Гибридная факоэмульсификация: новый этап в совершенствовании хирургии катаракты (?)

С.Э. АВЕТИСОВ, В.Р. МАМИКОНЯН, Ю.Н. ЮСЕФ, С.Н. ЮСЕФ, М.Н. ИВАНОВ, К.С. АВЕТИСОВ

ФГБУ «НИИ глазных болезней» РАМН, ул. Россолимо, 11 АБ, Москва, Российская Федерация, 119021

Цель — оценка первых результатов применения фемтосекундного лазера при факоэмульсификации катаракты различной степени плотности. **Материал и методы.** Факоэмульсификация катаракты с использованием фемтосекундного лазера выполнена у 277 пациентов (всего 390 операций) с II—IV степенью плотности ядра хрусталика. **Результаты.** Применение фемтосекундного лазера для капсулорексиса и фрагментации ядра хрусталика позволяет сформировать идеальное по форме, размеру и центрации отверстие в передней капсуле хрусталика, а также существенно уменьшает эквивалентное время воздействия ультразвука (в среднем на 30%) и в 1,5 раза сокращает общую продолжительность эмульсификации фрагментов ядра. **Выводы.** Применение фемтосекундного лазера в ходе факоэмульсификации катаракты является высокоэффективной и безопасной хирургической технологией, позволяющей выполнять операцию на качественно новом уровне. По аналогии с сердечно-сосудистой хирургией это направление совершенствования лечения катаракты может быть обозначено как гибридная факоэмульсификация. Гибридный подход в сердечно-сосудистой хирургии — перспективное и прогрессивное направление, объединяющее возможности традиционных хирургических вмешательств и малоинвазивной рентгенэндоваскулярной хирургии, что в целом значительно уменьшает травматичность «открытых» операций на сердце. При хирургическом лечении катаракты применение фемтосекундного лазера в сочетании с классической ультразвуковой факоэмульсификацией позволяет осуществлять ряд технических этапов на закрытом глазном яблоке, чреватых осложнениями.

Ключевые слова: *гибридная факоэмульсификация, катаракта, ядро хрусталика, капсулорексис, фемтосекундный лазер.*

Hybrid phacoemulsification: a new stage in the improvement of cataract surgery (?)

S.E. AVETISOV, V.R. MAMIKONYAN, YU.N. YUSEF, S.N. YUSEF, M.N. IVANOV, K.S. AVETISOV

Research Institute of Eye Diseases, Russian Academy of Medical Sciences, 11AB Rossolimo St., Moscow, Russian Federation, 119021

Purpose — to evaluate the early results of femtosecond laser application in phacoemulsification of cataracts of different density. **Material and methods**. Femtosecond laser-assisted phacoemulsification cataract surgery was performed on 277 patients (390 surgeries) with II—IV degree lens nuclear density. **Results**. The use of femtosecond laser for capsulorexis and lens nucleus fragmentation enables forming of a well-shaped, properly sized, and accurately centered aperture in the anterior lens capsule, reduces the equivalent time of ultrasound exposure (by 30% in average) and decreases the total time of nuclear fragments emulsification by a third. **Conclusions**. Femtosecond laser-assisted phacoemulsification is a highly effective and safe surgical technique that takes the surgery to a new level. By analogy with cardiovascular surgery this direction of improvement of cataract treatment may be called «hybrid phacoemulsification». Hybrid approach in cardiovascular surgery is promising and progressive. It combines the possibilities of conventional and minimal invasive endovascular surgery, considerably reducing intraoperative trauma during open-heart procedures. In cataract surgery the use of femtosecond laser in combination with classical ultrasound phacoemulsification enables closed-eye performance of certain technical stages that are usually fraught with complications.

Key words: *hybrid phacoemulsification, cataract, lens nucleus, capsulorexis, femtosecond laser.*

Развитие методов ультразвуковой факоэмульсификации (ФЭ) на рубеже веков происходило в направлении создания так называемых низкоэнергетических методов эмульсификации ядра хрусталика, что обеспечивает снижение травматичности вмешательства и ускорение реабилитации пациентов. Снижение энергетической нагрузки на ткани глазного яблока согласно многочисленным исследованиям позволяет минимизировать послеоперационные изменения внутриглазных структур (прежде всего заднего эпителия роговицы) [1—5].

Параллельно с этим происходил поиск и развитие альтернативных ультразвуку методов фрагментации и эмульсификации ядра хрусталика, в том числе с использованием энергии лазерного излучения. Применение данных технологий в клинической практике позволяет существенно уменьшить негативные изменения в тканях глазного яблока, характерные для ультразвуковой ФЭ [6—9].

Новая хирургическая технология, внедряемая в настоящее время в клиническую практику, основана на применении в процессе классической ультразвуковой ФЭ катаракты фемтосекундного лазера, который имеет длину волны 1023 нм и «работает» в ближней инфракрасной части спектра. Данный тип

© Коллектив авторов, 2014

Для корреспонденции:
Иванов Михаил Николаевич — д-р мед. наук, вед. науч. сотр.
e-mail: info@mnoo.org

лазера успешно зарекомендовал себя в хирургии роговицы, а в последние годы стал применяться для выполнения некоторых этапов ультразвуковой ФЭ. Использование фемтосекундного лазера позволяет повысить качество выполнения капсулорексиса за счет четкого соблюдения его размеров, формы и расположения, а также безукоризненно ровного края, что не всегда удается обеспечить при мануальной технике. Идеально круглая форма капсулорексиса в сочетании с его правильным расположением, полученные при применении фемтосекундного лазера, обеспечивают максимально точную центрацию интраокулярной линзы (ИОЛ) и равномерность натяжения капсульного мешка, что особенно важно при применении мультифокальных ИОЛ. Кроме этого, программное обеспечение фемтосекундного лазера позволяет выполнять различные модификации фрагментации ядра хрусталика в зависимости от его плотности. Мощность и продолжительность последующего ультразвукового воздействия в результате предварительной фемтолазерной фрагментации ядра при прочих равных условиях оказывается значительно меньше, чем при применении традиционных методов ультразвуковой ФЭ [10—14].

Цель настоящего исследования — оценка первых результатов применения фемтосекундного лазера при ФЭ катаракты различной степени плотности.

Материал и методы

Хирургическое лечение выполнено у 277 пациентов (всего 390 операций) в возрасте от 55 до 77 лет с незрелой возрастной катарактой. Пациентов с «плотными» катарактами, «ригидным» зрачком (диаметр в условиях дооперационного мидриаза менее 5,5 мм), дефектами связочно-капсулярного аппарата хрусталика, а также пациентов, которым ранее проведены хирургические вмешательства на глазном яблоке, в данное исследование не включали. В 30% случаев плотность ядра хрусталика соответствовала II степени по классификации Буратто, в 45% — III, а в остальных 25% — IV степени.

Передний капсулорексис и предварительную фрагментацию ядра хрусталика во всех случаях выполняли с помощью фемтосекундного лазера VICTUS («Technolas Perfect Vision», Германия).

Ультразвуковую эмульсификацию предварительно сформированных фрагментов ядра проводили с использованием установки Infiniti Vision System («Alcon», США). Стандартизацию параметров энергетического воздействия осуществляли по традиционной методике путем вычисления эквивалентного времени работы факосистемы (Т) по формуле: $T=P \cdot t/100\%$, где Р — мощность факосистемы (в %), t — время (с).

В качестве вископротектора во всех случаях применяли идентичные препараты, а для интраокулярной коррекции афакии — гидрофобную акриловую ИОЛ с внутрикапсульной фиксацией.

Перед операцией данные пациента вводили в компьютер фемтосекундной лазерной системы VICTUS и выбирали параметры работы лазера, которые зависели преимущественно от плотности ядра хрусталика. На глазное яблоко пациента после инстилляционной анестезии и медикаментозного расширения зрачка устанавливали вакуумное кольцо. На фемтосекундный лазер устанавливали интерфейс-систему, которую затем приближали к глазному яблоку пациента, добиваясь плотного контакта интерфейса с поверхностью роговицы. На мониторе фемтолазерной системы формировали ОКТ-картину переднего сегмента глазного яблока, после чего центрировали лазерную систему по зрачку. По сформированной ОКТ-картине на мониторе фемтосекундного лазера осуществляли разметку передней и задней капсулы хрусталика в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Задавали параметры переднего капсулорексиса: диаметр, глубину воздействия, мощность импульсов фемтосекундного лазера, которая для выполнения данного этапа составляла 7000—7300 нДж. Планируемый диаметр переднего капсулорексиса во всех случаях был равен 5,2 мм.

Методика фрагментации ядра хрусталика зависела от степени его плотности. При II степени плотности ядра хрусталика на основе ОКТ-картины формировали четыре радиальных сегмента размером, соответствующим диаметру расширенного зрачка. При этом расстояние от передней капсулы до зоны воздействия фемтосекундным лазером равнялось 500 мкм, а от задней капсулы — 700 мкм. Мощность импульсов лазера составляла 7000—7200 нДж. При III степени плотности ядра хрусталика алгоритм фемтосекундной факофрагментации был аналогичным, однако мощность импульсов лазера составляла 7300—7500 нДж.

У пациентов с IV степенью плотности ядра хрусталика применяли комбинированную методику фемтолазерной фрагментации ядра, сочетающую радиальные сегменты и цилиндрические фрагменты в центральной наиболее плотной части ядра. Формировали восемь радиальных сегментов, размер которых соответствовал диаметру расширенного зрачка, а также цилиндрический фрагмент в центральной части ядра диаметром 3 мм. Расстояние от передней капсулы до зоны воздействия фемтосекундным лазером равнялось 500 мкм, а от задней капсулы — 700 мкм. При этом мощность импульсов фемтосекундного лазера составляла 8000—8500 нДж.

После подтверждения компьютером готовности лазерного устройства к работе приводили в действие фемтосекундный лазер, с помощью которого формировали передний капсулорексис и через несколько секунд производили фрагментацию ядра с заданными параметрами.

Второй этап хирургического вмешательства начинали с выполнения тоннельного роговичного разреза и дополнительного парацентеза роговицы. В переднюю камеру вводили вискоэластик и удаляли переднюю капсулу в зоне капсулорексиса, после чего производили гидродиссекцию, добиваясь полноценной мобилизации фрагментов ядра хрусталика. Затем поочередно эмульсифицировали сформированные с помощью фемтосекундного лазера фрагменты ядра, используя при этом максимальный уровень вакуума (до 600 мм рт.ст.) и по возможности минимальную мощность ультразвука. Ирригацию—аспирацию остатков кортикальных масс осуществляли по традиционной методике. В капсульный мешок имплантировали гидрофобную акриловую ИОЛ. На заключительном этапе из

передней камеры удаляли остатки вископротектора и герметизировали роговичные разрезы.

Результаты и обсуждение

Наш первый опыт применения фемтосекундного лазера в хирургии катаракты показал высокую эффективность данной технологии и ее минимальную травматичность для внутриглазных структур. Введение фемтосекундного этапа формирования капсулорексиса и фрагментации ядра хрусталика, безусловно, является важным шагом в развитии методов удаления катаракты, позволяющих обеспечить качественно новый уровень хирургического вмешательства. Точность выполнения переднего капсулорексиса и качество фрагментации ядра хрусталика, обеспечиваемые фемтосекундной лазерной технологией, не всегда достижимы при мануальной технике выполнения этих этапов операции. Иными словами, данная технология при выполнении указанных этапов ФЭ в значительной степени снижает значение человеческого фактора и существенно повышает воспроизводимость результатов хирургических манипуляций.

Во всех случаях, благодаря применению фемтосекундного лазера, была получена идеально круглая форма переднего капсулорексиса с максимально возможной его центрацией. В свою очередь, это создавало условия для полноценной центрации и стабильного положения ИОЛ внутри капсульного мешка.

Предварительная фрагментация ядра хрусталика с помощью фемтосекундного лазера значительно упрощала и ускоряла эмульсификацию фрагментов ядра. При этом отмечено уменьшение (в среднем на 30%) эквивалентного времени воздействия ультразвука и сокращение (в среднем в 1,5 раза) общей продолжительности этапа эмульсификации фрагментов ядра хрусталика и ирригации—аспирации кортикальных масс. В ходе хирургического вмешательства в неосложненных клинических случаях (адекватный мидриаз, отсутствие дефектов связочно-капсулярного аппарата хрусталика) не отмечено каких-либо операционных осложнений, за исключением двух случаев окончатого ограниченного разрыва задней капсулы хрусталика, что не явилось препятствием для внутрикапсульной имплантации ИОЛ.

Остается дискутабельным вопрос о возможности и необходимости применения фемтосекундного лазера для выполнения тоннельного роговичного разреза, поскольку данная методика может существенно увеличить общую продолжительность оперативного вмешательства без каких-либо очевидных преимуществ по сравнению с мануальным методом выполнения тоннельного разреза.

Основным ограничением применения фемтосекундного лазера в ходе ФЭ хрусталика является невозможность формирования ОКТ-картины у пациентов с так называемой перезрелой катарактой. Данную клиническую ситуацию на сегодняшний день можно считать противопоказанием к использованию этой технологии.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод о некоторых преимуществах данной методики по сравнению с мануальной техникой и о необходимости дальнейших серьезных исследований в этом направлении. В литературе для обозначения сути описанной методики применяют различные термины. На наш взгляд, по аналогии с сердечно-сосудистой хирургией это направление совершенствования лечения катаракты может быть обозначено как гибридная ФЭ. Гибридный подход в сердечно-сосудистой хирургии — перспективное и прогрессивное направление, объединяющее возможности традиционных хирургических вмешательств и малоинвазивной рентгенэндоваскулярной хирургии, что в целом значительно уменьшает травматичность открытых операций на сердце. При хирургическом лечении катаракты такой подход позволяет осуществлять ряд технических этапов на закрытом глазном яблоке, чреватых осложнениями. Потенциальные преимущества гибридной ФЭ, возможно, могут иметь особое значение в случаях существенных отклонений топографо-анатомических взаимоотношений структур переднего отрезка глаза (уменьшенный объем и сужение угла передней камеры, дефекты связочно-капсулярного аппарата хрусталика).

Выводы

1. Гибридная ФЭ катаракты является высокоэффективной и безопасной хирургической технологией.

2. Использование фемтосекундного лазера позволяет выполнять передний капсулорексис и фрагментацию ядра хрусталика на качественно новом уровне.

3. Первые результаты применения гибридной ФЭ свидетельствуют о перспективности дальнейшего научного и клинического изучения данной хирургической технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисов С.Э., Юсеф Ю.Н., Мамиконян В.Р., Введенский А.С., Юсеф С.Н., Мутонен Н.В.* Оригинальный метод внекапсульной фрагментации ядра хрусталика при факоэмульсификации. Вестн офтальмол 2002; 118 (5): 18—21.

2. *Малюгин Б.Э.* Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция: итоги и перспективы. IX съезд офтальмологов России. М.: 2010; 192—195.
3. *DeMill D., Zaugg B., Petley J., Jensen J., Jardine G., Wong G., Olson R.* Objective comparison of 4 nonlongitudinal ultrasound modalities regarding efficiency and chatter. J. Cataract. Refract. Surg 2012; 38: 1065—1071.
4. *Fine H., Packeer M., Hoffman R.* Power modulations in new phacoemulsification technologies: Improved outcomes. J. Cataract. Refract. Surg. 2004; 30: 1014—1019.
5. *Wang Y., Xia Y., Zeng M., Liu X., Luo L., Chen B., Liu Y.* Torsional ultrasound efficiency under different vacuum levels in different degrees of nuclear cataract. J. Cataract. Refract. Surg 2009; 35: 1941—1945.
6. *Аветисов С.Э., Мамиконян В.Р., Юсеф Ю.Н., Юсеф С.Н., Казарян Э.Э., Галоян Н.С., Шашорина С.А.* Сравнительная оценка влияния гидромониторной факофрагментации и ультразвуковой факоэмульсификации на морфометрические параметры центральной области сетчатки. Вест офтальмол 2008; 124 (1): 8—11.
7. *Копаева В.Г., Андреев Ю.В., Беликов А.В., Кравчук О.В., Меньшиков А.Ю.* Лазерная экстракция бурых катаракт с Nd:YAG 1,44 мкм лазером. Вест офтальмол 2002; 118 (1): 22—25.
8. *Федоров С.Н., Копаева В.Г., Андреев Ю.В., Богдалова Э.Г., Беликов А.В.* Техника лазерной экстракции катаракты. Офтальмохирургия 1999; 1: 3—12.
9. *Шашорина С.А.* Морфологические изменения в тканях глаза при гидромониторной факофрагментации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М: 2011.
10. *Анисимова С.Ю., Трубилин В.Н., Трубилин А.В., Анисимов С.И.* Сравнение механического и фемтосекундного капсулорексиса при факоэмульсификации катаракты. Катаракт и рефракц хир 2012; 12 (4): 16—18.
11. *Donaldson K., Braga-Mele R., Cabot F., Davidson R., Dhalival D., Jackson M., Hamiltom R., Palterson L., Stonecipher K., Yoo S.* Femtosecond laser-assisted cataract surgery. J. Cataract. Refract. Surg 2013; 39: 1753—1763.
12. *Nagy Z.* Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. J. Refract. Surg 2009; 25: 1053—1060.
13. *Nagy Z., Ecsedy M., Kovacs I., Takacs A., Tatrai E., Somfai G., DeBuc D.* Macular morphology assessed by optical cohtrence tomography image segmentation after femtosecond laser-assisted and standart cataract surgery. J. Cataract. Refract. Surg 2012; 38: 941—946.
14. *Reddy K., Kandulla J., Auffarth G.* Effectivness and safety of femtosecond laser-assisted lens fragmentation and anterior capsulotomy versus manual technique in cataract surgery. J. Cataract. Refract. Surg 2013; 39: 1297—1306.

Поступила 29.11.2013