УДК 617.741-004.1

# Фемтосекундный лазер в хирургии катаракты

Н.П. Паштаев, И.В. Куликов

*Чебоксарский филиал «ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России*

**РЕФЕРАТ**

В статье приведен обзор литературы по истории применения лазеров в хирургии катаракты, их техническим свойствам, особенностям воздействия фемтосекундного лазера (ФСЛ) на ткани, современным лазерным установкам для хирургии катаракты, экспериментальным и клиническим результатам, оценка эффективности и безопасности факоэмульсификации с фемтолазерным сопровождением (FLACS, ФЛЭК). Из анализа публикаций следует, что ФЛЭК является безопасной и более эффективной по сравнению с традиционной ультразвуковой факоэмульсификацией, что подтверждается статистически значимым повышением клинических, функциональных и субъективных показателей зрительной системы в раннем и отдаленном послеоперационных периодах.

**Ключевые слова:** *экстракция катаракты, факоэмульсификация с фемтолазерным сопровождением (FLACS, ФЛЭК).* ■

***Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в отношении содержания настоящего обзора.***

Офтальмохирургия.– 2016.– № 3.– С. 74-79.

**ABSTRACT**

**Femtosecond laser in cataract surgery**

N.P. Pashtaev, I.V. Kulikov

*The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, the Cheboksary Branch, Cheboksary, Russia*

The article presents a review of the literature on the history of laser use in cataract surgery, their technical properties, peculiarities of influence on tissue, modern laser units for cataract surgery, experimental and clinical results, evaluation of the efficacy and safety of femtosecond laser-assisted cataract surgery (FLACS).

Analysis of publications testifies that FLACS is safe and more effective versus traditional ultrasound phacoemulsification which is proved by a statistically significant increase of clinical, functional and subjective indices of visual system in early and long-term postoperative periods.

**Key words:** *cataract extraction, femtosecond laser-assisted cataract surgery (FLACS).* ■

***No author has a financial or proprietary interest in the contents of the present review.***

The Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.– 2016.– No. 3.– P. 74-79.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ежегодно выполняется примерно 18 млн. вмешательств по удалению катаракты, в ближайшее время из-за демографических изменений и старения населения эта цифра может вырасти до 24 млн. [25]. Разработка инновационных технологий хирургии катаракты определяется социальной и профессиональной значимостью задачи, поставленной ВОЗ, согласно которой катаракта является одной из основных причин устранимой слепоты, и нужно приложить максимум сил для борьбы с ней.

Современная хирургия катаракты ознаменовалась появлением ультразвуковой факоэмульсификации (ФЭК), которая как в нашей стране, так и во всем мире стала активно применяться с 90-х гг. прошлого столетия. В последующем обозначились основные проблемные моменты технологии стандартной ФЭК. Это, в первую очередь, невозможность выполнения идеально ровного капсулорексиса, что могло приводить к неправильному положению интраокулярной линзы (ИОЛ) и, как следствие, к вероятности отклонения получаемой рефракции от запланированной и возникновению аберраций высшего порядка [13]. Кроме того, следует отметить, что излишние затраты ультразвука для факофрагментации плотных катаракт могут приводить к потере

эндотелиальных клеток роговицы и являться фактором риска такого интраоперационного осложнения, как разрыв капсулы хрусталика [13]. Отмечены затруднения при фрагментации плотного ядра хрусталика. Неверная конфигурация роговичных разрезов может являться причиной нестабильности глубины передней камеры в ходе ФЭК, что, в свою очередь, отражается на состоянии роговицы, радужной оболочки, стекловидного тела и сетчатки [34].

По литературным данным частота осложнений при выполнении ФЭК у разных хирургов колеблется, однако общие тенденции и характер осложнений примерно одинаковы [3, 15, 17, 42]. Chen M. при выполнении стандартной ФЭК на 533 глазах зафиксировал интраоперационные осложнения в 32 случаях (5,8%) [17]. Известно, что 98-99% механической энергии колебаний ультразвуковой иглы в факоэмульсификаторах трансформируется в тепловую энергию, и даже кратковременное прекращение ирригации раствора (при окклюзии аспирационного отверстия) вызывает коагуляцию ткани роговицы и ожог в области разреза [19].

Важным моментом в хирургии катаракты сегодня, особенно с учетом выполнения операций в амбулаторных условиях и повышения хирургической активности, является необходимость минимизации количества осложнений и получения высоких функциональных результатов в короткие сроки [2].

Внедрение лазерных технологий в хирургию катаракты в 70-х гг. прошлого столетия стало значимым событием, поскольку хирурги получили бесценный инструмент, позволяющий изменить традиционные подходы к факофрагментации и развивать это направление [27]. Короткие импульсы рубинового и неодимового лазеров впервые позволили производить перфорацию (фотодеструкцию) ткани без ее теплового коллатерального повреждения. Эти исследования легли в основу работы лазеров-перфораторов для выполнения иридо-, капсуло-, трабекуло-, мембрано-, швартотомии и других интраокулярных вмешательств [8].

С 1994 по 1997 гг. научная группа российских офтальмохирургов в составе Копаевой В.Г. и Андреева Ю.В. под руководством академика Федорова С.Н. совместно с инженерами Санкт-Петербургского института точной механики и оптики Беликовым А.В. и Ерофеевым А.В. последовательно изучали возможность использования твердотельных лазеров с разными длинами волн в хирургии катаракты [6]. На базе данных исследований была разработана бимануальная лазерная технология экстракции катаракты (ЛЭК), а также создана первая отечественная лазерная установка для экстракции катаракты «Ракот» [1, 6].

Внедрение в офтальмологию фемтосекундного лазера (ФСЛ), способного создавать очень высокую плотность мощности посредством дифракционно-ограниченной фокусировки излучения ближнего инфракрасного оптического диапазона в субфемтолитровом объеме, явилось существенным достижением [24]. Под руководством проф. Koenig K. в 1990-х гг. в США была проведена значительная серия исследований по изучению использования низкоэнергетического ФСЛ, излучающего в ближнем инфракрасном диапазоне, в биологии и медицине [24]. Благодаря низким энергиям ультракоротких импульсов стало возможным выполнение сверхточной внутритканевой абляции внутри- и внеклеточных структур в субмикрометровом диапазоне, что позволило говорить о появлении нанохирургического направления в медицине [14].

С помощью низкоэнергетического ФСЛ возможна не только прецизионная бесконтактная внутритканевая абляция тонких биоструктур, но и одновременное выполнение трехмерной мультифотонной сканирующей микроскопии ткани-мишени, что превращает инструмент в «видящий» лазерный скальпель [50]. В 1994 г. Kurtz R.M. из университета Мичигана (США) впервые выдвинул идею применения фемтосекундного лазера для хирургии в офтальмологии [28]. В 1996-1997 гг. в указанном университете при участии Ratkay-Traub I., Juhász T., Kurtz R. M. и Pashtaev N. прошли первые экспериментальные исследования по воздействию ФСЛ на роговицу животных [41]. Некоторые авторы отмечают, что преимуществами ФСЛ являются минимальный порог абляции, незначительная трансформация оптической энергии в деструктивную механическую энергию и практически полное отсутствие термического повреждения ткани [46].

Первые клинические испытания ФСЛ на роговице прошли в Венгрии в 1998 г. в клинике «Focus Medical Eye Microsurgery and Laser Center» (Будапешт) при участии проф. Schanzlin D., проф. Федорова С.Н. и к.м.н Качалиной Г.Ф.. Первые операции на роговице (лазерный in situ кератомилез с фемтосопровождением – ФемтоЛАЗИК, имплантация роговичных сегментов, интрастромальная абляция) были выполнены Ratkay-Traub I. в 1998 г. Официальное разрешение для работы на роговице ФСЛ (IntraLase FS) получили в США в 2000 г. на основании заключения Food and Drug Administration (FDA). Отмечены достоинства ФСЛ при сравнении с механическим микрокератомом: точность формирования лоскута заданной толщины, безопасность и автоматизация процедуры.

ФСЛ работает в инфракрасном диапазоне (1053 нм) с коротким временем импульса 1/15-15 и действует на ткани с помощью процесса, называемого photodisruption, или фотодезинтеграцией, когда лазерные импульсы разделяют ткани на молекулярном уровне без передачи тепла или воздействия на окружающие ткани. В основе фотодезинтеграции лежит явление, называемое индуцированным лазерным оптическим распадом, ко-

**Для корреспонденции:**
*Куликов Илья Викторович*, врач-офтальмолог
E-mail: dockulikov@gmail.com

торый завершается, когда строго сфокусированный лазерный импульс ультракороткой продолжительности (600-800 фсек) производит плазму [2, 4, 7].

ФСЛ может создавать точные разрезы и разделять ткани внутри роговицы, капсулы хрусталика и в самом хрусталике [4]. Первая операция по удалению катаракты с использованием ФСЛ была выполнена профессором Nagy Z. в 2008 г. в офтальмологическом отделении университета Semmelweis (Будапешт, Венгрия) [32, 33]. В США на основании первоначальных результатов исследований в 2009 г. FDA утвердила основные направления применения ФСЛ в хирургии катаракты для LenSx (Alcon, США) 510 кГц, такие как капсулорексис, факофрагментация, разрезы роговицы, в том числе дуговые. Вслед за LenSx другие компании разработали иные фемтолазерные установки для хирургии катаракты, которые также получили разрешение FDA: Abbott Medical Optics Inc., (CATALYS®, Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, США), LensAR (LENSAR Inc., Orlando, FL, США), и Victus® (TECHNOLAS Perfect Vision GmbH, Мюнхен, Германия; Bausch & Lomb Incorporated, Rochester, NY, США) [32].

Основное отличие между упомянутыми фемтолазерными установками заключается в типе интерфейса пациента, который представляет собой аппланационный конус для контакта с роговицей. В лазерных установках для хирургии катаракты используется либо изогнутый интерфейс с мягкой контактной линзой (Alcon-LenSx), либо жидкий интерфейс (Victus, Abbott Medical Optics Inc., LensAR). Другим отличием является то, что LenSx использует для визуализации оптический когерентный томограф (ОКТ), в то время как другие системы – томографию Шаймпфлюга, обеспечивающие детальную визуализацию с высоким разрешением всех структур переднего сегмента глазного яблока от передней поверхности роговицы до задней поверхности хрусталика [11].

Факоэмульсификация с фемтолазерным сопровождением (femtolaser – assisted cataract surgery, FLACS, ФЛЭК) имеет много преимуществ. Капсулорексис является важным этапом ФЭК, он должен быть непрерывным, центрированным, иметь округлую форму и определенный диаметр, что позволяет равномерно прикрывать периферическую часть ИОЛ и обеспечивать ее идеальную центрацию [2]. Значение правильного расположения ИОЛ в капсуле хрусталика неоднократно изучалось и освещалось в литературе [42]. Было показано, что смещение заднекамерной ИОЛ кпереди приводит к сдвигу рефракции в сторону близорукости, а смещение кзади – в сторону дальнозоркости. Поэтому этап капсулорексиса в технологии операции является важным с точки зрения конечного рефракционного результата хирургии катаракты.

Несмотря на сложные расчеты, эффективное положение ИОЛ в основном зависит от размера, формы и центрации капсулорексиса [31]. Именно параметры капсулорексиса являются основной причиной ошибок в расчетах оптической силы ИОЛ [39]. Авторами установлено, что фемтосекундный капсулорексис является более точным по всем параметрам в сравнении с мануальной процедурой [23]. Положение передней капсулы на 0,25-0,55 мм над поверхностью ИОЛ более предпочтительно, чем непрерывный кривой капсулорексис, сделанный вручную [37]. Было обнаружено, что запланированный капсулорексис диаметром 5,0 мм в свиных глазах составил 5,88±0,73 мм при традиционной технике и 5,02±0,04 мм при использовании ФСЛ [33]. У пациентов точность диаметра при формировании капсулотомии составила ±0,25 мм, при мануальной технике такого результата удалось достичь лишь в 10% случаев, что впоследствии подтверждалось данными других авторов [23].

По данным исследователей, капсулорексис диаметром 5,5 мм предпочтительнее капсулорексиса диаметром 6,0 мм, поскольку при этом децентрация ИОЛ, особенно мультифокальных аккомодирующих, сведена к минимуму [47].

В 2015 г. Трубилин А.В. в своей работе отмечал, что, несмотря на наличие множества мануальных методов, способствующих получению нужных параметров переднего капсулорексиса, ФСЛ обладает наибольшей точностью и в 93,1% обеспечивает его запланированные размеры [13]. По данным послеоперационной аберрометрии фемтолазерный капсулорексис индуцирует существенно меньше аберраций высшего порядка, в первую очередь Z 1-1 и Z 3-1, на фоне отсутствия существенных различий по остроте зрения с коррекцией и без нее после операции [31]. У пациентов после ФЛЭК было отмечено более высокое качество зрения в сравнении с группой после традиционной ФЭК. Немаловажным при выполнении ФЛЭК является правильное центрирование интерфейса пациента [36].

По данным ряда авторов, ошибки в расчете оптической силы ИОЛ после ФЭК незначительны в сравнении с ФЛЭК [22]. Авторы полагают, что эта ошибка наиболее заметна у пациентов с длинной или короткой передне-задней осью глаза (ПЗО). Ошибка в расчетах оптической силы ИОЛ была наибольшей в глазах с ПЗО 22,0 мм и менее и составляла 0,43±0,41 дптр после ФЛЭК и 0,63±0,48 дптр после ФЭК, а также в глазах с ПЗО 26,0 мм и более, где ошибка составила 0,33±0,24 и 0,63±0,42 дптр соответственно. В то же время есть сообщения об отсутствии значимой разницы в ошибке по рефракционному послеоперационному результату между ФЛЭК и традиционной ФЭК [43].

Помимо прочего, некоторые ФСЛ (Victus) дают возможность выполнения заднего капсулорексиса. Dick B. в 2014 г. прооперировал 55 детей с врожденной катарактой с выполнением заднего капсулорексиса [20]. Задняя капсулотомия выполнялась после имплантации ИОЛ, за которую вводился вискоэластик. Задняя капсула хрусталика во всех случаях прорезалась по всей окружности, и лазерных повреждений ИОЛ не отмечалось.

При помощи ФСЛ выполняется фрагментация ядра хрусталика. В зависимости от возраста пациента и анатомических особенностей катаракты используются различные паттерны. По данным ряда авторов, факофрагментация с ФСЛ значительно снижает затраты ультразвука при делении и удалении ядра хрусталика [2-4, 33, 34].

В хрусталиках с плотностью катаракты менее 2,0 согласно общепризнанной классификации Lens Opacities Classification System (LOCS) рекомендуется выполнять фрагментацию в центральной зоне диаметром 5,0 мм, создавая концентрические кольца внутри ядра хрусталика [40]. При плотности хрусталика более 2,0 рекомендуется фрагментация ядра по разным шаблонам. В настоящее время предпочтительнее использование комбинированного гибридного паттерна с радиальным и перекрестным делением ядра хрусталика, что способствует уменьшению времени и энергии ультразвуковой ФЭК [40].

Технология ФЛЭК позволяет выполнять точные самогерметизирующиеся разрезы на роговице любой локализации и глубины под контролем компьютера, что немаловажно для профилактики послеоперационного эндофтальмита и индуцированного астигматизма [30, 48]. Последнее особенно актуально при выборе торических и монофокальных ИОЛ.

Одним из неблагоприятных условий для ФЛЭК является узкий зрачок, обусловленный наличием в оперируемом глазу сопутствующих заболеваний, таких как глаукома и псевдоэксфолиативный синдром. Некоторые публикации сообщают об осложнениях, связанных с использованием ФСЛ, в том числе о миозе во время операции, который имеет место от 9,5 до 32% случаев [3, 16, 33, 1]. Есть мнение, что применение нестероидных противовоспалительных средств при предоперационной подготовке уменьшает реакцию зрачка во время этапа факоэмульсификации с использованием ФСЛ [51]. По данным ряда исследователей, во время работы ФСЛ общий уровень простагландинов во влаге передней камеры повышается [45], а изменения в области зрачка во время операции коррелируют с возрастом пациента, временем воздействия ФСЛ и время капсулорексиса и факофрагментации [38]. Оптимальным для капсулотомии является зрачок более 0 мм, однако в случае узкого зрачка успешно применяется кольцо Малюгина [26, 28, 29].

В проспективном нерандомизированном исследовании авторы оценили сокращение времени факоэмульсификации и энергии после ФЛЭК и ФЭК, которое показало, что суммарное энергетическое воздействие было значительно ниже в группе ФЛЭК, что подтверждалось меньшей потерей эндотелиальных клеток роговицы [49].

Хотя ФСЛ поднял технологию факоэмульсификации на качественно новый уровень, все преимущества данной процедуры с точки зрения безопасности и результатов до конца не изучены [24]. Ретроспективное исследование частоты интраоперационных осложнений ФЛЭК было проведено в хирургическом центре в Гонолулу (Гавайи) пятью практикующими хирургами [17]. При выполнении операции с помощью LenSx-лазера на 273 глазах интраоперационные осложнения отмечены на 5 глазах, что составило 1,8% случаев. Наблюдаемые в ходе ФЛЭК осложнения включали в себя повреждения десцеметовой оболочки и задней капсулы хрусталика. Авторы отмечают статистически значимое снижение количества осложнений в сравнении с традиционной технологией ФЭК. Это совпадает с результатами исследований других авторов, которые заключают, что функциональные результаты ФЛЭК превышают значения, полученные при ультразвуковой ФЭК [32].

Одним из неблагоприятных условий является наличие подвывиха хрусталика, встречающегося в 5-15% случаев у пациентов с катарактой [5, 18]. По данным Паштаева Н.П., удаление катаракты, осложненной патологией связочного аппарата хрусталика, является одной из актуальных проблем микрохирургии глаза [10]. Все шире становится круг заболеваний, сопровождающихся сублюксацией хрусталика различной степени [9]. Имеются сообщения об успешном применении ФЛЭК для лечения травматической катаракты [35], на глазах с глаукомой [26] и после кератопластики [37]. Есть исследования о применении ФЛЭК у детей с синдромом Марфана [44]. Детская катаракта может быть одной из самых важных областей применения ФСЛ. По мнению авторов, капсула хрусталика у детей отличается большей эластичностью и это необходимо учитывать в ходе операции [21].

Терещенко А.В., Белый Ю.А. и Трифаненкова И.Г. поделились своим опытом в использовании ФСЛ Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария) при детских катарактах для выполнения переднего и заднего капсулорексиса. Авторы отмечали безопасность, эффективность и ареактивное протекание послеоперационного периода при выполнении ФЛЭК у детей [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно приведенным выше литературным данным, ФЛЭК является безопасной и более эффективной, по сравнению с ФЭК, что подтверждается статистически значимым повышением клинических, функциональных и субъективных показателей зрительной системы в раннем и отдаленном послеоперационных периодах. По мнению многих авторов, применение ФСЛ обеспечивает существенное улучшение анатомо-морфологических параметров капсулорексиса, что выражается улучшением показателей циркулярности, равномерности края и уменьшении отклонения от заданного размера как ведущих факторов достижения более точного рефракционного результата, а также уменьшением требуемой мощности ультразвука и сокращением продолжительности операции, что в целом подтверждается результатами экспертной оценки многих офтальмохирургов. Технология с применением ФСЛ предлагает автоматизированные точные действия на основном этапе операции по удалению катаракты с прогнозируемыми результатами, увеличивающими предсказуемость. В итоге ФСЛ обеспечивает более высокие результаты по остроте и качеству зрения. На наш взгляд фемтосекундные лазерные технологии требуют дальнейшего развития и исследования в хирургии осложненных катаракт. В то же время, как видно из предложенного анализа публикаций по проблеме, в настоящее время предсказуемость и безопасность применения ФСЛ в хирургии катаракты по-прежнему актуальны, и необходимы дальнейшие научные исследования в этом направлении.

В хрусталиках с плотностью катаракты менее 2,0 согласно общепризнанной классификации Lens Opacities Classification System (LOCS) рекомендуется выполнять фрагментацию в центральной зоне диаметром 5,0 мм, создавая концентрические кольца внутри ядра хрусталика [40]. При плотности хрусталика более 2,0 рекомендуется фрагментация ядра по разным шаблонам. В настоящее время предпочтительнее использование комбинированного гибридного паттерна с радиальным и перекрестным делением ядра хрусталика, что способствует уменьшению времени и энергии ультразвуковой ФЭК [40].

Технология ФЛЭК позволяет выполнять точные самогерметизирующиеся разрезы на роговице любой локализации и глубины под контролем компьютера, что немаловажно для профилактики послеоперационного эндофтальмита и индуцированного астигматизма [30, 48]. Последнее особенно актуально при выборе торических и монофокальных ИОЛ.

Одним из неблагоприятных условий для ФЛЭК является узкий зрачок, обусловленный наличием в оперируемом глазу сопутствующих заболеваний, таких как глаукома и псевдоэксфолиативный синдром. Некоторые публикации сообщают об осложнениях, связанных с использованием ФСЛ, в том числе о миозе во время операции, который имеет место от 9,5 до 32% случаев [3, 16, 33, 51]. Есть мнение, что применение нестероидных противовоспалительных средств при предоперационной подготовке уменьшает реакцию зрачка во время этапа факоэмульсификации с использованием ФСЛ [51]. По данным ряда исследователей, во время работы ФСЛ общий уровень простагландинов во влаге передней камеры повышается [45], а изменения в области зрачка во время операции коррелируют с возрастом пациента, временем воздействия ФСЛ во время капсулорексиса и факофрагментации [38]. Оптимальным для капсулотомии является зрачок более 6,0 мм, однако в случае узкого зрачка успешно применяется кольцо Малюгина [26, 28, 29].

В проспективном нерандомизированном исследовании авторы оценили сокращение времени факоэмульсификации и энергии после ФЛЭК и ФЭК, которое показало, что суммарное энергетическое воздействие было значительно ниже в группе ФЛЭК, что подтверждалось меньшей потерей эндотелиальных клеток роговицы [49].

Хотя ФСЛ поднял технологию факоэмульсификации на качественно новый уровень, все преимущества данной процедуры с точки зрения безопасности и результатов до конца не изучены [24]. Ретроспективное исследование частоты интраоперационных осложнений ФЛЭК было проведено в хирургическом центре в Гонолулу (Гавайи) пятью практикующими хирургами [17]. При выполнении операции с помощью LenSx-лазера на 273 глазах интраоперационные осложнения отмечены на 5 глазах, что составило 1,8% случаев. Наблюдаемые в ходе ФЛЭК осложнения включали в себя повреждения десцеметовой оболочки и задней капсулы хрусталика. Авторы отмечают статистически значимое снижение количества осложнений в сравнении с традиционной технологией ФЭК. Это совпадает с результатами исследований других авторов, которые заключают, что функциональные результаты ФЛЭК превышают значения, полученные при ультразвуковой ФЭК [32].

Одним из неблагоприятных условий является наличие подвывиха хрусталика, встречающегося в 5-15% случаев у пациентов с катарактой [5, 18]. По данным Паштаева Н.П., удаление катаракты, осложненной патологией связочного аппарата хрусталика, является одной из актуальных проблем микрохирургии глаза [10]. Все шире становится круг заболеваний, сопровождающихся сублюксацией хрусталика различной степени [9]. Имеются сообщения об успешном применении ФЛЭК для лечения травматической катаракты [35], на глазах с глаукомой [26] и после кератопластики [37]. Есть исследования о применении ФЛЭК у детей с синдромом Марфана [44]. Детская катаракта может быть одной из самых важных областей применения ФСЛ. По мнению авторов, капсула хрусталика у детей отличается большей эластичностью и это необходимо учитывать в ходе операции [21].

Терещенко А.В., Белый Ю.А. и Трифаненкова И.Г. поделились своим опытом в использовании ФСЛ Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария) при детских катарактах для выполнения переднего и заднего капсулорексиса. Авторы отмечали безопасность, эффективность и ареактивное протекание послеоперационного периода при выполнении ФЛЭК у детей [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно приведенным выше литературным данным, ФЛЭК является безопасной и более эффективной, по сравнению с ФЭК, что подтверждается статистически значимым повышением клинических, функциональных и субъективных показателей зрительной системы в раннем и отдаленном послеоперационных периодах. По мнению многих авторов, применение ФСЛ обеспечивает существенное улучшение анатомо-морфологических параметров капсулорексиса, что выражается улучшением показателей циркулярности, равномерности края и уменьшении отклонения от заданного размера как ведущих факторов достижения более точного рефракционного результата, а также уменьшением требуемой мощности ультразвука и сокращением продолжительности операции, что в целом подтверждается результатами экспертной оценки многих офтальмохирургов. Технология с применением ФСЛ предлагает автоматизированные точные действия на основном этапе операции по удалению катаракты с прогнозируемыми результатами, увеличивающими предсказуемость. В итоге ФСЛ обеспечивает более высокие результаты по остроте и качеству зрения. На наш взгляд фемтосекундные лазерные технологии требуют дальнейшего развития и исследования в хирургии осложненных катаракт. В то же время, как видно из предложенного анализа публикаций по проблеме, в настоящее время предсказуемость и безопасность применения ФСЛ в хирургии катаракты по-прежнему актуальны, и необходимы дальнейшие научные исследования в этом направлении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Андреев Ю.В.* Лазерная экстракция катаракты: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2007. – 50 с.

2. *Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Трубилин В.Н. и др.* Фемтолазерное сопровождение хирургии катаракты. – М., 2013. – 14 с.

3. *Бикбов М.М.* Фемтолазер-ассистированная хирургия катаракты у пациентов с узким зрачком // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2014. – Т. 14, № 4. – С. 16-19.

4. *Бикбов М.М., Бурханов Ю.К., Усубов Э.Л.* Фемтолазер-ассистированная хирургия катаракты // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т. 9, № 6. – С. 117-118.

5. *Егоров В.В., Тонконогий С.В., Данилов О.В.* Ультразвуковая биомикроскопия в предоперационной диагностике слабости цинновых связок у пациентов с сочетанием возрастной катаракты и псевдоэксфолиативного синдрома // Новые технологии диагностики и лечения заболеваний органа зрения в Дальневосточном регионе: Сб. науч. работ. – Хабаровск, 2013. – С. 142-147.

6. *Копаева В.Г., Андреев Ю.В., Копаев С.Ю.* Экстракция катаракты с использованием лазерной энергии // ARS Medica Беларусь. – 2011. – № 16. – С. 123-125.

7. *Костенев С.В., Черных К.В.* Фемтосекундная лазерная хирургия: Принципы и применение в офтальмологии. – Новосибирск: Наука, 2012. – С. 142.

8. *Нероев В.В.* Наномедицина – медицина будущего // Нанотехнологии в диагностике и лечении патологии органа зрения: Материалы науч.-практ. конф. – М., 2008. – С. 5-15.

9. *Осипова Т.А., Ерошевская Е.Б., Малов И.В.* Сравнительные результаты методов хирургического лечения больных с подвывихом хрусталика // Вестник ОГУ. – 2013. – № 4 (153). – С. 197-200.

10. *Паштаев Н.П.* Хирургия подвывихнутого и вывихнутого в стекловидное тело хрусталика. – Чебоксары: ГОУ ИУВ, 2007. – С. 11-13.

11. *Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Синицын М.В., Куликов И.В.* Сравнительный анализ результатов факоэмульсификации катаракты с фемтолазерным сопровождением с применением жесткого и мягкого интерфейса Soft fit фемтолазерной системы Lens-X // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 4. – С. 79-81.

12. *Терещенко А.В., Белый Ю.А., Трифаненкова И.Г.* Фемтосопровождение хирургии катаракты у детей // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 31.

13. *Трубилин А.В.* Сравнительная клинико-морфологическая оценка капсулорексиса при проведении факоэмульсификации катаракты на основе фемтолазерной и механических технологий: Дис. ... канд. мед. наук. – М., 2015. – С. 14-25, 45-50, 75-78.

14. *Торопыгин С.Г.* Разработка технологии низкоэнергетической фемтосекундной лазерной нанохирургии и микроскопии тонких интраокулярных структур (экспериментальное исследование): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2011. – 48 с.

15. *Шиловских О.В.* Клиника, диагностика и дифференцированная тактика хирургического лечения врожденных эктопий хрусталика: Автореф. дис. ... канд. мед. наук.– М., 2006. – 27 с.

16. *Bali S.J., Hodge C., Lawless M., Roberts T.V., Sutton G.* Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery // Ophthalmology. – 2012. – Vol. 119, № 5. – P. 891-899.

17. *Chen M.* Comparing the intraoperative complication rate of femtosecond laser-assisted cataract surgery to traditional phacoemulsification // Int. J. Ophthalmol. – 2015. – Vol. 8, № 1. – P. 201-203.

18. *Crema A.S.* Femtosecond Laser-assisted Cataract Surgery in Patients With Marfan Syndrome and Subluxated Lens // J. Refract. Surg. – 2015. – Vol. 31, № 5. – P. 338-341.

19. *Davis P.L.* Mechanism of phacoemulsification (letter) // J. Cataract. Refract. Surg. – 1994. – Vol. 20. – P. 672-673.

20. *Dick H.B.* Primary posterior laser-assisted capsulotomy // J. Refract. Surg. – 2014. – Vol. 30, № 2. – P. 128-133.

21. *Dick H.B., Schultz T.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery in infants // J. Cataract. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 39. – P. 665-668.

22. *Filkorn T., Kovács I., Takacs A. et al.* Comparison of IOL power calculation and refractive outcome after laser refractive cataract surgery with a femtosecond laser versus conventional phacoemulsification // J. Refract. Surg. – 2012. – Vol. 28. – P. 540-544.

23. *Friedman N.J., Palanker D.V., Schuele G. et al.* Femtosecond laser capsulotomy // J. Cataract. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 37. – P. 1189-1198.

24. *Koenig K.* Nanodissection of human chromosomes with near-infrared femtosecond laser pulses // Opt. Lett. – 2001. – Vol. 26, № 11. – P. 819-821.

25. *Koopman S.* Cataract Surgery Devices – Global Pipeline Analysis, Competitive Landscape and Market Forecasts to 2017. – London, UK: GlobalData. – URL: https://www.asdreports.com/shopexd.asp?id=25116.

26. *Kranitz K., Takacs A.I., Gyenes A. et al.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery in management of phacomorphic glaucoma // J. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 29. – P. 645-648.

27. *Krasnov M.M.* Laser-phakopuncture in the treatment of soft cataracts // Br. J. Ophthalmol. – 1975. – № 2. – P. 96-98.

28. *Kurtz R.M., Sarayba M.A., Jubasz T.* Ultrafast Lasers in Ophthalmology. Ultrafast Lasers: Technology and Applications. – N.Y.; Basel: Marcel Dekker, 2001. – P. 129-135.

29. *Malyugin B.* Smal pupil phaco surgery: a new technique // Ann. Ophthalmol (Skokie). – 2007. – Vol. 39. – P. 93.

30. *Masket S., Sarayba M., Ignacio T., Fram N.* Femtosecond laser-assisted cataract incisions: architectural stability and reproducibility // J. Cataract. Refract. Surg. – 2010. – Vol. 36. – P. 1048-1049.

31. *Mihaltz K., Knorz M.C., Alio J.L. et al.* Internal aberration and optical quality after femtosecond laser anterior capsulotomy in cataract surgery // J. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 27. – P. 711-716.

32. *Nagy Z.Z.* 1-year clinical experience with a new femtosecond laser for refractive cataract surgery // Annual Meeting of the American Academy of Ophthalmology. – San Francisco, CA, USA, 2009.

33. *Nagy Z.Z.* Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery // J. Refract. Surg. – 2009. – Vol. 25. – P. 1053-1060.

34. *Nagy Z.Z.* Evaluation of femtosecond laser-assisted and manual clear corneal incisions and their effect on surgically induced astigmatism and higher-order aberrations // J. Refract. Surg. – 2014. – Vol. 30, № 8. – P. 522-525.

35. *Nagy Z.Z., Kranitz K., Takacs A. et al.* Intraocular femtosecond laser use in traumatic cataracts following penetrating and blunt trauma // J. Refract. Surg. – 2012. – Vol. 28. – P. 151-153.

36. *Nagy Z.Z., Takacs A.I., Filkorn T. et al.* Complications of femtosecond laser-assisted cataract surgery // J. Cataract. Refract. Surg. – 2014. – Vol. 40, № 1. – P. 20-28.

37. *Nagy Z.Z., Takacs A.I., Filkorn T. et al.* Laser refractive cataract surgery with a femtosecond laser after penetrating keratoplasty: case report // J. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 29. – P. 8.

38. *Nakamura K., Bissen-Miyajima H., Oki S., Onuma K.* Pupil sizes in different Japanese age groups and the implications for intraocular lens choice // J. Cataract. Refract. Surg. – 2009. – Vol. 35. – P. 134-138.

39. *Norrby S.* Sources of error in intraocular lens power calculation // J. Cataract. Refract. Surg. – 2008. – Vol. 34. – P. 368-376.

40. *Palanker D.V., Blumenkrantz M.S., Andersen D. et al.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery with integrated optical coherence tomography // Sci. Transl. Med. – 2010. – Vol. 2. – P. 58-85.

41. *Ratkay-Traub I.* First clinical results with the femtosecond neodymium-glass glass laser in refractive surgery // J. Refract. Surg. – 2003. – Vol. 19. – P. 94-103.

42. *Ravalico G., Tognetto D., Palomba M., Busatto P., Baccara F.* Capsulor-hexis size and posterior capsule opacification // J. Cataract. Refract. Surg. – 1996. – Vol. 22. – P. 98-103.

43. *Roberts T.V., Lawless M., Bali S.J. et al.* Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases // Ophthalmol. – 2013. – Vol. 120. – P. 227-233.

44. *Schultz T., Ezeanoskie E., Dick H.B.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery in pediatric Marfan syndrome // J. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 29. – P. 650-652.

45. *Schultz T., Joachim S.C., Kuehn M., Dick H.B.* Changes HI prostaglandin levels in patients undergoing femtosecond laser-assisted cataract surgery // J. Refract. Surg. – 2013. – Vol. 29. – P. 742-747.

46. *Sugar A.* Ultrafast (femtosecond) laser refractive surgery // Curr. Opin. Ophthalmol. – 2002. – Vol. 13, № 4. – P. 246-249.

47. *Szigeti A., Kranitz K., Takacs A.I. et al.* Comparison of long-term visual outcome and IOL position with a single-optic accomodating IOL after 5.5 to 6.0 mm femtosecond laser capsulotomy // J. Refract. Surg. – 2012. – Vol. 28. – P. 609-613.

48. *Taban M., Behrens A., Newcomb R.L. et al.* Acute endophthalmitis following cataract surgery: a systematic review of hte literature // Arch. Ophthalmol. – 2005. – Vol. 123. – P. 613-620.

49. *Takacs A.I., Kovacs I., Mihaltz K. et al.* Central corneal volume and endothelial cell count following femtosecond laser-assisted refractive cataract surgery compared to conventional phacoemulsification // J. Refract. Surg. – 2012. – Vol. 28. – P. 387-391.

50. *Tirlapur U.K.* Femtosecond near-infrared laser pulses as a versatile non-invasive tool for intra-tissue nanoprocessing in plants without compromising viability // Plant. J. – 2002. – Vol. 31, № 3. – P. 365-374.

51. *Yeoh R.* Intraoperative miosis in femtosecond laser-assisted cataract surgery // J. Cataract. Refract. Surg. – 2014. – Vol. 40. – P. 852-853.

*Поступила 17.03.2016*

## КНИГИ

**А.В. Терещенко, А.М. Чухраёв**

# СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ С АКТИВНЫМИ СТАДИЯМИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ

Современные аспекты диагностики, лечения и организации высокотехнологичной офтальмологической помощи детям с активными стадиями ретинопатии недоношенных / А.В. Терещенко, А.М. Чухраёв. – М.: «Издательство «Офтальмология», 2016. – 234 с., ил.

В книге представлены результаты собственных исследований авторов по ранней диагностике, мониторингу и лечению ретинопатии недоношенных, а также современные аспекты организации высокотехнологичной офтальмологической помощи детям с активными стадиями заболевания. Приведены данные комплексного офтальмологического обследования пациентов, базирующиеся на использовании современных высокоинформативных методов: цифровой ретиноскопии с морфометрией сетчатки и ее сосудов, флюоресцентной ангиографии, электроретинографии, оптической когерентной томографии. Разработаны новые методы и дифференцированные походы к паттерновой лазеркоагуляции сетчатки и ранней витреальной хирургии в лечении ретинопатии недоношенных и определена их эффективность. Работа насыщена иллюстративным материалом: цифровыми фотографиями глазного дна, флюоресцентными ангиограммами, – которые отражают особенности течения активных стадий ретинопатии недоношенных, а также ранние и отдаленные результаты лечения.

Книга предназначена для врачей-офтальмологов.

*Адрес издательства «Офтальмология»:*
*127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.*
*Тел.: 8 (499) 488-89-25. Факс: 8 (499) 488-84-09.*
*E-mail: publish_mntk@mail.ru*