

УДК 617.741-089.87
© Коллектив авторов, 2022

Б.М. Азнабаев^{1,2}, Г.М. Идрисова^{1,2}, Т.И. Дибаяв^{1,2}, Т.Р. Мухамадеев^{1,2}
**ИНТРАОПЕРАЦИОННАЯ ОКТ-КАРТИНА РОГОВИЦЫ КРОЛИКОВ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ УДАЛЕНИЯ КОРТИКАЛЬНЫХ МАСС
ПРИ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ**

¹ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

Цель исследования: изучить изменения интраоперационной ОКТ-картины роговицы кроликов при экспериментальной ультразвуковой и традиционной аспирации кортикальных масс после фактоэмульсификации.

Материал и методы: экспериментальная ультразвуковая аспирация кортикальных масс под интраоперационным ОКТ-контролем проведена на правых глазах 15 кроликов (основная группа). На левых глазах проведена традиционная ирригация-аспирация кортикальных масс (контрольная группа). До этапа удаления кортикальных масс все этапы фактоэмульсификации были выполнены общепринятым способом при идентичных настройках на обоих глазах кроликов. В ходе этапа ирригации-аспирации кортикальных масс при помощи интраоперационной оптической когерентной томографии (ОКТ) оценивали герметичность парацентезов, зияние наружного и внутреннего краев парацентеза, наличие отслойки десцеметовой мембраны, наличие признаков термического повреждения роговицы.

Результаты и обсуждение: по данным интраоперационной ОКТ в обеих группах животных после выполнения экспериментальной ирригации-аспирации кортикальных масс парацентезы во всех случаях были герметичны. В микроархитектонике роговицы в области парацентезов были обнаружены изменения в обеих группах. До гидратации в основной группе зияние внутреннего края парацентеза наблюдалось в 2-х случаях, в контрольной – в 4-х случаях. В контрольной группе в одном случае также было зарегистрировано зияние наружного края парацентеза. После гидратации парацентеза указанные изменения были ликвидированы. Признаков термического повреждения роговицы при использовании ультразвука не наблюдалось.

Заключение: анализ данных интраоперационной оптической когерентной томографии показал, что использование ультразвуковой системы для аспирации масс сопровождается меньшей частотой развития интраоперационных нарушений микроархитектоники роговицы в области парацентезов. Специфических изменений в структуре роговицы в области парацентезов, встречающихся при избыточном воздействии ультразвука, не обнаружено.

Ключевые слова: система для ультразвуковой аспирации, кортикальные массы, интраоперационная ОКТ, парацентез, фактоэмульсификация.

B.M. Aznabaev, G.M. Idrisova, T.I. Dibaev, T.R. Mukhamadeev
**INTRAOPERATIVE OCT OF RABBITS' CORNEA DURING DIFFERENT METHODS
OF CORTEX REMOVAL AT PHACOEMULSIFICATION**

Purpose: to study changes in the intraoperative OCT of the rabbits' cornea during experimental ultrasonic and traditional aspiration of cortex after phacoemulsification.

Material and methods: experimental ultrasonic cortex aspiration with using intraoperative OCT on the right eyes of 15 rabbits was performed (main group). Traditional irrigation-aspiration of cortex on the left eyes was performed (control group). Before the stage of cortex removal, all stages of phacoemulsification were performed in a conventional method with identical settings in both eyes of rabbits. During the stage of irrigation-aspiration of cortex the sealing of paracentesis, the gaping of the outer and inner edges of the paracentesis, and the presence of the Descemet's membrane detachment, signs of thermal damage to cornea using ultrasound were evaluated by intraoperative optical coherence tomography (OCT).

Results and discussion: according to intraoperative OCT in both groups, paracentesis in all cases was sealed. In the corneal microarchitectonics in the area of paracentesis changes were found in both groups. The gaping of the inner edge of paracentesis before hydration was observed in 2 cases in the main group and in 4 cases in the control group. In control group, the gaping of the outer edge of paracentesis was founded in 1 case. These changes were eliminated after hydration of paracentesis. There were no signs of thermal damage to cornea caused by ultrasound.

Conclusions: according to intraoperative optical coherence tomography, using of the system for ultrasonic cortex aspiration is accompanied by a lower frequency of intraoperative corneal microarchitectonics in the area of paracentesis changes. Specific changes in the cornea structure associated with excessive exposure to ultrasound have not been registered.

Key words: system for ultrasonic aspiration, cortex, intraoperative OCT, paracentesis, phacoemulsification.

Несмотря на признание ультразвуковой фактоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы одним из самых распространенных и эффективных методов лечения катаракты продолжается поиск усовершенствования отдельных этапов лечения [3,7,9]. Так, во время удаления кортикальных масс определенные неудобства хирургу доставляет окклюзия аспирационного отверстия плотными или

вязкими кортикальными массами. В таких случаях хирург вынужден совершать дополнительные манипуляции инструментами внутри капсульного мешка и в передней камере. При удалении плотных кортикальных масс хирургу приходится прибегать к использованию наколеника фактоэмульсификатора [4], что ведет к увеличению времени воздействия ирригационных потоков на эндотелий роговицы, а это мо-

жет дополнительно его травмировать. При этом также повышается риск механического повреждения интраокулярных структур хирургическими инструментами [1,7].

Для усовершенствования данного этапа на базе отдела микрохирургического оборудования ЗАО «Оптимедсервис» совместно с сотрудниками кафедры офтальмологии с курсом Института дополнительного профессионального образования Башкирского государственного медицинского университета разработана и предложена система для ультразвуковой аспирации кортикальных масс (патент РФ № 2679305 от 06.02.2019) [6]. Отличительной особенностью данной системы является возможность подавать низкодозированную ультразвуковую энергию, которая оказывает разрушающее действие на трудноаспирируемые кортикальные массы, облегчает и ускоряет их удаление. По данным проведенных экспериментальных исследований использование ультразвуковой системы повышает эффективность и снижает длительность аспирации кортикальных масс по сравнению с традиционной системой [5] и не вызывает термического повреждения роговицы [2].

Оценить структурные изменения роговицы непосредственно во время операции позволяет интраоперационная оптическая когерентная томография (ОКТ) [10,11].

Цель исследования – изучить изменения интраоперационной ОКТ-картины роговицы кроликов при экспериментальной ультразвуковой и традиционной аспирации кортикальных масс после факоэмульсификации.

Материал и методы

Экспериментальная факоэмульсификация была проведена 15 кроликам породы шиншилла с соблюдением общепринятых принципов гуманности, согласно существующим нормативным документам (Приказ Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики», «Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» от 18 марта 1986 г. [8]). После предоперационной подготовки на глазную щель кролика устанавливали векорасширитель, затем производили тоннельный разрез и один парацентез. До этапа ирригации-аспирации кортикальных масс все этапы факоэмульсификации были выполнены общепринятым способом при идентичных настройках на правом и левом глазах кроликов. Для удаления кортикальных масс были сформированы дополнительные парацентезы с целью исключе-

ния механической травмы, нанесенной чоппером при удалении ядра. На правом глазу (n=15, основная группа) операции были выполнены. На отечественной офтальмологической хирургической платформе «Оптимед Профи». На этапе удаления кортикальных масс применяли ультразвуковую систему для аспирации кортикальных масс (патент РФ на изобретение № 2679305 от 06.02.2019 [6]) и традиционный ирригационный наконечник. На левом глазу (n=15, контрольная группа) операции были проведены на офтальмологической хирургической платформе Centurion Vision System с использованием традиционных наконечников для ирригации-аспирации кортикальных масс. В ходе операции в обеих группах использовали аспирационные и ирригационные наконечники одинакового внешнего диаметра с идентичным размером аспирационного отверстия. В обеих группах на этапе удаления кортикальных масс использовали одинаковые настройки систем. Производительность аспирации составляет 35 мл/мин, режим аспирации – постоянный, высота ирригационной емкости – 75 см, предел вакуума 400 мм рт. ст. в основной группе, 550 мм рт. ст. в контрольной группе. В основной группе дополнительно включали ультразвук мощностью 5% при возникновении окклюзии после фиксации фрагмента кортикальных масс к наконечнику. После завершения данного этапа удаляли инструменты и осуществляли контроль герметизации парацентезов до и по окончании гидратации. Имплантация интраокулярной линзы не проводилась. Кроликов выводили из эксперимента путем безболезненной воздушной эмболии.

В ходе ирригации-аспирации кортикальных масс оценивали микроархитектонику роговицы в области парацентезов, через которые осуществляли ирригацию-аспирацию кортикальных масс при помощи интраоперационного оптического когерентного томографа Rescan 700 на операционном микроскопе Carl Zeiss OPMI Lumera 700. Состояние парацентезов оценивали по следующим критериям: герметичность, зияние наружного и внутреннего краев разреза, наличие отслойки десцеметовой мембраны и наличие признаков термического повреждения роговицы при использовании ультразвука (сморщивание коллагеновых волокон стромы в виде «акульего плавника») [12].

Сбор и обработка полученных результатов проводились в программе Microsoft Excel 2016. Для оценки качественных переменных использовали методы описательной статистики.

Результаты и обсуждение

Во время проведения экспериментальной факоэмульсификации в обеих группах интраоперационных осложнений не наблюдалось. По данным, полученным с помощью интраоперационной ОКТ, после выполнения ирригации-аспирации кортикальных масс во всех

случаях парацентезы были герметичны (рис. 1а). В обеих группах в микроархитектонике роговицы в области парацентезов были обнаружены зияния внутреннего или наружного краев (рис. 1 б, в), частота которых представлена на рис. 2. После гидратации парацентезов указанные изменения отсутствовали (рис. 1г).

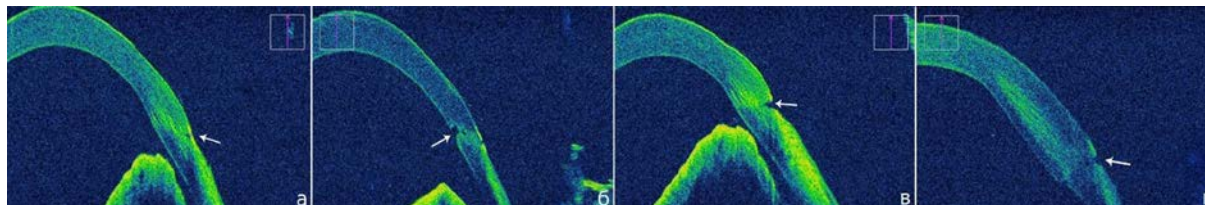


Рис. 1. Интраоперационные оптические когерентные томограммы роговицы кроликов: а – парацентез в норме в контрольной группе; б – зияние внутреннего края парацентеза в основной группе (белая стрелка); в – зияние наружного края парацентеза в контрольной группе (белая стрелка); г – полная герметичность парацентеза после гидратации в основной группе (белая стрелка)



Рис. 2. Частота встречаемости изменений в микроархитектонике роговицы в области парацентезов в основной и контрольной группах

Признаков термического повреждения ткани роговицы в области парацентезов при использовании разработанной ультразвуковой системы для аспирации кортикальных масс не наблюдалось.

Закключение. Анализ данных интраоперационной оптической когерентной томографии показал, что использование ультразвуковой системы для аспирации масс сопровождается меньшей частотой развития интраоперационных нарушений микроархитектоники роговицы в области парацентезов. При этом специфических изменений в структуре роговицы в области парацентезов, встречающихся при избыточном воздействии ультразвука, не обнаружено.

Сведения об авторах статьи:

Азнабаев Булат Маратович – д.м.н., профессор кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, Генеральный директор ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: 8 (347)275-97-65. E-mail: office@optimed-ufa.ru. ORCID: 0000-0003-1796-8248.

Идрисова Гульназ Маратовна – ассистент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, врач-офтальмолог ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: idguma@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4849-7354.

Дибав Тагир Ильдарович – к.м.н., доцент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, заведующий отделом координации научных исследований ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: 8 (347)277-60-60. E-mail: dibaev@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-7448-6037.

Мухаммадеев Тимур Рафаэльевич – д.м.н., зав. кафедрой офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, заместитель Генерального директора по научно-клинической работе ЗАО «Оптимедсервис». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: 8(347)275-97-65. E-mail: photobgmu@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3078-2464.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ причин разрыва задней капсулы хрусталика при выполнении факоэмульсификации катаракты молодыми хирургами / С.В. Кривко [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2014. – № 2. – С. 29-30.
2. Идрисова, Г.М. Термическая безопасность системы для ультразвуковой аспирации кортикальных масс / Г.М. Идрисова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – Т. 14. – № 4. – С. 919-922.
3. Иошин И.Э. Факоэмульсификация / И.Э. Иошин. – М.: Апрель, 2012. – 104 с.
4. Каныков В.Н., Горбунов А.А. Модификация техники ультразвуковой факоэмульсификации у пациентов с плотной ядерной катарактой [Электронный ресурс] / В.Н. Каныков, А.А. Горбунов // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии – 2008: сб. науч. ст. / под ред. Х.П. Тахчиди. URL: <http://www.eyepress.ru/article.aspx?6192> (дата обращения: 30.08.2021).
5. Оценка эффективности новой системы для удаления кортикальных масс при факоэмульсификации в эксперименте / Б.М. Азнабаев [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 5. – С. 12-14.
6. Патент 2679305 Российская Федерация. Способ аспирации кортикальных масс и устройство для его осуществления / Б.М. Азнабаев [и др.]; заявитель и патентообладатель: закрытое акционерное общество «Оптимедсервис»; заявл. 14.12.2017; опубл. 06.02.2019, Бюл. № 4.
7. Phacoemulsification: principles and techniques, 2nd edition / L. Buratto [et al.]. – New York: Slack Inc., 2003. – 768 p.

8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes [Electronic resource] / Council of Europe treaty series, explanatory report (18 March 1986, Strasbourg). URL: <http://www.worldlii.org/int/other/treaties/COETSER/1986/1.html> (accessed 30.08.2021).
9. Fine, I.H. New phacoemulsification technologies / I.H. Fine, M. Packer, R.S. Hoffman // J. Cataract Refract. Surg. – 2002. – Vol. 28, № 6. – P. 1054-1060.
10. Jeewan, S.T. Intraoperative optical coherence tomography in anterior segment surgeries / S.T. Jeewan, M. Kaur, R. Falera // Indian J. Ophthalmol. – 2017. – Vol. 65, № 2. – P. 116-121.
11. Microscope integrated intraoperative spectral domain optical coherence tomography for cataract surgery: uses and applications / S. Das [et al.] // Curr. Eye Res. – 2016. – Vol. 41, № 5. – P. 643-652.
12. Osher, R.H. Shark fin: a new sign of thermal injury / R.H. Osher // J. Cataract Refract. Surg. – 2005. – Vol. 31, № 3. – P. 640-642.

REFERENCES

1. Krivko S.V. [et al.]. Analysis of the causes of the posterior capsule rupture of the lens during the phacoemulsification of cataract by young surgeons. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* (Modern technologies in ophthalmology). 2014;(2):29-30. (in Russ.).
2. Idrisova G.M. The thermal safety of system for ultrasonic aspiration of lens cortex. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2018;14(4):919-922. (in Russ.).
3. Ioshin I.E. Phacoemulsification. Moscow: April. 2012. 104 p. (in Russ.).
4. Kanyukov V.N., Gorbunov A.A. Modification of ultrasonic phacoemulsification technique in patients with dense nuclear cataracts [Electronic resource]. *Sovremennye tekhnologii kataraktal'noy i refraktsionnoy khirurgii* (Modern technologies of cataract and refractive surgery). 2008. URL: <http://www.eyepress.ru/article.aspx?6192> (accessed 30 August 2021). (in Russ.).
5. Aznabaev B.M. [et al.]. Otsenka effektivnosti novoi sistemy dlya udaleniya kortikal'nykh mass pri fakoehmul'sifikatsii v ehksperimente (Evaluation of the effectiveness of a new system for the removal of cortical masses during phacoemulsification in the experiment). *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii* (Modern technologies in ophthalmology). 2018;(5):12-14. (in Russ.).
6. Aznabaev B.M. [et al.]. Patent 2679305 Russian Federation. Proprietor: Closed joint-stock company «Optimedservis»; date of filing: 14 December 2017; date of publication 6 February 2019, bulletin 4. (in Russ.).
7. Buratto L. [et al.]. Phacoemulsification: principles and techniques, 2nd edition. New York: Slack Inc. 2003. 768 p. (in Engl.).
8. Council of Europe treaty series, explanatory report (18 March 1986, Strasbourg). European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes [Electronic resource]. URL: <http://www.worldlii.org/int/other/treaties/COETSER/1986/1.html> (accessed 30 August 2021). (in Engl.).
9. Fine I.H., Packer M., Hoffman R.S. New phacoemulsification technologies. *J. Cataract Refract. Surg.* 2002;28(6):1054-1060. (in Engl.). doi: 10.1016/s0886-3350(02)01399-8.
10. Jeewan S.T., Kaur M., Falera R. Intraoperative optical coherence tomography in anterior segment surgeries. *Indian J. Ophthalmol.* 2017;65(2):116-121. (in Engl.). doi: 10.4103/ijo.IJO_868_16.
11. Das S. [et al.]. Microscope integrated intraoperative spectral domain optical coherence tomography for cataract surgery: uses and applications. *Curr. Eye Res.* 2016;41(5):643-652. (in Engl.). doi: 10.3109/02713683.2015.1050742.
12. Osher R.H. Shark fin: a new sign of thermal injury. *J. Cataract Refract. Surg.* 2005;31(3):640-642. (in Engl.). doi: 10.1016/j.jcrs.2004.11.034.

УДК 591.471.34:616.379-008.64-092.9

© Коллектив авторов, 2022

А.В. Торба¹, В.И. Лузин¹, М.Г. Киселева², И.В. Стрельникова², Е.Е. Биндусов² ПРОЧНОСТЬ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ У БЕЛЫХ КРЫС РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА ПРИ СТРЕПТОЗОТОЦИНИНДУЦИРОВАННОМ ДИАБЕТЕ

¹ГУ ЛНР «Луганский государственный медицинский университет
им. Святителя Луки», г. Луганск, Луганская Народная Республика

²ФГБОУ ВО «Московская государственная академия физической культуры»,
Московская обл., пос. Малаховка

Цель исследования: установить динамику изменения механических характеристик плечевой кости у белых крыс различного возраста со стрептозотоцининдуцированным диабетом.

Материал и методы. В исследовании были задействованы инфантильные белые крысы (возраст 1 месяц, масса 45-50 г (И)), ювенильные (возраст 3 месяца, масса 135-150 г (Ю)) и предстарческие (возраст 17-18 месяцев, масса 290-310 г (Пс)) (всего 210 животных). Сахарный диабет индуцировали однократным внутрибрюшинным введением стрептозотоцина в дозе 55 мг/кг (по 35 крыс каждого возраста). Контролем служили интактные животные (по 35 крыс каждого возраста). Тестирование прочности плечевых костей производили при скорости нагружения 10 мкм/мин на стенде с 3-точечным изгибом, характеристики прочности (удельную стрелу прогиба, минимальную работу разрушения кости, модуль упругости и предел прочности) рассчитывали по деформационным графикам.

Результаты и обсуждение. Нарушалась прочность плечевой кости в условиях стрептозотоцинового диабета у подопытных животных. Ведущими признаками снижения механической прочности являлись отставание значений предела прочности, модуля упругости и минимальной работы разрушения. Девиация показателей во всех возрастных группах нарастала с увеличением длительности эксперимента. В результате к 90 суткам у инфантильных животных предел прочности, модуль упругости и минимальная работа разрушения кости отставали от контрольных показателей на 9,73%, 6,67% и 9,28%, у ювенильных – на 11,97%, 4,53% и 10,59%, в предстарческом возрасте – на 13,05%, 7,19% и 7,90% соответственно.

Заключение. Прочность плечевой кости при стрептозотоцининдуцированном диабете снижается. Ведущими признаками снижения прочности являлись отставание значений минимальной работы разрушения, модуля упругости и предела прочности. У инфантильных крыс понижение биомеханических параметров плечевых костей наблюдалось в течение 7 – 90 суток; с 60 суток эксперимента намечалась тенденция к стабилизации выявленных отклонений. У ювенильных животных и крыс предстарческого возраста изменения наблюдались с 7 по 90 сутки эксперимента и постепенно нарастали в большей степени в старшей возрастной группе.

Ключевые слова: крысы, стрептозотоцин, диабет, костная система, прочность.