

**Дибаяв Тагир Ильдарович** – м.н.с. ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450000, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел./факс: (347) 277-60-60. E-mail: dibaev@yandex.ru.

**Махмутов Вадим Фанирович** – клинический ординатор кафедры офтальмологии с курсом ИПО ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: (347) 223-24-21. E-mail: vadimakhmutov@gmail.com.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Preloaded» ИОЛ НОУА – легкая и безопасная имплантация через разрез 2,2 мм / Шангурова М.А. [и др.] // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. – 2012: сб. науч. статей ФБГУ «МНТК «Микрохирургия глаза». – М., 2012. – С. 165-168.
2. Иошин, И.Э. Имплантация различных ИОЛ с помощью «preloaded» инжекторов / И.Э. Иошин, Г.Т. Хачатрян, А.И. Толчинская // Сборник научных трудов научно-практической конференции по офтальмохирургии с международным участием «Восток-Запад». – Уфа, 2012. – С. 136-137.
3. Малогин, Б.Э. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция: итоги и перспективы / Б.Э. Малогин // IX съезд офтальмологов России: тез. докл. – М., 2010. – С. 192-195.
4. Стебнев, С.Д. Наш опыт имплантации «pre-loaded» интраокулярных линз «AcrySof IQ» с использованием системы «AcrySert C» / С.Д. Стебнев // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии - 2013: сб. науч. статей ФБГУ «МНТК «Микрохирургия глаза». – М., 2013. – С. 161-164.
5. Evaluation of the preloaded Acrysert System for AcrySof IOLs / A.F.M. Borkenstein [и др.] // ASCRS-ASOA Congress, Chicago, Illinois. – 2008.
6. Intraocular Lens Delivery Characteristics of the Preloaded AcrySof IQ SN60WS AcrySert Injectable Lens System / H.S. Ong [и др.] // American Journal of Ophthalmology. – 2013. – Vol. 156. – № 1. – P. 77-81.

УДК617.72:[617.741-004.1:617-7]

© Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухаммадеев, Д.Р. Бикчуряев, Т.И. Дибаяв, В.Ф. Махмутов, 2014

Б.М. Азнабаев<sup>1</sup>, Т.Р. Мухаммадеев<sup>1</sup>,  
Д.Р. Бикчуряев<sup>3</sup>, Т.И. Дибаяв<sup>2</sup>, В.Ф. Махмутов<sup>1</sup>  
**МИКРОКОЛЛАПСЫ ПЕРЕДНЕЙ КАМЕРЫ ГЛАЗА  
ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

<sup>2</sup>ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

<sup>3</sup>ГБУЗ АО «Городская клиническая больница №2 имени братьев Губиных», г. Астрахань

Разработана новая гидродинамическая схема для компенсации микроколлапсов передней камеры во время ультразвуковой фактоэмульсификации, состоящая из нового аспирационного насоса и аспирационной магистрали, а также проведена ее экспериментально-клиническая апробация в составе отечественной офтальмохирургической системы. В экспериментах доказано, что значение амплитуды постокклюзионной волны и время, необходимое для восстановления внутриглазного давления после ее возникновения, меньше при коаксиальной и микрокоаксиальной фактоэмульсификации с применением новой гидродинамической схемы. Наименьшие морфологические изменения роговой оболочки экспериментальных животных были обнаружены при использовании новой гидродинамической схемы. Клиническое исследование показало, что ультразвуковая фактоэмульсификация с новой гидродинамической схемой клинически безопасна и не отличается по характеру и частоте осложнений от зарубежных аналогов.

**Ключевые слова:** постокклюзионная волна, микроколлапсы, фактоэмульсификация.

B.M. Aznabaeu, T.R. Mukhamadeev,  
D.R. Bikchuraev, T.I. Dibaev, V.F. Makhmutov  
**MICROCOLLAPSES OF THE ANTERIOR CHAMBER  
DURING ULTRASOUND PHACOEMULSIFICATION**

A new hydrodynamic scheme for the anterior chamber microcollapses compensation during ultrasound phacoemulsification was created. The scheme consists of a new suction pump and an aspiration line. An experimental and clinical estimation was conducted. The experiments proved that the amplitude of the postocclusion surge and the time required for recovery of intraocular pressure after its occurrence was less when the new hydrodynamic scheme was applied during the coaxial and microcoaxial phacoemulsification. The smallest morphological changes of experimental animals' corneas were detected when the new hydrodynamic scheme was used. Clinical research showed that ultrasound phacoemulsification with the new hydrodynamic scheme is clinically safe and does not differ by a character and a frequency of complications from foreign analogs.

**Key words:** postocclusion surge, microcollapses, phacoemulsification.

Одним из основных негативных факторов гидродинамической составляющей фактоэмульсификации являются резкие и быстрые колебания внутриглазного давления, незаметные взгляду оперирующего хирурга, так называемые микроколлапсы передней камеры. При полной окклюзии наконечника фактоиглы отток жидкости из глаза прекращается,

однако аспирационный насос продолжает работать с прежней производительностью, повышая уровень вакуума и вызывая сжатие трубки аспирационной магистрали [2,4].

При достижении определенного уровня вакуума и/или при включении ультразвука исчезает препятствие для аспирационного потока, происходит «прорыв» окклюзии с рез-

ким падением уровня вакуума, которое сопровождается избыточной аспирацией жидкости из передней камеры глаза, вызывая резкое падение внутриглазного давления. Этот гидродинамический феномен называют постокклюзионной волной [1,3-5].

В связи с тем, что требования к результатам операции повышаются как со стороны пациентов, так и со стороны хирургов, необходимо дальнейшее совершенствование систем для факоэмульсификации, особенно гидродинамических схем. Актуальной является разработка отечественной офтальмохирургической системы с гидродинамической схемой, предотвращающей микроколлапсы передней камеры глаза, а также внедрение ее в клиническую практику.

Цель исследования – экспериментально-клиническая апробация отечественной офтальмохирургической системы с новой гидродинамической схемой.

#### **Материал и методы**

Были проведены инженерно-конструкторские работы по созданию новой гидродинамической схемы, а также экспериментальные исследования предложенной схемы в трех направлениях.

1. Экспериментальное исследование, посвященное сравнительному анализу амплитуды постокклюзионной волны, а также времени, необходимому для восстановления нормального внутриглазного давления после ее возникновения, при коаксиальной и микрокоаксиальной факоэмульсификации выполняли в тест-камере и на сепаратных свиных глазах. Характеристики постокклюзионной волны оценивали в четырех сериях экспериментов по 10 глаз с использованием каждой методики факоэмульсификации и с применением одной из гидродинамических схем: новой или стандартной. В каждом опыте постокклюзионную волну моделировали не менее 10 раз. Для наблюдения за гидродинамической ситуацией использовали датчик давления MPX 5010 DP (Япония) и осциллограф АКПП-4108 (Великобритания).

2. Изучение колебаний глубины передней камеры, возникающих в результате постокклюзионной волны при использовании коаксиальной и микрокоаксиальной факоэмульсификаций в сочетании со стандартной и новой гидродинамическими схемами, проводили на свиных глазах. Исследование также состояло из 4 серий экспериментов, условия которых были идентичны условиям вышеописанного исследования. Глубину передней камеры глаза оценивали с помощью ультразву-

ковой биомикроскопии до окклюзии и после прорыва окклюзии в момент максимального спада передней камеры глаза.

3. Изучение морфологических изменений роговой оболочки глаз кроликов после факоэмульсификации с использованием новой и стандартной гидродинамических схем было проведено на глазах кроликов породы шиншилла. Серии экспериментов были аналогичны сериям первого экспериментального исследования. Контролем послужили интактные роговицы парных глаз кроликов.

Клиническое исследование базируется на анализе 117 микрокоаксиальных факоэмульсификаций с имплантацией интраокулярной линзы, проведенных амбулаторно в ЦЛВЗ «Оптимед» г. Уфы. В I группе (77 глаз) операции были выполнены на системе для факоэмульсификации «Оптимед» с новой гидродинамической схемой, во II группе (40 глаз) – на системе для факоэмульсификации Alcon Infiniti (США).

С целью определения функционального состояния глаз пациентов был проведен полный спектр рутинных диагностических методов исследования, а также некоторые специальные офтальмологические диагностические методики: эндотелиальная микроскопия, оптическая когерентная микроскопия.

В послеоперационном периоде осмотры проводили на 1-, 7-е сутки, через 1, 3, 6 и 12 месяцев, оценивали следующие параметры: максимальную корригированную остроту зрения, потерю эндотелиальных клеток, центральную толщину роговицы по данным оптической когерентной томографии, а также характер и степень выраженности интра- и послеоперационных осложнений.

Статистическую обработку осуществляли методами математической статистики с помощью IBM SPSS Statistics v. 20. Результаты выражали в виде средней арифметической величины и стандартного отклонения. Достоверность различий между группами сравнения для каждого признака оценивали по критерию Манна-Уитни. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

#### **Результаты и обсуждение**

Разработана новая гидродинамическая схема для компенсации микроколлапсов передней камеры во время ультразвуковой факоэмульсификации, состоящая из аспирационного насоса (Патент на изобретение № 2434608 от 27.11.2011 г.) и аспирационной магистрали (Патент на полезную модель № 112035 от 10.01.2012 г.). Ключевым моментом нового перистальтического насоса стало уве-

личение количества роторов, позволяющее минимизировать гидродинамическую пульсацию. В основе новой аспирационной магистрали лежит использование дополнительного клапана сброса вакуума до предустановленного значения, используемого для дозированного снижения уровня вакуума при достижении окклюзии.

В эксперименте показано, что использование новой гидродинамической схемы позволяет добиться снижения амплитуды постокклюзионной волны с  $34,1 \pm 1,9$  до  $24,5 \pm 1,0$  мм рт.ст. при коаксиальной и с  $22,8 \pm 0,9$  до  $17,3 \pm 1,0$  мм рт.ст. при микрокоаксиальной факоэмульсификации, а также сокращения времени восстановления нормального внутриглазного давления с  $824,8 \pm 58,3$  до  $683,3 \pm 29,1$  мс при проведении коаксиальной и с  $758,3 \pm 38,3$  до  $583,3 \pm 30,7$  мс микрокоаксиальной ультразвуковой факоэмульсификации.

Использование ультразвуковой биомикроскопии показало, что новая гидродинамическая схема позволяет значительно снизить амплитуду колебаний глубины передней камеры, возникающих в результате постокклюзионной волны, с  $1,15 \pm 0,18$  до  $0,32 \pm 0,06$  мм при коаксиальной и с  $0,45 \pm 0,11$  до  $0,18 \pm 0,7$  мм при микрокоаксиальной факоэмульсификации.

Исследование, посвященное анализу роговой оболочки кроликов после факоэмульсификации с использованием новой и стандартной гидродинамических схем, показало, что наименьшие морфологические изменения наблюдались при использовании микрокоаксиальной факоэмульсификации с иглой 0,9 мм в сочетании с новой гидродинамической схемой.

При анализе результатов проведенного клинического исследования различий по частоте интраоперационных осложнений в сравниваемых группах не отмечалось. У большей части пациентов послеоперационный период протекал гладко: I группа – 69 (89,6%) пациентов, II группа – 36 (90,0%) пациентов. Статистически значимых различий по характеру и частоте ранних послеоперационных осложнений в исследуемых группах не было. Среди осложнений раннего послеоперационного периода наиболее часто наблюдалась послеоперационная гипертензия: в 18,2% случаев (14 пациентов) в I группе и в 22,5% случаев (9 пациентов) во II группе.

В позднем послеоперационном периоде следует отметить помутнение задней капсулы хрусталика, которое было основной причиной снижения зрительных функций у 6 (7,8%) па-

циентов I группы и у 4 (10,0%) пациентов II группы и потребовало проведения ИАГ-лазерной капсулотомии. После проведения данной процедуры наблюдалось повышение остроты зрения.

Показатели остроты зрения в обеих группах были сопоставимы, статистически значимых различий не наблюдалось ( $p > 0,05$ ). В динамике послеоперационного периода происходило постепенное нарастание зрительных функций. Стабилизация зрительных показателей, как правило, достигалась уже к 1-му месяцу после операции и в последующем не претерпевала значительных изменений (табл. 1).

Таблица 1  
Максимальная скорректированная острота зрения в различные сроки наблюдения

Сроки послеоперационного наблюдения	Острота зрения	
	I группа (n=77)	II группа (n=40)
До операции	0,15±0,19	0,22±0,25
1-й день	0,36±0,28	0,45±0,29
7-й день	0,65±0,27	0,64±0,26
1-й месяц	0,75±0,23	0,67±0,28
3-й месяц	0,78±0,23	0,73±0,27
6-й месяц	0,79±0,22	0,77±0,26
12-й месяц	0,81±0,21	0,83±0,26

Таблица 2  
Динамика изменения плотности эндотелиальных клеток у пациентов I и II групп в различные сроки наблюдения

Сроки послеоперационного наблюдения	Плотность эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	
	I группа (n=77)	II группа (n=40)
До операции	2522,2±293,9	2508,5±328,5
3 месяца после операции		
Плотность эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	2300,3±319,6	2313,3±357,2
Абсолютная потеря эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	257,5±158,3	238,1±204,1
Потеря эндотелиальных клеток, %	10,1±6,1	9,42±7,7
6 месяцев после операции		
Плотность эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	2196,6±299,1	2308,5±382,7
Абсолютная потеря эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	353,8±173,5	327,2±348,9
Потеря эндотелиальных клеток, %	13,5±6,8	12,5±13,4
12 месяцев после операции		
Плотность эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	2160,2±330,7	2117,7±465,9
Абсолютная потеря эндотелиальных клеток, мм <sup>2</sup>	397,1±206,8	432,1±318,4
Потеря эндотелиальных клеток, %	15,6±8,1	17,5±12,8

Наибольшая центральная толщина роговицы по данным оптической когерентной томографии наблюдалась в 1-й день после операции, что связано с послеоперационным отеком. Более или менее выраженный отек стромы роговицы в центральной зоне по данным OCT наблюдался в 100% случаев, однако далеко не во всех случаях это увеличение толщины роговицы соответствовало клинически выраженному отеку, наблюдаемому биомикроскопически. В дальнейшем отмечалось

постепенное уменьшение толщины роговицы; возвращение к дооперационным значениям в обеих группах отмечалось к 1-му месяцу послеоперационного периода. Статистически значимых различий между группами во все сроки наблюдения не обнаружено ( $p > 0,05$ ).

В обеих исследуемых группах отмечалась тенденция к снижению плотности эндотелиальных клеток. Значения абсолютной потери эндотелиальных клеток в отдаленные

сроки наблюдения при использовании систем «Оптимед» и Alcon Infiniti статистически значимо не различались ( $p > 0,05$ ) (табл. 2).

**Выводы.** Результаты проведенных экспериментальных и клинических исследований позволяют заключить, что метод факоемульсификации с использованием новой гидродинамической схемы с имплантацией интраокулярной линзы является эффективным для восстановления зрения при катаракте.

*Сведения об авторах статьи:*

**Азнабаев Булат Маратович** – д.м.н., профессор, зав. кафедрой офтальмологии с курсом ИПО ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: (347) 223-24-21. E-mail: office@optimed-ufa.ru.

**Мухамадеев Тимур Рафаэльевич** – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии с курсом ИПО ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: (347) 277-62-62. E-mail: photobgmu@gmail.com.

**Бикчурев Дамир Ринатович** – врач-офтальмолог офтальмологического отделения ГБУЗ АО «ГКБ №2 им. братьев Губиных». Адрес: 414057, г. Астрахань, ул. Кубанская, 1. Тел./факс: (8512) 65-61-87. E-mail: damirio@bk.ru.

**Дибав Тагир Ильдарович** – младший научный сотрудник ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450000, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, 8. Тел./факс: (347) 277-60-60. E-mail: dibaev@yandex.ru.

**Махмутов Вадим Фанирович** – клинический ординатор кафедры офтальмологии с курсом ИПО ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: (347) 277-62-62. E-mail: vadimmakhamutov@gmail.com.

## ЛИТЕРАТУРА

- Allen, D. Phacoemulsification. In: Ophthalmology, 3rd ed. Eds. Yanoff M., Duker J.S. / D. Allen – Mosby, 2008. – Chapter 5.7.
- Fishkind, W.J. Evolution of ultrasound pumps and fluidics and ultrasound power: from standard coaxial towards the minimal incision possible in cataract surgery. In: Minimizing Incisions and Maximizing Outcomes in Cataract Surgery. Eds. Alio J. L., Fine I. H. / W.J. Fishkind – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010. – 319 p.
- Seibel, B. Phacodynamics: mastering the tools and techniques of phacoemulsification surgery. 4th ed. / B. Seibel. – Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2005. – 377 p.
- Steinert, R.F. Cataract surgery, Third Edition / R.F. Steinert. – Elsevier Health Sciences, 2010. – 711 p.
- Zacharias, J. Volume-based characterization of postocclusion surge / J. Zacharias, S. Zacharias // J. Cataract Refract. Surg. – 2005. – Vol. 31. – P. 1976-1982.

УДК 617.741-089.8:615.47

© Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухамадеев, И.М. Сафаров, С.Н. Сергеев, А.Ф. Самигуллина, 2014

Б.М. Азнабаев<sup>1</sup>, Т.Р. Мухамадеев<sup>1</sup>, И.М. Сафаров<sup>2</sup>, С.Н. Сергеев<sup>2</sup>, А.Ф. Самигуллина<sup>1</sup>

### ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ ФОРМООБРАЗОВАННЫХ КЕРАТОМОВ ИЗ СТАЛИ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

<sup>2</sup>ФГБУН «Институт проблем сверхпластичности металлов РАН», г. Уфа

Проведена оценка качественных характеристик (рельефа поверхности, режущей кромки, микротвердости и остроты) прецизионных офтальмологических скальпелей из стали различных структурных состояний марки 45X13M, изготовленных по технологии электрохимического формообразования. Результаты показали, что наноструктурирование стали методом интенсивной пластической деформации сдвигом под высоким давлением позволяет получить кератомы с более качественной режущей кромкой, с высокими показателями микротвердости и остроты лезвия, не уступающими зарубежным аналогам. Применение наноструктурной стали для изготовления прецизионных офтальмологических скальпелей может являться весьма перспективным направлением в реализации программ развития инновационных отечественных технологий.

**Ключевые слова:** кератомы, офтальмологические скальпели, наноструктурная сталь.

B.M. Aznabaev, T.R. Mukhamadeev, I.M. Safarov, S.N. Sergeev, A.F. Samigullina

### CHARACTERISTICS OF OPHTHALMIC SCALPELS OBTAINED BY ELECTROCHEMICAL SHAPING TECHNOLOGY

The assessment of the qualitative characteristics (surface relief, cutting edge, microhardness, sharpness) of precision ophthalmic scalpels made of 45X13M steel of various structures obtained by electrochemical shaping technology was conducted. The results showed that nanostructuring of steel using methods of intensive plastic deformation in torsion under high pressure allows to receive scalpels with better cutting edge, higher microhardness and higher sharpness of a blade, and that these scalpels do not yield to foreign analogues. The application of nanostructured steel in precision ophthalmic scalpels manufacture could be a very promising direction in implementation of programs of innovative domestic technologies development.

**Key words:** keratome, ophthalmic scalpel, nanostructured steel.