитивную роль интравитреального введения бевацизумаба (ИВВБ) в повышении эффективности шунтирующей хирургии неоваскулярной глаукомы (НВГ). Согласно данным некоторых исследований, ИВВБ в комбинации с ИКА у пациентов с НВГ снижает число геморрагических осложнений, однако эффективность клапана не зависит от ИВВБ: значения ВГД принципиально не отличались [35, 36]. H. Zhang и соавт. [37] исследовали эффективность среди 35 пациентов (35 глаз) с НВГ, которым перед ИКА осуществили ИВВБ. Эффективность составила 82,9, 74,1 и 71,0% в сроки 12, 24 и 36 мес соответственно. В другом источнике авторы провели сравнительное исследование между двумя группами пациентов с НВГ, которым перед ИКА осуществили ИВВБ и без него. В итоге эффективность через 12 мес после операции составила 84,0 и 64,3%, спустя 18 мес 80,0 и 53,6% соответственно. Предоперационное ИВВБ значительно снижает частоту гифемы. Неоваскуляризация радужки проходила после инъекции от 2 до 10 дней [38—40].

Техника имплантации и осложнения

Проведено сравнительное исследование эффективности ИКА в верхнем и нижнем секторах, которое показало одинаковую эффективность, однако больше осложнений отмечено при имплантации в нижнем секторе, а именно — косметический дискомфорт, прорезывания трубки, эндофтальмит, диплопия [41]. Авторы описали новую бесшовную фиксацию клапана Ахмеда с помощью цианакрилатного клея у 17 пациентов (17 глаз) с рефрактерной глаукомой. Эффективность клапана Ахмеда составила 82,2%, не отмечалось прорезывания трубки или дислокации клапана. Отмечены такие осложнения, как транзиторная гипертензия, гифема, в 4 случаях — ранняя послеоперационная гипотония, в 2 случаях — блокада трубки стекловидным телом: в одном случае разбита Nd:YAG лазером, во втором — проведена передняя витрэктомия [42].

Однако простая имплантация клапана вне зависимости от сектора операции часто вызывает тяжелые осложнения, такие как отслойка сосудистой оболочки, мелкая передняя камера, трансскле-ральное прорезывание трубки, дислокация клапана, гипотония, диплопия, декомпенсация роговицы, катаракта, внутриглазные кровоизлияния, в ряде случаев отслойка сетчатки, эндофтальмит [43—46].

По данным литературы [4, 45, 47] отслойка сосудистой оболочки после ИКА может развиваться в 8—22% случаев. Гипотония вследствие хориоидальной эффузии оказывает сильное повреждающее воздействие на глаз и приводит к потере зрения, снижает эффективность самой операции. Даже после успешной имплантации дренажного устройства у многих пациентов могут возникнуть осложнения в отдаленном послеоперационном периоде, в том числе за счет близкого расположения трубки к эндотелиальному слою [48] либо контакта трубки клапана Ахмеда с роговицей, который, по данным F. Topouzis и соавт. [49], встречается в 5% случаев. E. Lee и соавт. [50] исследовали динамику числа эндотелиоцитов после ИКА в течение 24 мес. Так, средняя потеря количества эндотелиоцитов после ИКА составила в течение 1 мес — 5,8%, через 6 мес — 11,5%, спустя 12 мес — 15,3%, через 18 мес — 16,6% и 24 мес — 18,6%. Наибольшая потеря эндотелиальных клеток составила 22,6% и отмечалась в области имплантированной трубки клапана, тогда как в центральной зоне роговицы потеря составила всего лишь 15,4% даже спустя 24 мес после операции.

В литературе встречается описание ретракции трубки клапана Ахмеда, которая развивается в долговременной перспективе и является редким осложнением. По данным F. Topouzis и соавт. [49], встречаемость данного осложнения составляет 1/31, тогда как D. Budenz и соавт. [3] сообщили о частоте 1/413 пациентов. Большее движение трубки объясняется ослаблением нерассасывающегося шовного материала, его постепенным провисанием, выраженной пролиферацией фибробластов вокруг пластины клапана [51].

Одним из известных осложнений ИКА является прорезывание трубки сквозь склеру и конъюнктиву. Ранее описана и трансроговичная дислокация трубки клапана Ахмеда [52]. Вероятность прорезывания трубки клапана через конъюнктиву может быть снижена покрытием трубки одним из видов трансплантата: склеры, твердой мозговой оболочки, фасции, перикарда и аутологичной склеры [53, 54]. Так, в одной из работ провели сравнительный анализ применения материалов для покрытия трубки дренажных устройств, донорской склеры, перикарда и твердой мозговой оболочки, который не выявил зависимости частоты прорезывания трубки клапана от ткани трансплантата [53]. Кроме того, в местах наложения швов для фиксации трансплантата возможно инфицирование и последующее расплавление с отторжением трансплан-та-

та. Большей безопасностью и эффективностью по сравнению с шовной фиксацией обладает фиксация трансплантата с помощью фибринового клея [55].

В основе проминирующего механизма прорезывания трубки клапана лежит воспалительное и/или иммунологически опосредованное расплавление собственных тканей либо донорского трансплантата и последующее механическое повреждение подлежащей трубкой клапана вышележащей конъюнктивы [56]. Оголившуюся трубку покрывают собственной конъюнктивой, донорской склерой, амниотической мембраной, слизистой оболочкой щеки и др. [57]. Однако, если эти методы оказываются безуспешными, то приходится эксплантировать клапан. Так, W. Hu и соавт. [58] описали 4 случая эксплантации клапана через 1,5—9 мес после операции в связи с эрозией конъюнктивы в 3 случаях и постоянной диплопии в 1 глазу.

Эндофтальмит является редким осложнением после имплантации дренажных устройств и встречается в 0,8—6,3% случаев [5, 59, 60]. В частности, Y. Morad и соавт. [60] сообщили о 3 случаях эндофтальмита после ИКА что в 2 случаях было связано с прорезыванием трубки и последующим инфицированием. Эксплантация имплантата, витрэктомия и интравитреальное введения антибиотиков способствовали купированию воспаления.

Таким образом, анализ данных литературы позволяет сделать вывод, что ИКА зарекомендовала себя эффективным методом хирургического лечения рефрактерной глаукомы, однако большое количество осложнений в отдаленном послеоперационном периоде требует динамического наблюдения данных пациентов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Глаукома. Национальное руководство*. Под ред. Егорова Е.А. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013. *Glaucoma. National guidance*. Ed. by Egorov EA. Moscow, GEOTAR-Media., 2013. (In Russ.)]
2. Zorab A. The reduction of tension in chronic glaucoma. *Ophthalmoscope*. 1912;10:258-261.
3. Budenz D, Barton K, Feuer W, Schiffman J, Costa V, Godfrey D, Buys YM. Treatment outcomes in the Ahmed Baerveldt Comparison Study after 1 year of follow-up. *Ophthalmology*. 2011;118:443-452. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.07.016
4. Coleman A, Hill R, Wilson M. et al. Initial clinical experience with the Ahmed glaucoma valve implant. *Am J Ophthalmol*. 1995;120:23-31.
5. Schwartz K, Lee R, Gedde S. Glaucoma drainage implants: a critical comparison of types. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17:181-189.
6. Koh K, Hwang Y, Jung J, Sohn Y, Kim H. Comparison of the outcome of silicone Ahmed glaucoma valve implantation with a surface area between 96 and 184 mm² in adult eyes. *Korean J Ophthalmol*. 2013;27(5):361-363. https://doi.org/10.3341/kjo.2013.27.5.361
7. Smith S, Starita R, Fellman R, Lynn J. Early clinical experience with the Baerveldt 350-mm2 glaucoma implant and associated extraocular muscle imbalance. *Ophthalmology.* 1993;100:914-918.
8. Бикбов М.М., Суркова В.К., Хуснитдинов И.И., Чайка О.В., Оренбуркина О.И., Джамантаева Ш.Д. Результаты применения дренажа Ahmed при рефрактерной глаукоме. *Клиническая офтальмология*. 2013;3:98-101. [Bikbov MM, Surkova VK, Khusnitdinov II, Chaika OV, Orenburkina OI, Dzamantaeva ShD. The results of the implantation of Ahmed glaucoma valve in refractory glaucoma. *Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2013; 3:98-101. (In Russ.)]
9. Аванесова Т.А., Гурьева Н.В., Жаворонков С.А., Олейник А.И., Егоров Е.А. Опыт применения дренажей Ahmed в хирургическом лечении рефрактерной глаукомы. *Клиническая офтальмология*. 2010;2:55-58. [Avanesova TA, Gur'eva NV, Zhavoronkov SA, Oleinik AI, Egorov EA. Experience of Ahmed glaucoma valve usage in surgical treatment of refractory glaucoma. *Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2010;2:55-58. (In Russ.)]
10. Хуснитдинов И.И., Бикбов М.М. Одномоментная факоэмульсификация катаракты с имплантацией клапана Ahmed у пациентов с рефрактерной глаукомой. *Вестник ОГУ*. 2015;187(12):270-272. [Khusnitdinov II, Bikbov MM. Simultaneous cataract phacoemulsification with implantation of Ahmed valve in patients with refractory glaucoma. *Vestn. OGU*. 2015;187(12):270-272. (In Russ.)]
11. Souza C, Tran DH, Loman J, et al. Long-term outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation in refractory glaucomas. *Am J Ophthalmol*. 2007;144:893-900.
12. Papadaki T, Zacharopoulos I, Pasquale L, Christen W, Netland P, Foster CS. Long-term results of Ahmed glaucoma valve implantation for uveitic glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2007;144:62-69.
13. Lima F, Magacho L, Carvalho D, Susanna R, Avila M. A prospective, comparative study between endoscopic cyclophotocoagulation and the Ahmed drainage implant in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2004;13:233-237.
14. Hu C, Lee Y, Hong Y. Ahmed glaucoma valve implant in refractory glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc*.1997;38:259-266.
15. Das J, Chaudhuri Z, Sharma P, Bhomaj S. The Ahmed glaucoma valve in refractory glaucoma:experiences in Indian eyes. *Eye (Lond)*. 2005;19(2):183-190.
16. Shah M, Khandekar R, Zutshi R, Mahrooqi R. Short term outcome of Ahmed glaucoma valve implantation in management of refractory glaucoma in a tertiary hospital in Oman. *Oman J Ophthalmol.* 2013;6(1):27-32. https://doi.org/10.4103/0974-620X.111905
17. Ishida K, Netland P. Ahmed glaucoma valve implantation in African American and white patients. *Arch Ophthalmol.* 2006;124(6):800-806.
18. Minckler D, Francis B, Hodapp E, Jampel H, Lin S, Samples J. et al. Aqueous shunts in glaucoma. A report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*. 2008;115:1089-1098. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.03.031
19. Бикбов М.М., Бабушкин А.Э., Чайка О.В., Хуснитдинов И.И., Оренбуркина О.И., Матюхина Е.Н. Лечение рефрактерной глаукомы с использованием клапанного дренажа AHMED. В кн.: *Глаукома на рубеже веков*. Казань; 2013:29-31. [Bikbov MM, Babushkin AE, Chaika OV, Khusnitdinov II, Orenburkina OI, Matyukhina EN. Treatment of refractory glaucoma with AHMED glaucoma valve. Sb. trudov nauch.-prakt. konf. *«Glaukoma na rubezhe vekov»* [Proceedings of the scientific-practical conference «Glaucoma at the turn of the century»]. Kazan; 2013:29-31. (In Russ.)]
20. Павлова О.Г., Николаенко В.П., Константинова Л.М. Инкапсуляция клапана Ahmed как основная причина неудач его имплантации. *Офтальмологические ведомости*. 2014;2(7):18-22. [Pavlova OG, Nikolaenko VP, Konstantinova LM. Encapsulation of the Ahmed valve as a main reason for the failure of his implant. *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2014;2(7):18-22. (In Russ.)] https://doi.org/10.17816/OV2014218-22
21. Расческов А.Ю., Лоскутов И.А. Оценка эффективности клинического применения дренажной системы Ahmed при рефрактерной глаукоме. *Офтальмология*. 2011;4:23-26. [Raschеskov AYu, Loskutov IA. Evaluation of the effectiveness of clinical application of the drainage system Ahmed for refractory glaucoma. *Oftal'mologiya*. 2011;4:23-26. (In Russ.)]
22. Бикбов М.М., Суркова В.К., Хуснитдинов И.И., Чайка О.В., Оренбуркина О.И. Хисматуллин Р.Р. Пятилетний опыт имплантации дренажа «Ahmed». *Новости глаукомы*. 2015;1(33):91-93. [Bikbov MM, Surkova VK, Khusnitdinov II, Chaika OV, Orenburkina OI, Khismatullin RR. The five-year experience of Ahmed glaucoma valve. *Novosti glaukomy*. 2015;1(33):91-93. (In Russ.)]

23. Lai J, Poon A, Chua J, Tham C, Leung A, Lam D. Efficacy and safety of the Ahmed glaucoma valve implant in Chinese eyes with complicated glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:718-721.

24. Hill R, Pirouzian A, Liaw L. Pathophysiology of and prophylaxis against late ahmed glaucoma valve occlusion. *Am J Ophthalmol*. 2000;129:608-612.

25. 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;26:265-270. https://doi.org/10.3341/kjo.2012.26.4.265

26. Thieme H, Choritz L, Hofmann-Rummelt C, Schloetzer-Schrehardt U, Kottler UB. 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

27. Jung K, Lim S, Park H, Park C. Visualization of blebs using anterior-segment optical coherence tomography after glaucoma drainage implant surgery. *Ophthalmology*. 2013;120:978-983. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2012.10.015

28. Lee J, Park W, Kim E, Yun I. Tissue response to implanted Ahmed glaucoma valve with adjunctive amniotic membrane in rabbit eyes. *Ophthalmic Res*. 2014;51(3):129-139. https://doi.org/10.1159/000357097

29. Alvarado J, Hollander D., Juster R, Lee L. Ahmed valve implantation with adjunctive mitomycin C and 5-fluorouracil: long-term outcomes. *Am J Ophthalmol*. 2008;146:276-284. https://doi.org/10.1016/j.ajo.2008.04.008

30. Lusthaus J, Kubay O, Karim R, Wechsler D, Booth F. Primary trabeculectomy with mitomycin C: safety and efficacy at 2 years. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2010;38:831-838. https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2010.02349.x

31. Расческов А.Ю., Лоскутов И.А. Оценка эффективности антиметаболитов при имплантации клапанной дренажной системы. *Глаукома*. 2012:1:42-47. [Raschеskov AYu, Loskutov IA. Evaluation of the practical significance of adjunctive mitomycin C and 5-fluorouracil in drainage valve surgery. *Glaukoma*. 2012:1:42-47. (In Russ.)]

32. Zhou M, Wang W, Huang W, Zhang X. Use of Mitomycin C to reduce the incidence of encapsulated cysts following Ahmed glaucoma valve implantation in refractory glaucoma patients: a new technique. *BMC Ophthalmol*. 2014;14:107. https://doi.org/10.1186/1471-2415-14-107

33. Schoenberg E, Blake A, F. Swann, Parlin A et al. Effect of two novel sustained-release drug delivery systems on bleb fibrosis: an in vivo glaucoma drainage device study in a rabbit model. *Transl Vis Sci Technol*. 2015;4(3):4. eCollection 2015.

34. Eid T, Radwan A, el-Manawy W, el-Hawary I. Intravitreal bevacizumab and aqueous shunting surgery for neovascular glaucoma: safety and efficacy. *Can J Ophthalmol*. 2009;44(4):451-456. https://doi.org/10.3129/i09-108

35. Zhou M, Xu X, Zhang X, Sun X. Clinical Outcomes of Ahmed Glaucoma Valve Implantation With or Without Intravitreal Bevacizumab Pretreatment for Neovascular Glaucoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Glaucoma*. 2016;25(7):551-557. https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000241

36. Sahyoun M, Azar G, Khoueir Z, Antoun J, Kourie H, Nehme J, Jalkh A. Long-term results of Ahmed glaucoma valve in association with intravitreal bevacizumab in neovascular glaucoma. *J Glaucoma*. 2015;24(5):383-388. https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000234

37. Zhang H, Yang Y, Xu Y, Yang R, Wang B, Hu J. Intravitreal bevacizumab and Ahmed glaucoma valve implantation in patients with neovascular glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2014;7(5):837-842. https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2014.05.18

38. Zhou M, Wang W, Huang W, Chen S, Li X, Gao X, Zhang X. Adjunctive with versus without intravitreal bevacizumab injection before Ahmed glaucoma valve implantation in the treatment of neovascular glaucoma. *Chin Med J (Engl)*. 2013;126(8):1412-1417.

39. Липатов Д.В., Чистяков Т.А. Использование клапана Ахмеда при вторичной рубеозной глаукоме. В кн.: *Глаукома: реальность и перспективы*. М.; 2008:52-56. [Lipatov DV, Chistjakov TA. [Using the Ahmed glaucoma valve for secondary neovascular glaucoma]. Sb. trudov nauch.-prakt. konf. *«Glaukoma: real'nost'i perspektivy»* [Proceedings of the scientific-practical conference «Glaucoma: reality and perspectives»]. Moscow; 2008: 52-56. (In Russ)]

40. Бикбов М.М., Суркова В.К., Хуснитдинов И.И., Оренбуркина О.И., Хисматуллин Р.Р., Чайка О.В. Роль дренажа Ahmed в хирургии рефрактерной глаукомы. Восток-Запад. *Точка зрения*. 2014;1:103-106. [Bikbov MM, Surkova VK, Khusnitdinov II, Orenburkina OI, Khismatullin RR, Chaika OV. [The role of the Ahmed glaucoma valve in surgery for refractory glaucoma]. *Vostok-Zapad. Tochka zreniya* [East-West. Point of view]. 2014; 1:103-106. (In Russ.)]

41. 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

42. García-Delpech S, Sanz-Marco E, Martinez-Castillo S, López-Prats MJ, Udaondo P, Salom D, Díaz-Llopis M. Ahmed valve, suture-less implantation: A new approach to an easier technique. *J Glaucoma*. 2013;22(9):750-756. https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318264ba4d

43. Чайка О.В., Хуснитдинов И.И., Суркова В.К., Бабушкин А.Э., Оренбуркина О.И. Хисматуллин Р.Р. Отдаленные результаты имплантации клапана Ahmed при рефрактерной глаукоме. Восток-Запад. *Точка зрения*. 2015;1:107-109. [Chaika OV, Khusnitdinov II, Surkova VK, Babushkin AE, Orenburkina OI, Khismatullin RR. [Long-term results of Ahmed glaucoma valve implantation for refractory glaucoma]. *Vostok-Zapad. Tochka zreniya* [East-West. Point of view]. 2015;1:107-109. (In Russ.)]

44. Hermann C, Pillunat K, Pillunat LE. Retinal hemorrhages after Ahmed glaucoma valve implantation. *Ophthalmologe*. 2013;110:978-981. https://doi.org/10.1007/s00347-012-2762-1

45. Павлова О.Г., Николаенко В.П., Константинова Л.М. Имплантация клапана Ahmed: интраоперационные и ранние послеоперационные осложнения. *Офтальмологические ведомости*. 2014;4(7):10-12. [Pavlova OG, Nikolaenko VP, Konstantinova LM. Ahmed valve implantation: intraoperative and early postoperative complications. *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2014;4(7):10-12. (In Russ.) https://doi.org/10.17816/OV2014410-12

46. Бикбов М.М., Бабушкин А.Э., Чайка О.В., Оренбуркина О.И., Хуснитдинов И.И. Об эффективности дренажной хирургии при рефрактерной глаукоме. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2015;3(86):81-86. [Bikbov MM, Babushkin AE, Chaika OV, Orenburkina OI, Khusnitdinov II. About the effectiveness of drainage in surgery of refractory glaucoma. *Oftal'mologiya. Vostochnaya Evropa*. 2015;3(86):81-86. (In Russ.)]

47. Хуснитдинов И.И., Суркова В.К., Чайка О.В., Оренбуркина О.И., Галеева А.Е., Хисматуллин Р.Р. Оценка результатов применения дренажа AHMED при рефрактерной глаукоме. В кн.: *Восток-Запад*. Уфа; 2013;214-216. [Khusnitdinov II, Surkova VK, Chaika OV, Orenburkina OI, Galeeva AE, Khismatullin RR. [Evaluation AHMED drainage application for refractory glaucoma]. *Sb. trudov nauch.-prakt. konf. «Vostok-Zapad»* [Proceedings of the scientific-practical conference «East-West»]. Ufa; 2013: 214-216. (In Russ.)]

48. Bersudsky V, Trevino A, Rumelt S. Management of endothelial decompensation because of glaucoma shunt tube touch by descemet membrane endothelial keratoplasty and tube revision. *Cornea*. 2011;30:709-711. https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e3181fb8378

49. Topouzis F, Coleman A, Choplin N, Bethlem M, Hill R, Yu F, et al. Follow-up of the original cohort with the Ahmed glaucoma valve implant. *Am J Ophthalmol*. 1999;128(2):198-204.

50. Lee E, Yun Y, Lee J, Yim J, Kim C. 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

51. Lloyd M, Baerveldt G, Nguyen Q, Minckler D. Long-term histologic studies of the Baerveldt implant in a rabbit model. *J Glaucoma*. 1996;5(5): 334-339.

52. Al-Torbak A, Edward DP. Transcorneal tube erosion of an Ahmed valve implant in a child. *Arch Ophthalmol*. 2001;119:1558-1559.

53. Smith M, Doyle J, Ticrney J. A comparison of glaucoma drainage implant tube coverage. *J Glaucoma*. 2002;11:143-147.

54. Ainsworth G, Rotchford A, Dua H, King A. A novel use of amniotic membrane in the management of tube exposure following glaucoma tube shunt surgery. *Br J Ophthalmol*. 2006;90:417-419.

55. Choudhari N, Neog A, Sharma A, Iyer G, Srinivasan B. Our experience of fibrin sealant-assisted implantation of Ahmed glaucoma valve. *Indian J Ophthalmol*. 2013;61:23-27. https://doi.org/10.4103/0301-4738.99976

56. Heuer DK, Budenz DL, Coleman A. Aqueous shunt tube erosion. *J Glaucoma*. 2001;10:493-496.

57. Low S, Rootman D, Rootman D, Trope G. Repair of eroded glaucoma drainage devices: Mid-term outcomes. *J Glaucoma*. 2012;21:619-622. https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182447d83

58. Hu W, Pro M, Fudemberg S, Moster M. Explantation of the novel Ahmed glaucoma valve M4 implant. *J Glaucoma*. 2015;24(2):1-4. https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000192

59. Gedde S, Scott I, Tabandeh H. et al. Late endophthalmitis associated with glaucoma drainage implants. *Ophthalmology*. 2001;108:1323-1327.

60. Morad Y, Donaldson C, Kim Y. et al. The Ahmed drainage implant in the treatment of pediatric glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2003;135:821-829.

Поступила 19.04.2016