

УДК 617.741–001.4–053.9–085.837:615.472.2(092.9)

Особенности новой модели иглы для факоэмульсификации для проникновения в ядро хрусталика

Я. А. Гриценко, врач, С. К. Дмитриев, проф., д-р мед. наук, Н. В. Пасечникова, член-корр. НАМН Украины, д-р мед. наук

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМН Украины»; Одесса (Украина)

E-mail: awsed2005@ukr.net

Ключевые слова: катаракта, усовершенствованная игла для факоэмульсификации

Ключові слова: катаракта, удосконалена голка для факоемультсифікації

Вступ. Ультразвукова факоемультсифікація (ФЕК) — поширений метод видалення катаракти при різних ступенях щільності кристалика. Актуальним залишається проведення ФЕК при ядрах кристалика з високим ступенем щільності. Це пов'язано в першу чергу з тим, що при видаленні щільного ядра існують технічні труднощі, які обумовлені неможливістю повного розлому ядра кристалика.

Мета. Визначити і порівняти зусилля, необхідне для впровадження вдосконаленої і стандартної голки для ФЕК в товщу ізольованого кристалика *in vitro* з високим ступенем щільності.

Матеріал і методи. Експериментальне дослідження проведено на 15 кристаликах, які були видалені за методикою стандартної екстракапсулярної екстракції катаракти. У ході експерименту використовувалися 2 голки для ФЕК (стандартна голка в ФЕК в системі INTREPID® Micro-Coaxial System) і вдосконалена голка (патент України на корисну модель 64851).

Результати. В експериментальних умовах *in vitro* встановлено, що застосування удосконаленої голки для ФЕК дозволяє зменшити зусилля, яке необхідно для впровадження голки в шари кристалика, в 1,4 рази. Тому застосування удосконаленої голки для ФЕК ядер кристалика з високим ступенем щільності є більш доцільним і дозволяє більш швидко і ефективно впровадитися в товщу кристалика і розділити його на фрагменти.

Актуальность. Ультразвуковая факоэмульсификация (ФЭК) — широко распространенный метод удаления катаракты при различных степенях плотности хрусталика. Особенно актуальным является проведение ФЭК при ядрах хрусталика с высокой степенью плотности.

По данным И. Э. Йошина и соавт. (2000), В. Г. Копяевой (2002), Б. Э. Малюгина (2002), А. Д. Чупрова (2006), высокая плотность хрусталика и слабость цинновых связей осложняют ход операции, что проявляется увеличением показателей кумулятивной диспаратной энергии (CDE), продолжительности аспирации (АТ) и может привести к нежелательным интра- и послеоперационным осложнениям [4]. Это связано в первую очередь с тем, что при удалении плотного ядра существуют технические сложности, которые проявляются невозможностью полного разлома ядра хрусталика.

Твёрдость — свойство материала не испытывать пластической деформации вследствие местного контактного воздействия (внедрения в него другого, более твёрдого тела — индентора). При одинаковой глубине проникновения индентора, именно твёрдость материала определяет величину нагрузки, оказываемой на индентор.

В литературе описаны экспериментальные работы, которые доказывают, что твёрдость ядра хру-

сталика находится в определённой зависимости от цвета ядра и степени склероза [5].

В ряде исследований изучалось наличие связи между оптическими и механическими характеристиками хрусталика. Так, для определения твердости ядер хрусталика, удаленных в ходе экстракапсулярной экстракции катаракты, использовались специально разработанные устройства (пуансоны, гильотины) [6,8,9].

Н. Ф. Коростелева, Ю. Э. Нересов (1990) разработали объективный метод оценки твердости хрусталика с учетом цвета ядра и возрастом больного с помощью динамометра. За основу был взят метод пенетрации при воздействии на хрусталик объекта с заданной скоростью [6].

А. Д. Чупров (2001), используя метод пенетрации, определял твердость ядра хрусталика. В экспериментальных условиях измерялась разность глубины погружения индентора в образец под действием предварительной и общей нагрузок [7].

К. С. Аветисов (2011) разработал испытательный стенд, который позволял в экспериментальных условиях проводить количественную оценку вязкопластических и прочностных свойств биологических тканей. Была установлена прямая корр-

ляционная связь между показателями акустической плотности хрусталика и вязкопластическими свойствами вещества изолированного хрусталика [1].

На основании данных литературы о возможности проведения экспериментальных работ для оценки механических свойств хрусталика, определение усилия, необходимого для внедрения игл для ФЭК разной конфигурации в условиях эксперимента, является актуальной задачей.

Цель. Определить и сравнить усилия, необходимые для внедрения усовершенствованной и стандартной игл для ФЭК в толщу изолированного хрусталика с высокой степенью плотности ядра.

Материал и методы исследования

Экспериментальное исследование проведено на 15 хрусталиках, которые были удалены по методике стандартной экстракапсулярной экстракции катаракты не позднее 3 часов с момента забора материала (рис. 1).

Возраст оперированных варьировал от 56 до 82 лет. Алгоритм обследования больных включал определение остроты зрения, биомикроскопию переднего отрезка глаза в условиях медикаментозного мидриаза, определение толщины хрусталика и ультразвуковое исследование хрусталика. Данные о плотностных характеристиках хрусталиков подтверждались предоперационным ультразвуковым В-сканированием с определением относительного акустического сопротивления в разных слоях хрусталика.

В ходе эксперимента использовались две иглы для ФЭК (стандартная игла в системе INTREPID® Micro-Coaxial System) и усовершенствованная игла — патент Украины на полезную модель 64851. Усовершенствованная игла для ФЭК отличается от стандартных игл тем, что на торцевой поверхности раструбной части выполнены равнобокие зубья, позволяющие более эффективно внедряться в глубокие слои ядер хрусталика с высокой степенью плотности [3].

Образцы хрусталиков хранились в сбалансированном растворе при температурном режиме 5—7°C.

Нами был разработан испытательный стенд, предназначенный для измерения усилия, прилагаемого при проникновении иглы в вещество хрусталика (рис. 2).



Рис. 1. Хрусталик, удаленный по методике экстракапсулярной экстракции катаракты.

Объект исследования фиксировался ко дну специально-го контейнера (рис. 3)

Контейнер с хрусталиком устанавливался на электронные аналитические весы с дискретностью 0,1 г. Наконечник факоэмульсификатора «INFINITI» закреплялся в специальном приборе. Контейнер с хрусталиком находился на подвижном элементе оригинального устройства, в положении, обеспечивающем его линейное перемещение в направлении к неподвижно закрепленному наконечнику системы для ФЭК, со скоростью 1 мм/22 с (рис. 4).

При контакте иглы, работающей в режиме 100 % продольного и 100 % торсионного ультразвука, на приборной панели весов определялся показатель, характеризующий величину усилия, необходимого для внедрения иглы в ядро хрусталика (рис. 5).

Время проведения эксперимента составляло 45 с, что обеспечивало достижение иглой наиболее плотных ядерных структур хрусталика.

Сущность метода заключалась в измерении усилия, необходимого для внедрения иглы для ФЭК в более глубокие

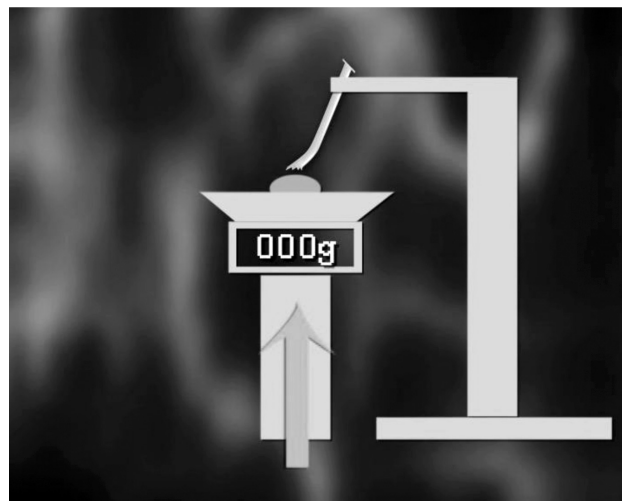


Рис. 2. Испытательный стенд для измерения усилия, необходимого для внедрения иглы для факоэмульсификации в толщу хрусталика.

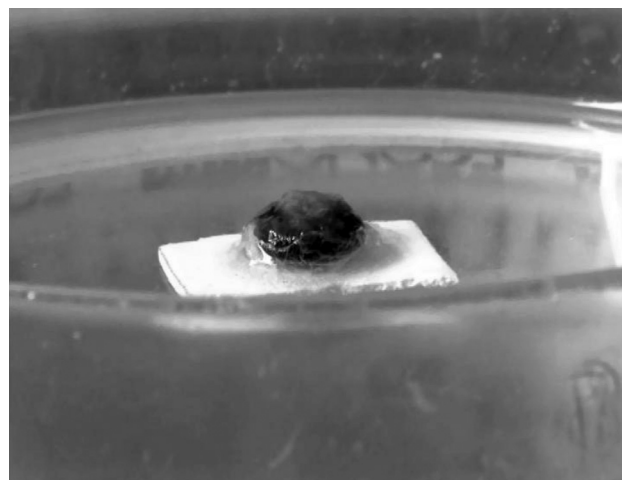


Рис. 3. Фиксация хрусталика на чашке Петри

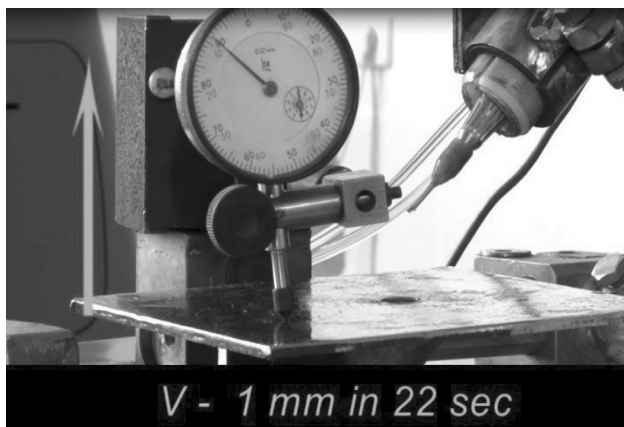


Рис. 4. Поступательное движение со скоростью 1 мм в 22 секунды



Рис. 5. Приборная панель весов

слой хрусталика. Показатель усилия измерялся непосредственно при контакте иглы с поверхностью хрусталика, а также при достижении его максимальных значений.

Результаты и их обсуждение

По цветовым градациям и отсутствию рефлекса с глазного дна, ядра хрусталиков были разделены на две группы, из них с IV степенью плотности — 6, V степенью — 9 образцов по классификации Burrato. В ходе ультразвукового исследования установлено, что показатель относительного акустического сопротивления находился в диапазоне от 0,35 до 0,42 у.е., что можно отнести к наиболее механически твердым хрусталикам [2]. Средняя толщина хрусталиков в первой группе составила $(4,14 \pm 0,16)$ мм, во второй группе данный показатель составил $(4,37 \pm 0,24)$ мм. (табл. 1).

Экспериментальное исследование проводилось в условиях операционной при температуре окружающей среды в среднем $(22,5 \pm 0,4)$ °С.

В ходе эксперимента установлено, что в момент соприкосновения стандартной иглы с перед-

Таблица 1. Распределение образцов в зависимости от плотности хрусталика

Кол-во образцов	Степень плотности хрусталика по Burrato	Показатель относительного акустического сопротивления ($M \pm SD$) (у.е.)	Толщина хрусталика ($M \pm SD$) (мм)
n = 6	IV	$0,35 \pm 0,02$	$4,14 \pm 0,16$
n = 9	V	$0,42 \pm 0,03$	$4,37 \pm 0,24$

Таблица 2. Показатель усилий при внедрении стандартной и усовершенствованной иглы в толщу хрусталика ($M \pm SD$) г

Стандартная игла для ФЭК в системе «Intrepid» 45 mini flared		Усовершенствованная игла для ФЭК	
Контакт с поверхностью хрусталика	Максимальный показатель	Контакт с поверхностью хрусталика	Максимальный показатель
$44,0 \pm 2,3$	$104,1 \pm 4,3$	$30,2 \pm 2,5$	$65,4 \pm 3,6$

ними отделами хрусталика показатель усилия составил $(44,0 \pm 2,3)$ г. Дальнейшее погружение иглы для ФЭК в ядро хрусталика характеризовалось пластической деформацией ядра хрусталика с образованием множества трещин в радиальных направлениях и последующим разрушением вещества хрусталика. Максимальный показатель усилия составил $(104,1 \pm 4,3)$ г и соответствовал моменту достижения наиболее плотных слоев ядра хрусталика.

При соприкосновении усовершенствованной иглы с передними слоями хрусталика показатель усилия составил $(30,2 \pm 2,5)$ г. Это в первую очередь связано с тем, что в процессе работы иглы были исключены её контакты с плоскими поверхностями, ориентированными перпендикулярно вектору движения, что способствует снижению суммарного уровня давления на хрусталик. При достижении наиболее плотных структур хрусталика данный показатель составлял $(65,4 \pm 3,6)$ г. (табл. 2).

Выводы

В экспериментальных условиях *in vitro* установлено, что при использовании усовершенствованной иглы для ФЭК максимальный показатель усилия при соприкосновении иглы с передними слоями хрусталика составил $(30,2 \pm 2,5)$ г, при внедрении в центральные слои хрусталика данный показатель составил $(65,4 \pm 3,6)$ г. Сравнение показателей усилия в двух группах выявило значительное его снижение при использовании усовершенствованной иглы — в 1,4 раза. В связи с этим, применение усовершенствованной иглы для ФЭК ядер хрусталика с высокой степенью плотности является более целесообразным, поскольку позволяет быстрее и эффективнее внедриться в толщу хрусталика и разделить его на фрагменты.

Литература

1. **Аветисов К. С.** Новые подходы к исследованию хрусталика на основе комбинированного ультразвукового метода // Дисс. канд. мед. наук. — 2011. — 128 с.
2. **Гриценко Я. А., Дмитриев С. К., Пасечникова Н. В.** и др. Усовершенствованный метод определения плотностных характеристик хрусталика у больных возрастной катарактой по данным ультразвукового В-сканирования // Офтальмол. журн. — 2015. — № 1. — С. 96–101.
3. **Гриценко Я. А., Дмитриев С. К., Пасечникова Н. В.** Усовершенствованная игла для факоэмульсификации ядер хрусталика с высокой степенью плотности // Офтальмол. журн. — 2015. — № 6. — С.
4. **Кобаева 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 // Вестник офтальмологии. — 2002. — Т. 118, № 1. — С. 22–26.
5. **Коростелева Н. Ф., Марченкова Т. Е.** Значение биомикроскопии в определении плотности катаракты перед факоэмульсификацией // Вестн. офтальмологии. — 1989. — № 6. — С. 43–45.
6. **Коростелева Н. Ф., Нересов Ю. Э., Шальгин Г. Ф.** и др. Метод определения твердости ядра хрусталика // Офтальмохирургия. — 1990. — № 1. — С. 42–45.
7. **Чупров А. Д.** Клинико-экспериментальное обоснование технологий хирургии катаракты с использованием малых разрезов // Дисс... докт. Мед. наук. — М., 2004. — 60 с.
8. **Czygan G., Hartung C.** Mechanical testing of isolated senile human eye lens nuclei // Med. Eng. Phys. — 1996. — V. 18. — № 5. — P. 345–349.
9. **Heyworth P., Thompson G. M., Tabandeh H.** et al. The relationship between clinical classification of cataract and lens hardness // Eye. — 1993. — V. 7. — Pt. 6. — P. 726–730.
10. **Tabandeh H., Thompson G. M., Heyworth P.** Lens hardness in mature cataracts // Eye. — 1994. — V. 8. — Pt4. — P. 453–458.

Поступила 17.11.2015