

**Б.М. Азнабаев<sup>1</sup>, Т.Р. Мухамадеев<sup>1</sup>, А.Ф. Самигуллина<sup>1</sup>, Д.Р. Бикчуряев<sup>2</sup>, Т.И. Дибаяев<sup>3</sup>**

## **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗ КРОЛИКОВ ПОСЛЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СХЕМЫ**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет»  
Минздравсоцразвития России, г. Уфа

<sup>2</sup>МУЗ «Городская клиническая больница № 2 им. братьев Губиных», г. Астрахань

<sup>3</sup>Научно-медицинская ассоциация «Оптимедсервис», г. Уфа

Изучены морфологические изменения роговой оболочки глаз кроликов после экспериментального моделирования постокклюзионной волны с использованием разных гидродинамических схем факоэмульсификатора. Наименьшие морфологические изменения наблюдаются при использовании микрокоаксиальной системы с иглой 0,9 мм в сочетании с предложенной авторами гидродинамической схемой.

**Ключевые слова:** факоэмульсификация, постокклюзионная волна, гидродинамическая схема, морфология роговицы.

B.M. Aznabaev, T.R. Muhamadeev, A.F. Samigullina, D.R. Bikchuraev, T.I. Dibaev

## **THE MORPHOLOGICAL CHANGES OF RABBITS' CORNEAS AFTER PHACOEMULSIFICATION WITH USAGE OF NEW HYDRODYNAMIC SCHEME**

Morphological changes of rabbits' corneas after experimental modeling of postocclusive wave were investigated. The least morphological changes were observed in usage of microcoaxial phacosystem (outer diameter of needle 0,9 mm) with hydrodynamical circuit offered by authors.

**Key words:** phacoemulsification, postocclusive wave, hydrodynamical scheme, cornea morphology.

Тенденция развития хирургии катаракты сегодня ориентирована в направлении поиска технологических подходов, обеспечивающих минимизацию операционной травмы с целью достижения полного реабилитационного эффекта в кратчайшие сроки [3].

Гидродинамика факоэмульсификации основывается на равновесии притока в глаз и оттока жидкости из глаза. Абсолютно необходимо, чтобы все манипуляции выполнялись в стабильной среде с постоянным внутриглазным давлением [1, 6].

Конструкция факоэмульсификаторов постоянно совершенствуется, однако, несмотря на технические и программные средства улучшения, существует ряд требующих решения проблем. Одна из них – уменьшение травмирующего гидродинамического воздействия на ткани глаза, которое может вызываться как повышенным давлением жидкости, так и коллапсом передней камеры глаза вследствие резкого снижения внутриглазного давления [4]. Резкие перепады внутриглазного давления («постокклюзионная волна») особенно опасны, поскольку неблагоприятно сказываются на состоянии эндотелия роговицы и капсулы хрусталика, а при наличии сопутствующей глазной патологии (миопия высокой степени, макулодистрофия, далекозашедшая глаукома и др.) могут спровоцировать ее прогрессирование [5]. В конечном итоге, это приводит к различным интра- и послеоперационным осложнениям.

Экспериментально доказано, что перепады внутриглазного давления в ходе операции происходят в результате прорыва окклюзии после прохождения фрагмента хрусталика по аспирационному каналу ультразвуковой или аспирационной рукоятки [7].

Отделом микрохирургического оборудования компании «Оптимедсервис» разработана новая гидродинамическая схема, основанная на изменении режима работы вакуумной автоматики в зависимости от характеристик аспирационного потока. Алгоритм работы данной схемы заключается в том, что, когда уровень вакуума в аспирационной магистрали достигает критических цифр и сохраняется на этом уровне в течение заданного времени, система распознает данное состояние как окклюзию и плавно снижает вакуум до предустановленного значения с сохранением окклюзии. При последующем пропадании окклюзии уменьшается количество избыточно аспирируемой жидкости и, как следствие, снижается амплитуда перепада давления. Эффективность данной гидродинамической схемы доказана в эксперименте по изучению постокклюзионных перепадов внутриглазного давления при факоэмульсификации *ex vivo* [2]. В этой связи нам представляется актуальной оценка безопасности предложенной схемы на глазах лабораторных животных.

**Цель:** изучить морфологические изменения роговой оболочки глаз кроликов после экспериментального моделирования постокклюзионной волны с использованием новой гидродинамической схемы факоэмульсификатора.

**Материалы и методы.** Данное исследование выполнено на 16 глазах 8 кроликов породы Шиншилла. Животные содержались в стандартных, строго идентичных условиях, со стандартным рационом питания. Экс-

перименты проводили с соблюдением общепринятых принципов гуманности и существующих международных нормативных документов и инструкций МЗ РФ и РАМН по работе с лабораторными животными.

Выполнено 4 серии экспериментов. Животные были разделены на 4 группы, соответственно в них изучали степень влияния на роговицу колебаний внутриглазного давления (ВГД) во время прорыва окклюзии. В 1 группе использовали стандартную гидродинамическую схему с иглой 1,1 мм для коаксиальной факоэмульсификации, во 2 группе – новую гидродинамическую схему с аналогичной иглой, в 3 группе – стандартную гидродинамическую схему с иглой 0,9 мм для микрокоаксиальной факоэмульсификации и в 4 группе – новую гидродинамическую схему с иглой 0,9 мм. Экспериментальные операции проводили через разрезы 2,75 мм (1 и 2 группы) и 2,2 мм (3 и 4 группы).

Контролем служили интактные роговицы парных глаз кроликов, образцы которых для микроскопических исследований готовили параллельно в идентичных условиях.

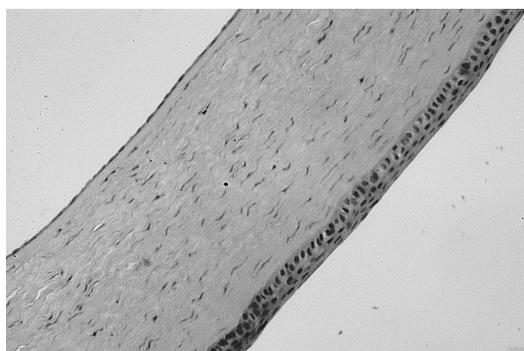
Методика операции на лабораторных животных была стандартной. Кроликов оперировали под наркозом с использованием золетила. Дополнительно проводили анестезию введением 1,5 мл 2% раствора лидокаина в субтеноновое пространство, конъюнктивальную полость орошали 1% раствором дикаина. Стальным калиброванным факонотомом шириной 2,75 или 2,2 мм выполняли тоннельный разрез роговицы с височной стороны. Через тоннель в переднюю камеру глаза параллельно радужке вводили ультразвуковой наконечник и устанавливали его по центру зрачка, контролировали положение факоиглы с тем, чтобы она располагалась между роговицей и передней капсулой, непосредственно над последней, не касалась и не травмировала эндотелий и капсульную сумку. Чтобы исключить факт случайных повреждений эндотелия хрусталиковыми массами, мы намеренно отказались от эмульсификации хрусталика.

Параметры операции были следующие: высота емкости с ирригационным раствором над уровнем глаза – 110 см, величина аспирации – 45 мл/мин, предел вакуума – 500 мм рт. ст. Постокклюзионную волну в каждом эксперименте моделировали следующим образом. При работающем аспирационном насосе пережимали аспирационную трубку непосредственно около ультразвуковой рукоятки (окклюзия), по достижении максимального значения предустановленного вакуума (определяемого по показаниям на панели прибора и остановке работы насоса) через 2 секунды трубку разжимали (прорыв окклюзии), производили по 10 повторений в серии. В качестве ирригационной жидкости применяли физиологический раствор. Вышеизложенная схема эксперимента наиболее полно отвечает поставленным задачам исследования и позволяет максимально стандартизировать его условия.

По окончании операции животных выводили из эксперимента посредством воздушной эмболии. Глаза энуклеировали через 20 минут после смерти животного. Затем приступали к приготовлению препарата: проводили выкраивание роговицы с ободком склеры, прилежащими хрусталиком, радужкой и цилиарным телом. Последнее было необходимо, чтобы не повредить роговицу в момент ее отсечения. Выделенную роговицу помещали на предметный столик и осторожно, с помощью пинцета, отделяли от вышеуказанных структур.

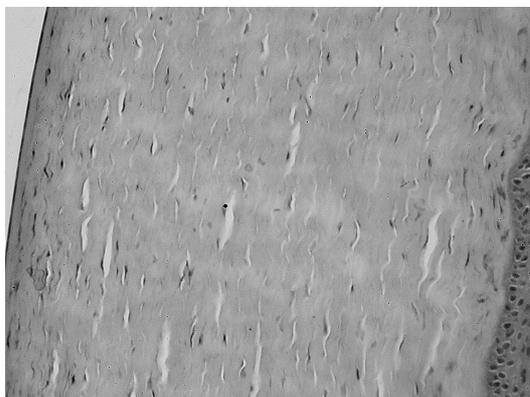
Для микроскопического исследования кусочки роговицы фиксировали в парафине. Фиксированную ткань обезвоживали в спиртах восходящей концентрации, проводя через промежуточный растворитель (ксилол) и пропитывали парафином, получали срезы 5 мкм. Срезы для микроскопического исследования приготавливали с помощью роторного микротомы ЛКВ-III (Швеция). Приготовленные срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Приготовленный гистологический препарат заключали в канадский бальзам для обеспечения сохранности структур объекта, его окраски и прозрачности. Срезы изучали в световом микроскопе LEICA DM2000 (ФРГ) при увеличении от 100 до 400.

**Результаты.** *Морфология роговицы кроликов контрольной интактной группы (норма).* На интактных глазах кроликов в центральной части роговицы, структура соединительнотканной стромы и эпителиальных слоев сохранена полностью. Коллагеновые волокна располагаются плотными параллельно расположенными пучками, а между ними хорошо просматриваются веретеновидной формы фибробласты. Клетки заднего эпителия роговицы без каких-либо изменений плотно лежат на задней пограничной десцеметовой мембране (рис. 1).

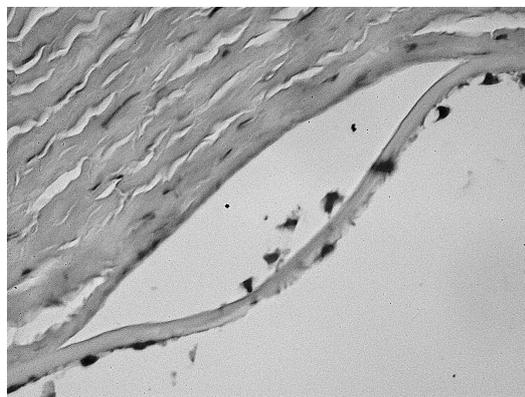


**Рис. 1. Структура центральной части роговицы кролика в норме.**  
Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$

*Морфология роговицы кроликов 1 группы* (стандартная гидродинамическая схема, игла 1,1 мм). При исследовании глаз кроликов 1 группы, выраженные морфологические изменения обнаружены во всех слоях роговицы. В центральной части роговицы, несмотря на целостность переднего многослойного эпителия, выявляются выраженные морфологические изменения. Соединительнотканная строма роговицы во многих участках разволокнена, начиная от передней пограничной мембраны и до задней пограничной мембраны (рис. 2). В отдельных зонах задняя пограничная мембрана роговицы полностью отделяется от соединительнотканной стромы (рис. 3). При этом наблюдается отшелушивание или десквамация многих клеток заднего однослойного эпителия от мембраны.

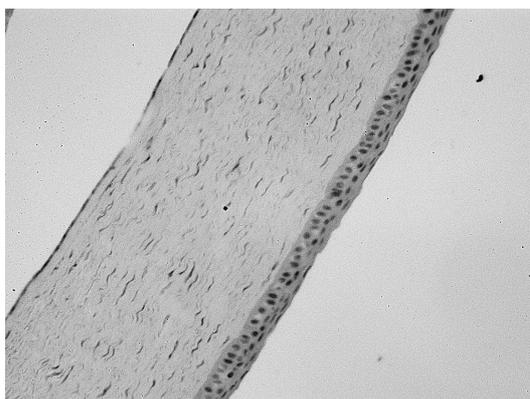


**Рис. 2. Морфологические изменения центральной части роговицы кролика 1 группы.**  
Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 200$

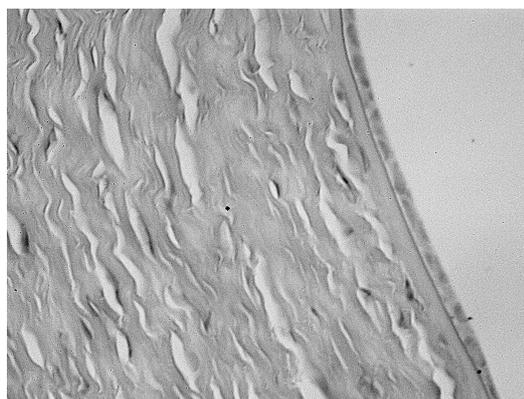


**Рис. 3. Отслоение задней пограничной мембраны от соединительнотканной стромы и десквамация клеток заднего эпителия роговицы кролика 1 группы.**  
Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 400$

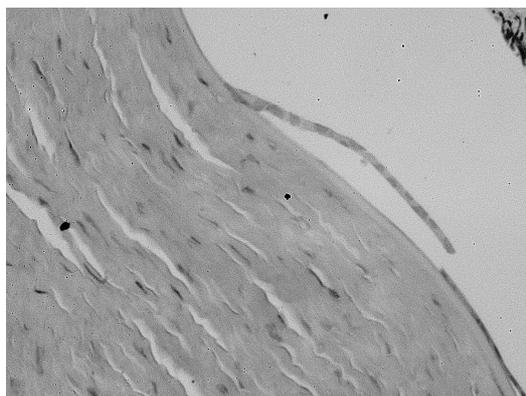
*Морфология роговицы кроликов 2 группы* (новая гидродинамическая схема, игла 1,1 мм). В центральной части роговицы кролика структура переднего многослойного эпителия без изменений (рис. 4). На этом же рисунке видно, что в соединительнотканной строме, лежащей непосредственно под ней, пучки коллагеновых волокон лежат плотно и без каких-либо морфологических изменений. Со стороны задней пограничной мембраны в отдельных участках выявляется слабое разволокнение отдельных пучков коллагеновых волокон, а также набухание клеток заднего эпителия в этих участках или небольшие разрывы в ней (рис. 5, рис. 6).



**Рис. 4. Структура центральной части роговицы кролика 2 группы.**  
Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 100$



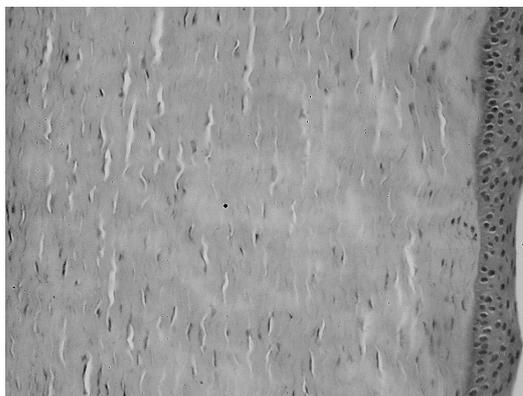
**Рис. 5. Разволокнение отдельных пучков коллагеновых волокон и набухание клеток заднего эпителия в центральной части роговицы кролика 2 группы.**  
Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 400$



**Рис. 6. Разрыв слоя клеток заднего эпителия в центральной части роговицы кролика 2 группы.**

**Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×400**

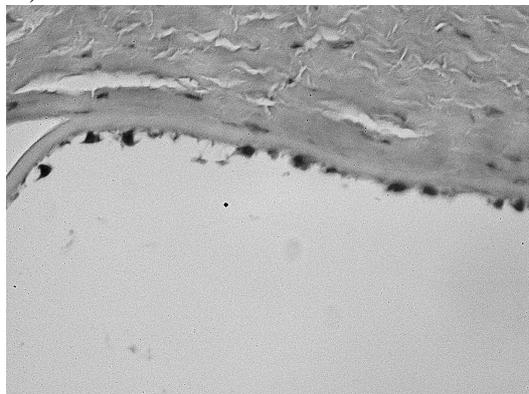
*Морфология роговицы кроликов 3 группы (стандартная гидродинамическая схема, игла 0,9 мм). В центральной части роговицы кролика, несмотря на целостность переднего многослойного эпителия, выявляются морфологические изменения. Пучки коллагеновых волокон соединительнотканной пластинки роговицы во многих участках разволокнены (рис. 7).*



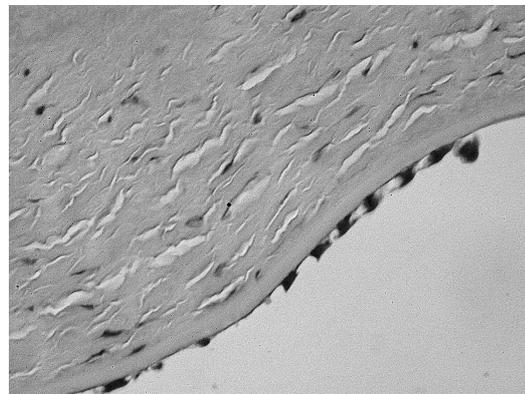
**Рис. 7. Морфологические изменения в виде разволокнения стромы в центральной части роговицы кролика 3 группы.**

**Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×200**

Задняя пограничная мембрана роговицы в отдельных участках отслаивается от соединительнотканной стромы, а клетки заднего эпителия подвергаются набуханию и частичной или полной десквамации (рис. 8, рис. 9).

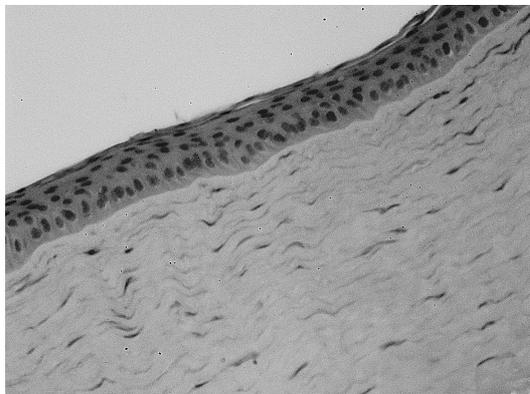


**Рис. 8. Отслаивание задней пограничной мембраны от соединительнотканной стромы в центральной части роговицы кролика 3 группы. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×400**



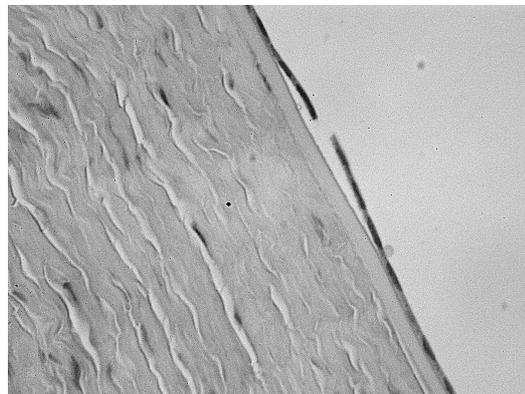
**Рис. 9. Десквамация клеток заднего эпителия в центральной части роговицы кролика 3 группы. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение ×400**

*Морфология роговицы кроликов 4 группы* (новая гидродинамическая схема, игла 0,9 мм). В центральной части роговицы кролика структура переднего многослойного эпителия без особых изменений (рис. 10). В соединительнотканной строме роговицы коллагеновые волокна лежат плотными параллельными пучками. Со стороны задней пограничной мембраны лишь в отдельных участках выявляется слабое разволокнение отдельных пучков коллагеновых волокон, а также напротив этих участков – набухание клеток слоя заднего эпителия или единичные небольшие разрывы в нем (рис. 11).



**Рис. 10. Структура переднего многослойного эпителия и стромы в центральной части роговицы кролика 4 группы.**

Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 400$



**Рис. 11. Разрыв слоя клеток заднего эпителия в центральной части роговицы кролика 4 группы.**

Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение  $\times 400$

**Заключение.** Критерием оценки результатов служили изменения со стороны переднего и заднего эпителия роговой оболочки, коллагеновых волокон стромы, а также повреждения задней пограничной (десцеметовой) мембраны, как одной из наиболее реактивных структур роговицы.

Проведенные экспериментальные исследования роговой оболочки глаз кроликов после моделирования постокклюзионной волны показали, что наименьшие морфологические изменения наблюдаются при использовании микрооаксиальной системы с иглой 0,9 мм в сочетании с новой гидродинамической схемой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азнабаев Б.М. Ультразвуковая хирургия катаракты – факоэмульсификация. – М.: Август Борг. – 2005. – 136 с.
2. Азнабаев Б.М., Рамазанов В.Н., Мухамадеев Т.Р. [и др.]. Снижение постокклюзионной волны – эффективность новой гидродинамической схемы // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2010. Сборник научных статей. – М., 2010. – С. 19-24.
3. Бессонов И.Л. Микрооаксиальная факоэмульсификация с использованием технологии OZIL в хирургии пациентов с увеальной катарактой. Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2009. Сборник научных статей / под ред. Х.П. Тахчиди. – М., 2009. – С. 43-48.
4. Зими́на Т.Ю. О решении гидродинамических проблем в хирургии катаракты // Актуальные проблемы офтальмологии: Всерос. науч. конф. молодых ученых. Сб. науч. работ / под ред. Х.П. Тахчиди. – М., 2006. – С. 103-104.
5. Малюгин Б.Э. Медико-технологическая система хирургической реабилитации пациентов с катарактой на основе ультразвуковой факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2002. – 298 с.
6. Buratto L. Хирургия катаракты: переход от экстракапсулярной экстракции к факоэмульсификации: пер. с англ. – Milano: Fabiano Editore – 1999. – 472 с.
7. Seibel V. Phacodynamics: mastering the tools and techniques of phacoemulsification surgery. 4<sup>th</sup> ed. Thorofare, – New Jersey: SLACK Incorporated, 2005. – 377 p.

**Азнабаев** Булат Маратович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии с курсом оториноларингологии Института последипломного образования ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Россия, Республика Башкортостан, 450000, г. Уфа, Ул. Ленина, 3, тел. (347) 223-24-21, e-mail: office@optimed-ufa.ru

**Мухамадеев** Тимур Рафаэльевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры офтальмологии с курсом оториноларингологии Института последипломного образования ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский уни-