

36. Physico-chemical analysis of metronidazole encapsulation processes in Eudragit copolymers and their blending with amphiphilic block copolymers / H. P. Oliveira [et al.] // Int. J. of Pharmaceutics. – 2009. – Vol. 380, №№ 1-2. – P. 55-61.
37. Preparation and characterization of metronidazole benzoate-gamacyclodextrin inclusion compound / F. Giordano [et al.] // Boll. Chim.Farmaceutico. – 1992. – Vol. 131, № 4. – P. 150-156.
38. Preparation and investigation of products containing metronidazole and beta-cyclodextrin / M. Kata, A. Antal // Acta Pharm. Hung. – 1984. – Vol. 54, № 3. – P. 116-122.
39. Prolonged intragastric drug delivery mediated by Eudragit® E-carrageenan polyelectrolyte matrix tablets / A. Bani-Jaber [et al.] // AAPS PharmSciTech. – 2011. – Vol. 12, № 1. – P. 354-361.
40. Skalko-Basnet, N. Liposomes containing drug and cyclodextrin prepared by the one-step spray-drying method / N. Skalko-Basnet, Z. Pavelic, M. Becirevic-Lacan // Drug Dev. Ind. Pharm. – 2000. – Vol. 26, № 12. – P. 1279-1284.
41. Synthesis and design of chitosan derivative pH stimuli sensitive microparticles for colon targeted metronidazol delivery / G. K. Tripathi [et al.] // J. Chem. Pharm. Res. – 2012. – Vol. 4, № 5. – P. 2656-2665.
42. Szeitly, J. Cyclodextrin Technology / J. Szeitly. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1988. – 453 p.
43. The activity of a metronidazole analogue and its β -cyclodextrin complex against *Trypanosoma cruzi* / M. S. Lopes [et.al.] // Mem. Ins. Oswaldo Cruz. – 2011. – Vol. 106, № 8. – P. 1055-1057.
44. United States Patent. Ester of metronidazole with N,N-dimethylglycine and acid addition salt thereof / Thorbek et al. Date of Patent: Nov. 13, 1984.

УДК 617.741-089.87

© М.М. Бикбов, Ю.К. Бурханов, Э.Л. Усубов, 2014

М.М. Бикбов, Ю.К. Бурханов, Э.Л. Усубов
ФЕМТОЛАЗЕР – АССИСТИРОВАННАЯ ХИРУРГИЯ КАТАРАКТЫ
ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ», г. Уфа

Внедрение фемтосекундного лазера в клиническую практику хирургии катаракты имеет множество потенциальных преимуществ, таких как проведение дозированных роговичных разрезов, круглого и центрированного капсулорексиса и фрагментации ядра хрусталика с помощью запрограммированных паттернов. Таким образом достигается сокращение продолжительности операции, а также уменьшение времени и энергии ультразвукового воздействия на этапе факоэмульсификации до 50%, что снижает частоту интра- и послеоперационных осложнений. Являясь современной технологией, фемтолазерная хирургия катаракты в настоящее время находится на стадии внедрения в широкую клиническую практику офтальмологов.

Ключевые слова: фемтосекундный лазер, хирургия катаракты.

M.M. Bikbov, Yu.K. Burkhanov, E.L. Usubov
FEMTOLASER - ASSISTED CATARACT SURGERY

The introduction of femtosecond lasers in clinical practice for cataract surgery offers many potential benefits, such as holding dose corneal incisions, round and centered capsulorhexis and lens fragmentation using programmed patterns. This achieves a reduction in the duration of the operation, as well as reducing the time and energy of ultrasound emulsification of lens up to 50 %, which reduces the incidence of intraoperative and postoperative complications. As an up-to-date technology femtolaser cataract surgery is currently under implementation in clinical practice of ophthalmologists.

Key words: femtosecond laser, cataract surgery.

В настоящее время трудно представить прогресс в медицине без лазерных технологий, которые открыли новые возможности в разрешении многочисленных медицинских проблем. Изучение механизмов воздействия лазерного излучения различных длин волн и уровней энергии на биологические ткани позволяет создавать лазерные медицинские многофункциональные приборы, диапазон применения которых в клинической практике стал очень широк. Использование лазерной энергии в хирургии катаракты начинается с 80-х годов. D. Aron-Rosa и C. Puliafito применили Nd:YAG-лазер длиной волны 1,064 мкм, излучающий сверхкороткие лазерные импульсы для транскорнеальной фрагментации передних слоев хрусталика [8,25]. R. Snyder для разрушения вещества хрусталика использовал эрбиевый YAG-лазер [31]. В отечественной офтальмологической практике впервые лазерная энергия была использована для

проведения факокапсулопунктуры детям с врожденной катарактой в 1975 году академиком М.М. Красновым и заведующим отделом лазерных методов лечения ВНИИ глазных болезней Минздрава СССР кандидатом медицинских наук В.С. Акопяном [16]. Поиски наиболее подходящего лазера для использования его в хирургии катаракты привели к разработке в 1997 году в МНТК «Микрохирургия глаза» лазерной хирургической системы «Ракот» на основе Nd:YAG-лазера длиной волны 1,44 мкм [5,7].

Фемтосекундный лазер (ФСЛ) в офтальмологической практике применяется с 2001 года. Технология с использованием ФСЛ широко применяется при лазерном кератомилезе in situ (LASIK) для формирования роговичного лоскута. Было отмечено несколько преимуществ по сравнению с механическим микрокератомом: точность формирования роговичного лоскута заданной толщины, без-

опасность и автоматизация процедуры [17,24,30,32].

Использование ФСЛ в хирургии катаракты имеет свои особенности. Разрезы проводятся внутри и на поверхности хрусталика, а для точной детализации внутриглазных структур потребовалось внедрение оптической когерентной томографии или шеймпфлюг камеры в лазер [9,10,15].

ФСЛ работает в инфракрасном диапазоне (1053 нм) и с коротким временем импульса $1/15^{15}$. ФСЛ действует на определенный участок ткани, не затрагивая окружающие структуры, такие как роговица, радужка, связочный аппарат и капсульный мешок хрусталика. Воздействие лазерного импульса низкой энергии (от фемтосекундного до нескольких наносекундных) и высокой пиковой мощности способствует образованию плазмы – частично или полностью ионизированного газа, генерации ударных волн и кавитации, вызывая в тканях разрыв. Доказано, что сокращение импульса от наносекундного до фемтосекундного уменьшает количество образования плазмы и снижает механическое воздействие на ткани. Под действием импульса возникающий эффект фоторазрыва или фоторасслоения позволяет выполнить локальный, дозированный разрез ткани, не оказывая теплового воздействия. Расслоение разделенных тканей происходит образованными кавитационными пузырями [2,13].

В клинической практике хирургии катаракты ФСЛ впервые был применен профессором Z. Nagy в 2008 году в Будапеште [22]. Введение ФСЛ в хирургию катаракты дает множество потенциальных возможностей. ФСЛ в хирургии катаракты используется для проведения роговичных разрезов, капсулотомии и фрагментации ядра хрусталика [1,2,4,6,12,27,29].

В клинической практике герметичность роговичных разрезов в хирургии катаракты является одним из важных условий, снижающих частоту послеоперационных осложнений воспалительного характера. Лабораторные исследования на кадаверных глазах показали, что ФСЛ способен выполнить герметичные роговичные разрезы правильной архитектуры [19].

Проведение капсулорексиса является одним из основных этапов факоэмульсификации катаракты. Он должен быть непрерывным, центрированным, иметь округлую форму и определенный диаметр, равномерно покрывающий периферическую часть ИОЛ. Следует отметить, что неправильно сформированный капсулорексис может привести к

неправильному положению интраокулярной линзы. Это имеет особое значение при имплантации торических и мультифокальных линз, так как от их правильного положения в капсульном мешке зависят ожидаемый рефракционный результат и качество зрения пациента [3,6,12,14,26,33].

ФСЛ позволяет создать почти идеальный, круглый и центрированный капсулорексис, что имеет несколько потенциальных преимуществ по сравнению с мануальным формированием капсулорексиса [6,10,12,14,23]. При формировании рексиса передней капсулы хрусталика ФСЛ перемещается от задней поверхности к передней. Это позволяет уменьшить искажение входящего лазерного пучка образованными газовыми пузырями. Proff. Nagy и Freidman (2009) в своих работах показали, что передний капсулорексис, сформированный фемтосекундным лазером, имеет достаточную прочность и сопоставим с капсулорексисом, созданным вручную [22,26]. Это в свою очередь помогает исключить риск «убегания» капсулорексиса. В исследованиях Marques et al. (2009) возникший надрыв передней капсулы в 40% случаев переходил на заднюю капсулу и в 20% случаев требовал дополнительного вмешательства. Lawless (2012) представил данные о 0,2% осложнений в виде надрыва передней капсулы среди 500 случаев фемтолазерной хирургии катаракты [18].

Palanker (2010) в своей работе подтвердил точность формирования капсулорексиса по заданным параметрам при использовании ФСЛ. Средняя округлость капсулотомического отверстия, сформированного ФСЛ, по его данным составила 0,942 в 29 глазах и 0,774 в 30 глазах при формировании подобного отверстия мануальной методикой [10]. Friedman (2011) определил, что отклонение от предполагаемого диаметра составило 29 ± 26 мкм на глазах с фемтолазерной капсулотомией и 337 ± 258 мкм при мануальной технике выполнения со средним отклонением от окружности 6% и 20% соответственно [12]. Nagy Z. et al. (2011) также подтвердили, что эти результаты не зависели от размера и формы глаза [21]. Kranitz et al. (2011) отметили, что на глазах после фемтолазерной капсулотомии по сравнению с мануальным капсулорексисом имеются значительно низкие внутренние аберрации в послеоперационный период [14,20].

Фемтосекундные лазеры также позволяют проводить фрагментацию ядра хрусталика с помощью запрограммированных паттернов деления. Ряд работ свидетельствуют

об эффективной фрагментации ядра, уменьшении времени и энергии ультразвукового воздействия на этапе факоэмульсификации до 50% [11,22]. Это приводит к уменьшению послеоперационных осложнений в виде отеков роговицы и быстрому восстановительному периоду. Однако в литературе нет данных, указывающих на выбор типа паттерна фрагментации в зависимости от степени плотности ядра хрусталика.

Фемтолазерная хирургия катаракты призвана улучшить послеоперационные результаты и снизить риск осложнений во время операции. Однако существует ряд осложнений, возникающих при использовании ФСЛ. К ним относятся субконъюнктивальные геморрагии, которые возникают при использовании вакуумных колец для фиксации глаза во время процедуры, хотя они не влияют на послеоперационный результат [4].

В классической хирургии катаракты осложнения, связанные с разрывом задней капсулы, встречаются от 0,79 до 5,3% случаев в зависимости от опыта хирурга [18].

Roberts et al. (2011) опубликовали данные, которые свидетельствуют об опасности разрыва задней капсулы у пациентов с плотными ядрами. Кавитационные пузыри, возникающие при делении плотных ядер, создавали напряженность в капсульном мешке, что приводило к спонтанному его разрыву [28]. Хотя данный факт был отмечен при освоении техники фемтолазерной хирургии, вопрос остается открытым. Встречаемость частоты разрыва

задней капсулы при фемтолазерной хирургии катаракты больше зависит от мастерства хирурга, чем от техники самой процедуры. В доступной литературе единого мнения об этом не встречается.

Исследования той же группой авторов (2013 г.) 1500 случаев фемтолазерной хирургии катаракты показали, что использование фемтосекундного лазера является более безопасным по сравнению с классической техникой [27].

На начальных этапах развития фемтолазерной хирургии катаракты существовали строгие критерии отбора пациентов для этой процедуры. Критериями исключения были пациенты с узкой глазной щелью, гемифациальным спазмом, нистагмом, помутнением роговицы, декомпенсированной глаукомой, узким ригидным зрачком, набухающей катарактой, подвывихом хрусталика. Увеличение количества проделанных операций и опыта применения фемтосекундного лазера расширяют его возможности и показания для использования в хирургии осложненных катаракт.

Большой потенциал этой технологии позволяет проводить микрохирургические вмешательства на клеточном уровне и открывает широкий спектр возможностей. Являясь современной технологией, фемтолазерная хирургия в настоящее время находится на стадии внедрения в широкую клиническую практику офтальмологов. Параллельно ведутся поиски применения фемтосекундного лазера в хирургии осложненных катаракт и расширения показаний.

Сведения об авторах статьи:

Бикбов Мухаррам Мухтарамович – д.м.н., профессор, директор ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Пушкина, 90. Тел./факс 8(347) 272-65-62/ 8(347) 272-08-52. E-mail: eye@anrb.ru.

Бурханов Юлай Кашифович – врач-офтальмолог ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Пушкина, 90. Тел./факс 8(347) 272-65-62/ 8(347) 272-08-52. E-mail: y.burkhanov@gmail.com.

Усубов Эмин Логманович – к.м.н., в.н.с. отдела хирургии роговицы и хрусталика ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ». Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Пушкина, 90. Тел./факс 8(347) 272-65-62/ 8(347) 272-08-52. E-mail: emines.us@inbox.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Факоэмульсификация катаракты с фемтолазерным сопровождением. Первый отечественный опыт / С. Ю. Анисимова [и др.] // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2012. – №3. – С.7-10.
2. Фемтолазерное сопровождение хирургии катаракты: методическое пособие / С. Ю. Анисимова [и др.]. – М., 2013. – 15 с.
3. Анисимова, Н. С. Топография блока «капсульный мешок – ИОЛ» после факоэмульсификации катаракты с фемтолазерным сопровождением по данным ультрабиомикроскопии / Н. С. Анисимова, К. М. Полякова // VIII Всероссийская научная конференция молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы офтальмологии»: сб. науч. работ. – М., 2013. – С. 28-29.
4. Результаты фемтолазерной хирургии катаракты с использованием платформы VICTUS / М. М. Бикбов [и др.]// Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: сб. науч. статей. – М., 2013. – С. 40.
5. Способ лазерной экстракции катаракты: Патент 2102048 / С.Н. Федоров [и др.] – Бюллетень «Изобретения (заявки и патенты)» – 20.01.1998 – № 2
6. Преимущества фемтосекундного капсулорексиса по сравнению с механическим / А. В. Трубилин [и др.]// VIII Всероссийская научная конференция молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы офтальмологии»: сб. науч. работ. – М., 2013. – С. 250-252.
7. Результаты 1000 лазерных экстракций катаракты / С. Н. Федоров [и др.]// Офтальмохирургия. – 1999. – №3. – С. 3-14.
8. Aron-Rosa, D. Use of a pulsed neodymium-YAG laser for anterior capsulotomy before extracapsular cataract extraction / D. Aron-Rosa // Amer. Intra-Ocular Implant Soc. J. – 1981. – Vol. 7. – P. 332-333.
9. Batlle, J. F. OCT-guided femtosecond laser cataract & surgery: precision and efficacy. Association for Research in Vision and Ophthalmology Annual Meeting [Электронный ресурс] / J. F. Batlle, R. Feliz, W. W. Culbertson // Fort Lauderdale, FL. – 2011. Режим доступа: www.arvo.org.
10. Daniel V., Palanker. Femtosecond laser-assisted cataract surgery with integrated optical coherence tomography [Электронный ресурс] / Palanker V. Daniel [et al.]// Sci. Transl Med. – November, 17. – 2010. – Vol. 2. – Режим доступа: <http://stm.sciencemag.org/content/current>.

11. Edwards, K. The effect of laser lens fragmentation on use & of ultrasound energy in cataract surgery [Электронный ресурс] / K. Edwards, H. S Uy, S. Schneider // Association for Research in Vision and Ophthalmology Annual Meeting. A4710 Poster #D768. Fort Lauderdale, FL. – 2011. – Режим доступа: www.arvo.org.
12. Friedman, N. J. Femtosecond laser capsulotomy / N. J. Friedman, D.V. Palanker, G. Schuele // J Cataract Refract Surg. – 2011. – Jul. – P. 1189-1198.
13. Jay, S. Comparing Femtosecond Lasers / S. Jay // Cataract&Refractive surgery today. – Vol. 10. – 2008. – P. 45-46.
14. Kranitz, K. Femtosecond laser capsulotomy and & manual continuous curvilinear capsulorhexis parameters and their effects on intraocular lens centration / K. Kranitz, A. Takacs, K. Mihaltz [et al.] // J Refract Surg. – 2011. – P. 558-563.
15. Kránitz, K. Intraocular Lens Tilt and Decentration Measured By Scheimpflug Camera Following Manual or Femtosecond Laser-created Continuous Circular Capsulotomy / K. Kránitz, K. Miháltz, G. L. Sándor [et al.] – J Refract Surg. – 2012. – P. 259-263.
16. Krasnov, M. M. Laser-phakorupture in the treatment of soft cataracts /
17. M. M. Krasnov // Br J. Ophthalmol. – 1975. – P. 96-98.
18. Kim, P. Applications of the femtosecond laser in corneal refractive surgery / P. Kim, G. L. Sutton, D. S. Rootman // Curr Opin Ophthalmol. – 2011. – P. 238-244.
19. Marques, F. F. Fate of anterior capsule tears during cataract surgery / F. F. Marques, D. M. Marques, R. H. Osher [et al.] - J Cataract Refract Surg. – 2006. – Vol. 32. – P. 1638-1642.
20. Masket, S. Femtosecond laser-assisted cataract incisions: architectural stability and reproducibility / S. Masket, M. Sarayba, T. Ignacio // J Cataract Refract Surg. – 2010. – Jun. – P. 1048-1049.
21. Miháltz, K. Internal aberrations and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery / K. Miháltz, M. C. Knorz, J. L. Alió // Refract Surg. – 2011. – Oct. – P. 711-716.
22. Nagy, Z. Z. Comparison of intraocular lens decentration parameters after femtosecond and manual capsulotomies / Z. Z. Nagy, K. Kránitz, A. I. Takacs // J Refract Surg. – 2011. – Aug. – P. 564-569.
23. Nagy, Z. Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery / Z. Nagy, A. Takacs, T. Filkorn [et al.] // J Refract Surg. – 2009. – Vol. 25. – P. 1053-1060.
24. Nagy, Z. Z. Advanced technology IOLs in cataract surgery: pearls for successful femtosecond cataract surgery [Электронный ресурс] / Int Ophthalmol Clin. – 2012. – Режим доступа: <http://ovidsp.tx.ovid.com>.
25. Nordan, L. T. Femtosecond laser flap creation for laser in situ keratomileusis: six-month follow-up of initial U.S. clinical series / L. T. Nordan, S. G. Slade, R. N. Baker [et al.] // J Refract Surg. – 2003. – P. 8-14.
26. Puliafito, C. A. Laser surgery of the lens. Experimental studies / C. A. Puliafito, R. F. Steinert // Ophthalmology. – 1983. – Vol. 90. – P.1007.
27. Raviv, T. The perfectly sized capsulorhexis // J. Cataract Refract. Surg. – 2009. – June. – P. 37-41.
28. Roberts, T. V. Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery. A prospective study of 1500 consecutive cases / T.V. Roberts, M. A. Lawless, S. J. Bali [et al.] // Ophthalmology. – 2013. – Vol. 120. – P. 227-233.
29. Roberts, T. V. Capsular block syndrome associated with femtosecond laser-assisted cataract surgery / T. V. Roberts, G. Sutton, M. A. Lawless // J Cataract Refract Surg. – 2011. – Nov. – P. 2068-2070.
30. Roberts, T. V. Femtosecond laser cataract surgery: technology and clinical practice / T. V. Roberts, M. Lawless, C. C. Chan [et al.] // Clin Experiment Ophthalmol. – 2013. – P. 180-186.
31. Salomao, M. Q. Femtosecond laser in laser in situ keratomileusis / M. Q. Salomao, S. E Wilson // J Cataract Refract Surg. – 2010. – P. 1024-1032.
32. Snyder, R. J. In vitro comparison of phacoemulsification and the erbium: YAG laser in lens capsule rupture / R. J. Snyder, H. J. Noecker // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 1994. – Vol. 35, N 4. – P. 1934.
33. Sutton, G. Accuracy and precision of LASIK flap thickness using the IntraLase femtosecond laser in 1000 consecutive cases / G. Sutton, C. J. Hodge. – Refract Surg. – 2008. – P. 802-806.
34. Szigeti, A. Comparison of long-term visual outcome and IOL position with a single-optic accommodating IOL after 5.5 or 6.0 mm Femtosecond laser capsulotomy / A. Szigeti, K. Kranitz, A. I. Takacs, K. Mihaltz [et al.] // J. Refract Surg. – 2012. – P. 609-613.

УДК 615.832-536.2

© И.А. Бурков, А.А. Жердев, А.В. Пушкарев, А.В. Шакуров, А.В. Пушкарев, 2014

И.А. Бурков¹, А.А. Жердев¹, А.В. Пушкарев¹, А.В. Шакуров¹, А.В. Пушкарев²

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГИПОТЕРМИИ

¹ФГБУ «Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана», г. Москва

²ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа

В настоящее время остаются неизученными такие вопросы режима дозирования гипотермии, как длительность, получаемый эффект, интенсивность входа и выхода из этого состояния, глубина и точность ее поддержания. Существует недостаток систематизированных клинических данных по практическому применению различных вариантов гипотермического охлаждения. В работе проведен обзор теплофизических параметров искусственной общей и местной терапевтической гипотермии. Также представлены выводы о современных тенденциях, дополнения к классификации гипотермии. Подчеркивается, что актуально дальнейшее изучение как оптимальной температуры в зависимости от целей, так и длительности, точности поддержания скорости изменения температуры. С совершенствованием технического обеспечения гипотермии возможно дальнейшее снижение температуры общей и местной гипотермии. Исследования целевых и допустимых параметров гипотермии позволит создать базу для эффективного оборудования нового поколения с более точным дозированием охлаждения согласно медицинским требованиям.

Ключевые слова: гипотермия, местная гипотермия, общая гипотермия, температура, скорость изменения температуры.

I.A. Burkov, A.A. Zherdev, A.V. Pushkarev, A.V. Shakurov, A.V. Pushkarev
THERMOPHYSICAL PARAMETERS OF HYPOTHERMIA

Currently, such questions of hypothermia dosage as duration time, the received effect, intensity of entering and exiting the state, the depth and accuracy of its support have still not been studied yet. There is a lack of systematized clinical data on practical application of different variants of hypothermic cooling. This article is devoted to a review of thermophysical parameters of systemic and