

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

УДК 617.736

© Коллектив авторов, 2020

Б.М. Азнабаев^{1,2}, Т.И. Дибаяев^{1,2}, Г.М. Идрисова^{1,2}, Т.Н. Исмагилов^{1,2}, Р.Г. Мухаметов^{1,2}
**СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА РОЛЬ АКТИВНОЙ ИРРИГАЦИИ
 В ПРОФИЛАКТИКЕ ОСЛОЖНЕНИЙ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ**
¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Уфа
²ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

Факоэмульсификация – наиболее безопасная и эффективная методика лечения катаракты во всём мире. Одной из важных задач по обеспечению безопасности в катарактальной хирургии является минимизация негативного воздействия на ткани глаза резких перепадов внутриглазного давления вследствие нарушения баланса ирригации и аспирации. Данный обзор литературы посвящен медико-техническим разработкам, направленным на поддержание стабильности внутриглазного давления и снижение операционной травмы во время факоэмульсификации.

Ключевые слова: факоэмульсификация, активная ирригация, внутриглазное давление, аспирация.

B.M. Aznabaev, T.I. Dibaev, G.M. Idrisova, T.N. Ismagilov, R.G. Mukhametov
**A MODERN REVIEW OF THE ROLE OF ACTIVE IRRIGATION
 IN THE PREVENTION OF COMPLICATIONS AFTER PHACOEMULSIFICATION**

Phacoemulsification is the most safe and effective method of cataract treatment. One of the essential tasks for ensuring safety in cataract surgery is to avoid damaging effects on the eye tissue by sudden changes in intraocular pressure due to irregularity of the balance of irrigation and aspiration. This literature review is dedicated to medical and technical developments to achieve stability of intraocular pressure and reduce operational trauma during phacoemulsification.

Key words: phacoemulsification, active irrigation, intraocular pressure, aspiration.

Наиболее безопасным и эффективным методом лечения катаракты во всём мире является факоэмульсификация – операция, при которой хрусталик фрагментируется и эмульсифицируется под действием ультразвука [2,3].

Работа факоэмульсификатора основана на ультразвуковой и ирригационно-аспирационной системах. Ультразвуковая система необходима для фрагментации и аспирации вещества изменённого хрусталика, а ирригационно-аспирационная система обеспечивает интраоперационное внутриглазное давление за счет поддержания баланса притока ирригационной жидкости в переднюю камеру глаза и её оттока при удалении фрагментов хрусталика через аспирационную линию. Во время факоэмульсификации должна обеспечиваться стабильная внутренняя среда глаза с постоянством внутриглазного давления и минимальной операционной травмой [7,15].

Одной из существенных задач по обеспечению безопасности в катарактальной хирургии является исключение повреждающих воздействий на ткани глаза резких перепадов внутриглазного давления вследствие нарушения баланса ирригации и аспирации жидкости из передней камеры глаза [1].

В случае, когда наконечник факоэмульсификатора свободно проходит, уровень вакуума в аспирационной системе относительно низкий. В случае окклюзии наконечника фрагментами хрусталика вакуум повышается до

заданного хирургом предела. В определенный момент при “прорыве окклюзии” и прохождении фрагментов хрусталика далее в аспирационный канал вакуум в системе падает. В результате этого часть жидкости из передней камеры глаза устремляется в аспирационный канал, вызывая резкое падение внутриглазного давления вплоть до схлопывания передней камеры (“постокклюзионная волна”) [18].

Резкие колебания давления в передней камере глаза отрицательно сказываются на целостности эндотелиального покрова роговицы и задней капсулы хрусталика, а также могут усугубить течение сопутствующих заболеваний глаза (миопия высокой степени, глаукома) [4].

Для стабилизации внутриглазного давления во время операции может использоваться “активная” ирригация. Существуют различные способы ее реализации. Одним из них является применение воздушной помпы, с помощью которой в ирригационной ёмкости создаётся положительное давление, которое увеличивает ирригацию, возникающую при прорыве окклюзии, что уравнивает избыточную аспирацию из передней камеры, [5,17]. Такая технология широко используется разработчиками офтальмохирургического оборудования, например компаниями Bausch & Lomb, DORC, Abbott Medical Optics Inc. (ныне – Johnson&Johnson Surgical Vision Inc.), которыми были разработаны и запатентованы офтальмохирургические

системы со встроенным воздушным насосом для обеспечения активной ирригации [14,20].

Другой вариант основан на механическом сдавлении ирригационного пакета и применяется офтальмологическими компаниями Alcon Laboratories и Optikon.

Благодаря разработанному компанией Alcon механизму сдавления ёмкости с ирригационной жидкостью, который контролируется особыми датчиками, обеспечивая активное и дозированное поступление жидкости в переднюю камеру, создаются условия для поддержания стабильной внутриглазной среды [10,12].

Компанией Optikon используется ёмкость для ирригационной жидкости из мягкого материала, разделенная перегородкой на 2 камеры, одна из которых заполняется воздухом, а в соседней содержится стерильный физиологический раствор, который поступает в ирригационную магистраль под механическим давлением воздушной камеры [6].

В своих исследованиях две разные группы ученых во главе с Chaudhry P. (2010) и Gonen T. (2013) обнаружили, что использование активной ирригации при помощи нагнетания газа в ирригационную емкость снижает потери эндотелиальных клеток. Средняя потеря эндотелиоцитов в обоих упомянутых исследованиях была ниже в группе с активной ирригацией, чем в контрольной группе, в которой использовалась ирригация под действием силы гравитации [8,11].

Nicoli S.M et al. (2016) провели эксперимент, целью которого было сравнение способности офтальмохирургических систем с гравитационным и активным типами ирригации поддерживать целевое внутриглазное давление при различных скоростях аспирационного потока (от 0 до 60 см³/мин). В результате было выявлено, что системы с активным типом ирригации эффективнее поддерживают целевое внутриглазное давление в условиях меняющейся скорости аспирации [16].

Jensen J.D. et al. (2016) выполнили исследование, направленное на подбор оптимальных настроек при факоэмульсификации с

применением активной ирригации. Целевое внутриглазное давление устанавливалось в диапазоне от 30 до 110 мм рт.ст. (с интервалом в 10 мм рт.ст.), уровень вакуума – 500 мм рт.ст., скорость аспирации – 35 мл/мин, мощность ультразвука – 60% (от максимальной). В результате было выявлено повышение эффективности и сокращения времени фрагментации хрусталика при целевом внутриглазном давлении между 30 и 50 мм рт. ст. [13].

Chen M. et al. (2015) в своём исследовании отмечают снижение кумулятивной рассеянной энергии (в среднем на 38%) при применении во время факоэмульсификации офтальмохирургической системы с активной ирригацией по сравнению с аналогичной системой с гравитационным типом ирригации [9].

Solomon K.D. et al. (2016) на основании рандомизированного мультицентрового исследования сравнили параметры кумулятивной рассеянной энергии, времени аспирации и расхода ирригационной жидкости между системами с активной и гравитационной ирригациями при факоэмульсификации катаракты. Было обнаружено, что кумулятивная рассеянная энергия, расход ирригационной жидкости и время аспирации были значительно ниже при факоэмульсификации с активной ирригацией по сравнению с ирригацией под воздействием силы гравитации. Исходя из результатов данного исследования, можно сделать вывод о том, что активная ирригация позволяет повысить эффективность и безопасность факоэмульсификации, а также сократить общее время операции [19].

Таким образом, использование активной ирригации играет большую роль в профилактике осложнений факоэмульсификации. Актуальными являются совершенствование медико-технических решений по повышению эффективности и безопасности факоэмульсификации посредством применения активной ирригации с контролем внутриглазного давления, а также разработка новых методов активной ирригации на базе отечественных офтальмохирургических систем.

Сведения об авторах статьи:

Азнабаев Булат Маратович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, генеральный директор ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел. 8(347)277-62-62. E-mail: office@optimed-ufa.ru. ORCID: 0000-0003-1796-8248.

Дибаяев Тагир Ильдарович – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, руководитель отдела координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел. 8(347)277-62-62. E-mail: dibaev@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-7448-6037.

Идрисова Гульназ Маратовна – ассистент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел. 8(347)277-62-62. E-mail: idguma@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4849-7354.

Исмагилов Тимур Наилевич – клинический ординатор 1 года обучения кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, м.н.с. отдела координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: г. Уфа, ул. 50 лет СССР 8. Тел. 8(347)277-62-62. E-mail: ismagilov-timur@bk.ru. ORCID: 0000-0003-4132-4979.

Мухаметов Руслан Геннадьевич – заочный аспирант кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова, В.В. Расчетно-экспериментальное обоснование оригинальной методики биленсэктомии на глазах с ранее имплантированными заднекамерными факичными ИОЛ / В.В. Агафонова, Д.О. Маршова, А.В. Шацких // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – №4. – С. 8-11.
2. Азнабаев, Б.М. Клинические результаты ультразвуковой факоемульсификации на основе трехмерных колебаний / Б.М. Азнабаев [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – Т. 8, №4. С. 11-14.
3. Азнабаев, Б.М. Ультразвуковая хирургия катаракты – факоемульсификация / Б.М. Азнабаев. – М.: Август Борг, 2016. – 144 с.
4. Малогин, Б.Э. Техника и результаты факоемульсификации зрелых катаракт / Б.Э. Малогин // «Ерошевские чтения»: материалы Всеросс. конф. – Самара, 2002. – С. 200-201.
5. Air pump to prevent surge / Agarwal S. [et. al] // Phacoemulsification, Laser Cataract Surgery and Foldable IOLs, 2nd ed. New Delhi, India, Jaypee Brothers. – 2000. – P. 624-626.
6. Angelini, G. Container for forced irrigation, particularly for ocular surgery intervention / G. Angelini, D. Longo, A. Di Florio // U.S. patent 2008/0065030 A1.
7. Auffarth, G.U. History of the development of intraocular lenses / G.U. Auffarth, D.J. Apple // Ophthalmologe. – 2001. – Vol. 98(11). – P.1017-28.
8. Safety and efficacy of gas-forced infusion (air pump) in coaxial phacoemulsification / P. Chaudhry [et al.] // J. Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36(12). P. – 2139-2145.
9. Chen, M.E. Comparison of cumulative dissipated energy between the Infiniti and Centurion phacoemulsification systems / M.E. Chen [et al.] // Clinical Ophthalmology. – 2015. Vol. 9. – P. 1367-1372.
10. Fanney, D. Clinical study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control / D. Fanney, R.J. Cionni, K.D. Solomon // J. Cataract Refract Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 542-549.
11. Gonen, T. Reply: Gas-forced infusion prevents endothelial cell loss in phacoemulsification / T. Gonen, O. Sever // J. Cataract Refract Surg. – 2013. – Vol. 39. – № 3. – P. 481-482.
12. Gordon, R. Pressure control in phacoemulsification system / R. Gordon, L. Ranch // U.S. patent 9119701 B2.
13. Intraocular pressure study using monitored forced-infusion system phacoemulsification technology / J.D. Jensen [et al.] // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42. – № 5. – P. 768-771.
14. Lin, J. Apparatus, system, and method of gas infusion to allow for pressure control of irrigation in a surgical system / J. Lin // U.S. patent 2018/0228962 A1.
15. Liyanage, S.E. Anterior chamber instability caused by incisional leakage in coaxial phacoemulsification / S.E. Liyanage [et al.] // J. Cataract Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35. – P. 1003-1005.
16. Nicoli, C.M. Experimental anterior chamber maintenance in active versus passive phacoemulsification fluidics systems / C.M. Nicoli, R. Dimalanta, K.R. Miller // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 157-162.
17. Pérez-Arteaga, A. Anterior vented gas forced infusion of the Accurus surgical system for phakonit / A. Pérez-Arteaga // J. Cataract Refract. Surg. – 2004. – Vol. 30. – P. 933-935.
18. Sharif-Kashani P. Comparison of occlusion break responses and vacuum rise times of phacoemulsification systems / P. Sharif-Kashani, D. Fanney, V. Injev // BMC Ophthalmology. – 2014. – Vol. 14(96). – P. 1-7.
19. Clinical study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control / K.D. Solomon [et al.] // J. Cataract Refract Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 542-549.
20. Stalmans, P. Ophthalmic system and a computer program product / P. Stalmans, G. J. Vijfvinkel // U.S. patent 2013/0131578 A1.

REFERENCES

1. Agafonova, V.V. Experimental calculated rationale of original bilensectomy technique in eyes with previously implanted posterior chamber phakic IOL / V.V. Agafonova, D.O. Marshava, A.V. Shatskih // Vestnik of Orenburg State University. – 2013. – № 4. – s. 8-11. (in Russ.)
2. Aznabaev, B.M. Klinicheskie rezultaty ul'trazvukovoj fakoemul'sifikacii na osnove trekhmernyh kolebanij / B.M. Aznabaev [et al.] // Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii. – 2015. – № 4. – Tom 8. – S. 11-14. (in Russ.)
3. Aznabaev B.M. Ul'trazvukovaya khirurgiya katarakty – fakoemul'sifikatsiya [Ultrasonic cataract surgery – phacoemulsification] // B.M. Aznabaev. – Moscow, August Borg, 2016: 144. (in Russ.)
4. Malyugin, B.E. Tekhnika i rezultaty fakoemul'sifikacii zrelyh katarakt / B.E. Malyugin // «Eroshevskie chteniya». Materialy Vseross. konf. Samara. – 2002. – S. 200-201. (in Russ.)
5. Air pump to prevent surge / Agarwal S. [et. al] // Phacoemulsification, Laser Cataract Surgery and Foldable IOLs, 2nd ed. New Delhi, India, Jaypee Brothers. – 2000. – P. 624-626. (in Eng.)
6. Angelini, G. Container for forced irrigation, particularly for ocular surgery intervention / G. Angelini, D. Longo, A. Di Florio // U.S. patent 2008/0065030 A1. (in Eng.)
7. Auffarth, G.U. History of the development of intraocular lenses / G.U. Auffarth, D.J. Apple // Ophthalmologe. – 2001. – Vol. 98(11). – P.1017-28. (in Eng.)
8. Safety and efficacy of gas-forced infusion (air pump) in coaxial phacoemulsification / Chaudhry, P. [et al.] // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Vol. 36(12). P. – 2139-2145. (in Eng.)
9. Chen, M.E. Comparison of cumulative dissipated energy between the Infiniti and Centurion phacoemulsification systems / M.E. Chen [et al.] // Clinical Ophthalmology. – 2015. Vol. 9. – P. 1367-1372. (in Eng.)
10. Fanney, D. Clinical study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control / D. Fanney, R.J. Cionni, K.D. Solomon // J. Cataract Refract Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 542-549. (in Eng.)
11. Gonen, T. Reply: Gas-forced infusion prevents endothelial cell loss in phacoemulsification / T. Gonen, O. Sever // J. Cataract Refract. Surg. – 2013. – Vol. 39. – № 3. – P. 481-482. (in Eng.)
12. Gordon, R. Pressure control in phacoemulsification system / R. Gordon, L. Ranch // U.S. patent 9119701 B2. (in Eng.)
13. Intraocular pressure study using monitored forced-infusion system phacoemulsification technology / J.D. Jensen [et al.] // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42. – № 5. – P. 768-771. (in Eng.)
14. Lin, J. Apparatus, system, and method of gas infusion to allow for pressure control of irrigation in a surgical system / J. Lin // U.S. patent 2018/0228962 A1. (in Eng.)
15. Liyanage, S.E. Anterior chamber instability caused by incisional leakage in coaxial phacoemulsification / S.E. Liyanage [et al.] // J. Cataract Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35. – P. 1003-1005. (in Eng.)
16. Nicoli, C.M. Experimental anterior chamber maintenance in active versus passive phacoemulsification fluidics systems / C.M. Nicoli, R. Dimalanta, K.R. Miller // J. Cataract Refract. Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 157-162. (in Eng.)
17. Pérez-Arteaga, A. Anterior vented gas forced infusion of the Accurus surgical system for phakonit / A. Pérez-Arteaga // J. Cataract Refract. Surg. – 2004. – Vol. 30. – P. 933-935. (in Eng.)
18. Sharif-Kashani P. Comparison of occlusion break responses and vacuum rise times of phacoemulsification systems / P. Sharif-Kashani, D. Fanney, V. Injev // BMC Ophthalmology. – 2014. – Vol. 14(96). – P. 1-7. (in Eng.)
19. Clinical study using a new phacoemulsification system with surgical intraocular pressure control / K.D. Solomon [et al.] // J. Cataract Refract Surg. – 2016. – Vol. 42. – P. 542-549. (in Eng.)
20. Stalmans, P. Ophthalmic system and a computer program product / P. Stalmans, G. J. Vijfvinkel // U.S. patent 2013/0131578 A1. (in Eng.)