

Особенности хирургии катаракты у пациентов с миопией после эксимерлазерных кераторефракционных операций

И.Э. Иошин, Ю.Ю. Калинин, Г.Т. Хачатрян, Р.Р. Тагиева

ФГУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва

Резюме

Авторами предложен алгоритм расчета ИОЛ после эксимерлазерных кераторефракционных операций. Шаг первый – использование лазерного интерферометра «IOL Master» при биометрических измерениях глазного яблока для уменьшения рефракционных ошибок в хирургии катаракты на глазах перенесших кераторефракционные операции. Шаг второй – определение показателя истинной кривизны роговицы, который рассчитывается по представленной формуле – $K_s = K(1,3331 - 1) / (1,3375 - 1)$. Шаг третий – введение показателя рассчитанной истинной кривизны роговицы в формулу Hoffer Q и непосредственно расчет оптической силы ИОЛ. Предложенный алгоритм расчета ИОЛ рекомендуется к использованию в практической офтальмологии для улучшения исходов в хирургии катаракты, проводимой на глазах после эксимерлазерных кераторефракционных операций.

Ключевые слова: кератоконус, катаракта, эксимерлазер.

Special features of cataract's surgery in patients with myopia after the eximerlazer keratorefractive interventions

I.E. Ioshin, Yu.Yu. Kalinnikov, G.T. Khachatryan, R.R. Tagieva
«Clinical hospital» of the Department of affairs management of President of Russian Federation, Moscow

Summary

Aim of this work was the development and introduction into clinical practice methods of surgical treatment of cataracts with the calculation of the optical power intraocular lenses in miopic patients after eximerlazer keratorefractive intervention.

The study included 70 patients (73 eyes) with cataract, previously on the high degree of myopia (from -6.0 to -10.0 dptr) was performed keratorefractive operation (LASIK, FRK). All patients were divided into 2 groups.

Based on the examination of the material, to reduce the refractive error in cataract surgery in eyes after previous keratorefractive surgery, it is important the use of laser interferometer «IOL Master», which excludes errors in biometric measurements. Determining the true rate of curvature of the cornea, which is calculated on a formula developed by the introduction and calculation of true curvature of the cornea in the Hoffer Q formula and direct calculation of the optical power IOL.

Key words: keratoconus, cataract, eximerlazer.

Координаты для связи с автором: 107143, г. Москва, ул. Лосиноостровская, 45

Экстракция катаракты у близоруких считается рискованным хирургическим вмешательством, ввиду возможных осложнений, связанных с особенностями миопического глаза (глубокая передняя камера, слабость волокончатой связки, растяжение заднего сегмента глаза). Помимо вышеперечисленного, у пациентов после кераторефракционных операций, присутствуют анатомические изменения роговицы, специфические для эксимерлазер-

ной хирургии, которые необходимо учитывать в хирургии катаракты. [1,4,5].

Следует отметить, что пациенты, перенесшие рефракционные вмешательства, особенно требовательны к качеству зрения и после экстракции катаракты ожидают получить высокую остроту зрения без коррекции. В этих условиях точность расчета оптической силы ИОЛ и попадание в запланированную рефракцию приобретает особое значение. Нередко у таких пациентов в послеоперационном периоде наблюдается нежелательное смещение рефракции в сторону гиперметропии.

В ходе анализа литературы были выделены причины, приводящие к рефракционным ошибкам в расчете ИОЛ при хирургии катаракты на глазах после кераторефракционных операций. Прежде всего, это некорректность определения преломляющей силы роговицы стандартными кератометрами. Другие причины, вызывающие рефракционную ошибку, – неточность биометрических измерений и использование неподходящих формул для расчета ИОЛ [5, 6, 8, 9].

На сегодняшний день существуют несколько методик, повышающих точность расчета ИОЛ после эксимерлазерных операции по поводу миопии: метод «рефракционной истории» J.T. Holladay (1989), расчет преломляющей силы роговицы при помощи жесткой контактной линзы, регрессионная формула Masket. В то же время указанные формулы чаще всего требуют данных исходного (перед эксимерлазерным вмешательством) состояния глаза. В виду частого отсутствия точной «рефракционной истории» больного использование перечисленных методов ограничено.

В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилась разработка и внедрение в клиническую практику методики хирургического лечения катаракты с расчетом оптической силы интраокулярных линз у пациентов с миопией, перенесших эксимерлазерные кераторефракционные вмешательства.

Материалы и методы

В исследование включены 70 пациентов (73 глаза) с катарактой, которым ранее по поводу миопии высокой степени (от -6,0 до -10,0 дптр) была выполнена кераторефракционная операция (ЛАЗИК, ФРК). Все пациенты были разделены на 2 группы.

В первой (основной) группе представлены собственные результаты хирургического лечения в период 2005г. 30 больных (34 глаза) с катарактой с эксимерлазерными кераторефракционными операциями по поводу миопии с использованием разработанной методики адаптивного расчета оптической силы ИОЛ и техники фактоэмюльсификации катаракты.

В основной группе больных для определения радиуса кривизны роговицы и величины рефракции, а также для биометрических измерений применялся лазерный интерферометр «IOL Master» (фирма «Zeiss», Германия). Рас-

Тип и модель имплантированных ИОЛ в основной и контрольной группах

Модель ИОЛ	Количество глаз
HAF (HANITA LENSES)	17
Aqua Sense (Rumex)	25
SN60AT (ALCON)	16
MA60BM (ALCON)	6
HP60 (Baush&Lomb)	2
Idea (Xcelens)	7

Таблица 2

Некорригированная острота зрения после операции у пациентов основной и контрольной групп ($M \pm m$)

Острота зрения	Основная группа n=34	Контрольная группа n=40
Ниже 0,1	-	10
0,1 - 0,2	-	15
0,2 – 0,4	10	6
0,5 – 0,6	11	6
0,7 - 1,0	13	3
Всего	34	40

чет оптической силы ИОЛ проводили по формуле Hoffer Q с учетом модифицированного значения кератометрии. Данное значение было получено в результате анализа функциональных результатов после уже первых операций и окончательно сформировано в конце исследования. Расчет оптической силы ИОЛ по формуле Hoffer Q дает оптимальную точность, если при проведении расчета в качестве рефракции роговицы принимать не результат измерения прибора "IOL Master" (показатель преломления 1,3375), а значение, уменьшенное в среднем на 0,6 дптр с соответствующим увеличением оптической силы ИОЛ. Это связано с тем, что после эксимерлазерной рефракционной операции уменьшается толщина стромы, вместе с этим средний показатель преломления роговицы. Если принять показатель преломления 1.3331, то рефракцию роговицы, измеренную на кератометре с редуцированным показателем преломления, нужно пересчитывать по представленной формуле:

$$K_s = K (1.3331 - 1) / (1.3375 - 1)$$

K_s – истинная рефракция роговицы

K – измеренная рефракция роговицы

1,3331 – модифицированный редуцированный показатель преломления "IOL Master" для значений рефракции роговицы, используемых в расчете оптической силы ИОЛ по формуле HofferQ.

1,3375 – показатель преломления "IOL Master"

Во второй (контрольной) группе представлен ретроспективный анализ хирургического лечения 40 больных с катарактой, в прошлом перенесших эксимерлазерные кераторефракционные операции, которым факоэмульсификация катаракты была выполнена в период с 1996 по 2004 гг.

В контрольной группе расчет оптической силы ИОЛ проводили по стандартным методикам. Кератометрия проводилась на стандартных кератометрах – «Rodentstock» и «Orton» (Германия). Биометрия с помощью ультразвукового биометра Ophthalmoscan-200 (Sonometrics systems INC, США). Расчет оптической силы ИОЛ проводили по стандартным формулам SRK/T.

Сроки обращения пациентов основной и контрольной групп с катарактой составили от 4 до 15 лет (в среднем 8 + 0,5 лет) после кераторефракционных операций. Средний

возраст пациентов составил 52 ± 0.89 лет (от 35 до 68 лет).

Предоперационные значения некорригированной остроты зрения в основной и контрольной группах до операции в подавляющем большинстве составили ниже 0,1: на 31 глазу (91%) в основной группе и на 31 глазу (77,5%) в контрольной. На остальных глазах некорригированная острота зрения составила от 0,2 до 0,4.

Имплантировали эластичные интраокулярные линзы различных производителей (табл. 1).

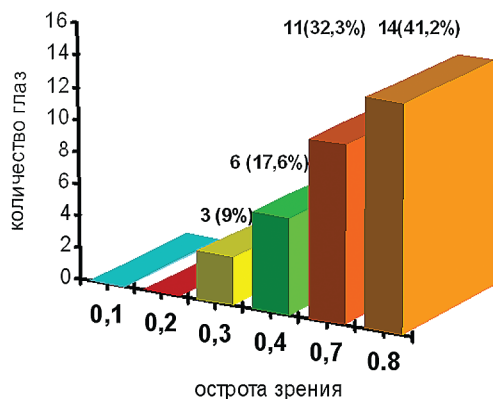
Выбор методики факоэмульсификации ядра в основной группе зависел от степени плотности хрусталика. При наличии достаточно плотного твердого ядра факоэмульсификация проводилась по методике «phaco chop» [3,9].

Для факоэмульсификации мягких катаракт была разработана собственная методика операции. Техника операции заключается в следующем. После осуществления подготовительных этапов операции и кругового переднего капсулорексиса вводят наконечник факоэмульсификатора в переднюю камеру. Затем на минимальном уровне ультразвука (мощность 5–10%) производили аспирацию части хрусталика в нижнем полукружье капсульного мешка. После этого с помощью шпателя, перевернув оставшуюся верхнюю половину хрусталика на 180 градусов в сагитальной плоскости вниз, ее также аспирировали на тех же минимальных уровнях ультразвука. Поворот в сагитальной плоскости предотвращает разрыв волокон цинновой связки, задней капсулы хрусталика, уменьшает травматизацию окружающих тканей, а также позволяет значительно сократить время проведения операции, поскольку при такой технике уменьшается количество необходимых манипуляций с хрусталиком. (Патент № 2006132689 от 13.09.2006 г.).

Результаты

У большинства пациентов послеоперационный период протекал без осложнений и характеризовался быстрым восстановлением зрительных функций. С первого дня роговица оставалась прозрачной, в единичных случаях выявлялись легкие складки десцеметовой оболочки в области операционного разреза.

Основная группа (34 глаза)



Контрольная группа (40 глаза)

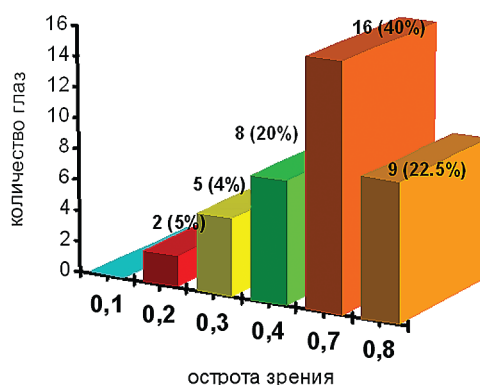


Рис. 1.
Острота зрения с максимальной коррекцией после операции в основной и контрольной группах

Осложнения раннего послеоперационного периода были минимальными. Наблюдались 2 случая отека роговицы в глазах с плотной ядерной катарактой, транзиторная гипертензия в раннем послеоперационном периоде была выявлена у 3 больных. Во всех случаях осложнения были компенсированы медикаментозно.

До факоэмульсификации у большинства пациентов основной группы толщина роговицы в центральной части варьировала в пределах 385 (+30 мкм). Снижение толщины объяснялось особенностями предшествующей кераторефракционной операции (ФРК и ЛАЗИК). Начиная со второго месяца после операции и на протяжении всего периода наблюдения результаты кератопахиметрии не отличались от дооперационных значений.

У пациентов основной и контрольной групп потеря клеток заднего эпителия роговицы после операции достоверно не отличалась и составила, соответственно, 5,7% и 6,4%. Эти данные совпадают с данными литературы, согласно которым средняя потеря клеток заднего эпителия роговицы после операции составляет 6% [9].

При исследовании функциональных результатов операции максимальный интерес представляла рефрактометрия и некорригированная острота зрения. Последний показатель является интегрированным, поскольку суммарно отражает как физиологические возможности макулярной области сетчатки, так и состояние оптической системы глаза (точность расчета ИОЛ на запланированную рефракцию).

Некорригированная острота зрения

В основной группе зрительные функции были улучшены у всех пациентов. После операции уже на 1–3 сутки повышение некорригированной остроты зрения до 0,2–0,4 и выше было достигнуто в основной группе в 100% случаев, а 0,5 и выше – в 24 (71%) случаях. В контрольной группе на 1–3 сутки после операции повышение некорригированной остроты зрения до 0,2–0,4 и выше было достигнуто в 15 (37,5%) случаях (табл. 2).

Как показывает сравнение некорригированной остроты зрения, имеется статистически достоверная ($p < 0,002$) разница между пациентами основной и контрольной групп. Если до операции показатели некорригированной остроты зрения в обеих группах практически не отличались, то в послеоперационном периоде некорригированная острота зрения в основной группе была существенно выше. Так, острота зрения 0,5–0,6 встречалась в основной группе в 2 раза чаще, чем в контрольной группе, а острота зрения 0,7 и выше встречалась в основной группе в 4 раза чаще.

Острота зрения с максимальной коррекцией

Острота зрения с максимальной коррекцией в послеоперационном периоде не имела значительной разницы между группами.

Максимально корригированная острота зрения после операции у пациентов основной группы на 9 глазах составила 0,2–0,4, на 11 глазах находилась на уровне от 0,5 до 0,6, а на остальных 14 глазах была выше 0,7. Максимально корригированная острота зрения после операции у пациентов контрольной группы на 15 глазах составила 0,2–0,4, на 16 глазах находилась на уровне от 0,5 до 0,6, а на остальных 9 глазах была выше 0,7.

Графическое отображение остроты зрения с максимальной коррекцией после операции в основной и контрольной группах наглядно представлено на рис. 1.

Как в основной, так и в контрольной группе, во всех случаях со сравнительно низкими зрительными функциями имелись выраженные сопутствующие изменения на глазном дне.

Таким образом, максимально корригированная острота зрения была достигнута у всех пациентов основной и контрольной групп, не имеющих грубой патологии сетчатки. Это объясняется тем, что методика расчетов ИОЛ оказывает на максимально корригированную остроту зрения значительно меньшее влияние, чем на некорригированную остроту зрения.

Рефракционные результаты

Состояние рефракции в послеоперационном периоде – основной показатель, позволяющий оценить точность и объективность расчета ИОЛ. Анализ рефракции в основной группе больных показал довольно точное совпадение полученной рефракции и запланированной при расчете по разработанной методике.

Так, послеоперационная рефракция в пределах + 0,75 дптр от запланированной была отмечена у всех пациентов основной группы, в 17,5% случаев рефракция находилась в пределах + 0,3 дптр от запланированной рефракции. У 82,3% была достигнута запланированная рефракция цели (рис. 2).

При ретроспективном анализе в контрольной группе больных была отмечена тенденция к смещению полученной рефракции от запланированной в сторону гиперметропии.

Так, послеоперационная рефракция в пределах + 1 дптр отмечена у 8 пациентов, в пределах + 0,5 дптр – у 5 пациентов, у 27 пациентов из 40 отмечался сдвиг от запланированной рефракции в сторону гиперметропии от

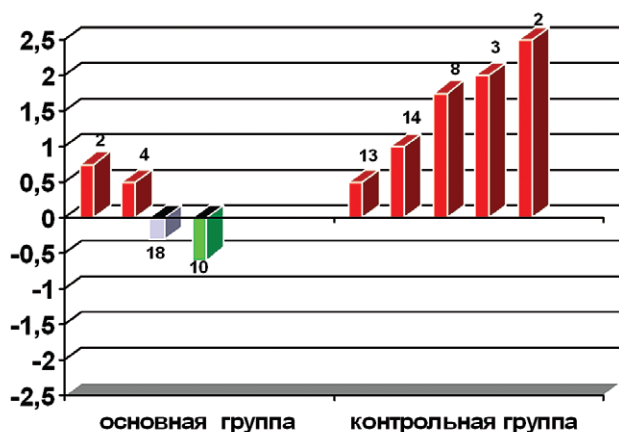


Рис.2.
Отклонение рефракции после операции в основной и контрольной группах

* Отличие данных в основной и контрольной группах статистически достоверно ($p < 0,002$).

+ 1.0 до + 2.5 дптр. Как показывает сравнение послеоперационной рефракции, имеется статистически достоверная разница ($p < 0,002$) между результатами пациентов основной и контрольной групп.

Точное совпадение с запланированной рефракцией встречалось в основной группе в 4 раза чаще, чем в контрольной группе, а отклонение свыше 1 дптр в основной группе не наблюдалось вообще, в то время как в контрольной группе было отмечено в 25% случаев.

Обсуждение

Проанализировав собственный материал и данные литературы, можно сказать, что существует ряд причин, приводящих к рефракционным ошибкам в расчете ИОЛ при хирургии катаракты на глазах после кераторефракционных операций.

Один из причин, ведущей к недооценке преломляющей силы ИОЛ на миопических глазах является неточность биометрических измерений, в частности, измерение переднезадней оси глаза. На глазах с миопической формой глазного яблока оптическая ось может быть меньше анатомической. При проведении замера с помощью ультразвукового биометра можно получить существенную ошибку, если задний полюс глаза оказывается на вершине стафиломы и в стороне от макулярной области. При этом ошибка в измерении ПЗО глаза в 100 мкм ведет к рефракционной ошибке в 0.28 дптр. Стремление увеличить точность биометрических данных привело к появлению новой методики — лазерной парциальной когерентной интерферометрии (оптическая биометрия). Это бесконтактная технология, где вместо УЗ волны используется инфракрасный лазерный луч. Первым и основным прибором для данной методики остается бесконтактный биометр «IOL Master» [6, 7].

Другой причиной является некорректность определения преломляющей силы роговицы стандартными кератометрами и кератотопографами на основе дисков Плачидо. По данным большинства исследователей в ходе проведения стандартной кератометрии происходит значительное завышение силы преломления роговицы, что приводит к сдвигу рефракции в сторону гиперметропии после экстракции катаракты с имплантацией ИОЛ недостаточной преломляющей силы [4, 5]. С одной стороны, это вызвано тем, что стандартные кератометры производят измерение лишь в четырех точках в трехмиллиметро-

вой зоне роговицы, в которой кривизна чаще всего выше сравнении с уплощенным оптическим центром. Вторая причина ошибки состоит в том, что большинство современных кератометров и кератотопографов способны оценить кривизну лишь наружной поверхности роговицы. Но, как известно после ЛАЗИК и ФРК наружная поверхность роговицы уплощена, в то время как внутренняя остается почти неизменной. При этом в оптическом центре толщина роговицы уменьшается, следовательно, изменяется соотношение данных параметров, определяемое стандартным индексом рефракции (1.3333), используемом в большинстве приборов, которые оценивают лишь переднюю поверхность. Это приводит к завышению показателей преломления оперированной роговицы.

Одной из важнейших причин рефракционных ошибок в хирургии катаракты следует считать применение неадекватных формул для расчета ИОЛ. Особенностью расчета оптической силы ИОЛ после эксимерлазерной рефракционной операции является ослабленная рефракция роговицы. Учитывая это обстоятельство, были проанализированы наиболее распространенные методики расчета оптической силы ИОЛ — SRK/T, Holladay, HofferQ, обращая внимание на характер зависимости этих методик от рефракции роговицы.

В методах SRK/T и Holladay по значению рефракции роговицы вычисляется ее радиус кривизны, который используется в оптической формуле расчета ИОЛ. Кроме того, в этих методиках с использованием радиуса кривизны роговицы вычисляется высота роговичного сегмента для прогнозирования положения ИОЛ.

В формуле HofferQ значение рефракции роговицы используется по-другому. Во-первых, в оптической формуле расчета ИОЛ рефракция роговицы не пересчитывается в радиус кривизны, а применяется непосредственно, как оптическая сила тонкой линзы. Во-вторых, для прогнозирования положения ИОЛ относительно роговицы применяется не геометрическая формула расчета высоты роговичного сегмента, а эмпирическая зависимость, построенная по данным Hoffer. Все вышесказанное дает основание надеяться на более точную зависимость прогнозируемого положения ИОЛ от оптической силы оперированной роговицы.

В условиях измененной формы роговой оболочки после рефракционной операции методика Hoffer, по нашему мнению более точна. Кроме того, из-за абляции стромы роговицы возможно некоторое изменение распределения показателя преломления роговицы, что делает более целесообразным применение в расчетах значения оптической силы роговицы, а не пересчитывать в радиус кривизны и применять в геометрических и оптических формулах значение радиуса кривизны.

Определение оптической силы роговицы основано на принципе сферического зеркала: измеряются размеры изображений марок кератометра на передней поверхности роговицы, что определяет радиус кривизны передней поверхности в исследуемой точке. В кератометрах различных фирм применяют различные редуцированные коэффициенты преломления роговицы для пересчета радиуса кривизны передней поверхности в оптическую силу всей роговицы (то есть, обеих поверхностей). Так, например, показатель преломления для «IOL Master» равен 1,3375, для ручного офтальмометра «Rodenstock», автокератометров «Humphrey» и «Торсон», 1,332 для ручного офтальмометра «Opton», существуют также значения 1,336, 1,3315, 1,33 и 4/3 для других видов кератометров.

Заключение

Для уменьшения рефракционных ошибок в хирургии катаракты на глазах перенесших кераторефракционные операции, представляется актуальным использование бесконтактного биометра «IOL Master», который исключает ошибки при биометрических измерениях. Анализ наших данных показал, что расчет оптической силы ИОЛ по формуле HofferQ дает оптимальную точность, если при проведении расчета в качестве рефракции роговицы принимать не результат измерения «IOL Master» (показатель преломления 1,3375), а значение, уменьшенное в среднем на 0,6 дптр с соответствующим увеличением оптической силы ИОЛ. После эксимерлазерной рефракционной операции уменьшается толщина стромы, вместе с этим средний показатель преломления роговицы. Если принять показатель преломления $n = 1,3331$, то значение показателя рефракции роговицы, полученное на кератометре с редуцированным показателем преломления, нужно пересчитывать по представленной формуле:

$$K_s = K (1,3331 - 1) / (1,3375 - 1)$$

K_s – истинная рефракция роговицы

K – измеренная рефракция роговицы

1,3331 – модифицированный редуцированный показатель преломления «IOL Master» для значений рефракции роговицы, используемых в расчете оптической силы ИОЛ по формуле HofferQ.

1,3375 – показатель преломления «IOL Master».

Последняя версия «IOL Master» дополнена программой расчета оптической силы ИОЛ после эксимерлазерных кераторефракционных операций (ФРК, ЛАЗИК). Однако данная программа построена на основе «рефракционной истории» Holladay и требует точной информации об исходных показателях рефракции многолетней давности.

Таким образом, предложен следующий алгоритм расчета ИОЛ после эксимерлазерных кераторефракционных операций.

Шаг первый – использование лазерного интерферометра «IOL Master» при биометрических измерениях глазного яблока для уменьшения рефракционных ошибок в хирургии катаракты на глазах перенесших кераторефракционные операции.

Шаг второй – определение показателя истинной кри-

визны роговицы, который рассчитывается по представленной формуле – $K_s = K (1,3331 - 1) / (1,3375 - 1)$.

Шаг третий – введение показателя рассчитанной истинной кривизны роговицы в формулу Hoffer Q и непосредственно расчет оптической силы ИОЛ.

Предложенный алгоритм расчета ИОЛ рекомендуется к использованию в практической офтальмологии для улучшения исходов в хирургии катаракты, проводимой на глазах после эксимерлазерных кераторефракционных операций.

Литература

1. Балашевич Л.И. Рефракционная хирургия. – СПб : Изд. Дом СПб МАПО, 2002. – С.38–39.
2. Зуев В.К. Современные аспекты хирургической коррекции миопии высокой степени: Дис. д-ра мед. наук.–М., 1995. – С. 50.
3. Иошин И.Э., Виговский А.В., Хачатрян Г.Т., Тагиева Р.Р. Метод сегментарного разлома ядра при факоемульсификации // Рефракционная хирургия и офтальмология – 2006, Т. 6, № 2, С. 20–23.
4. Hoffer K.J. Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy // J.Refract. Surg.– 1995.– Vol.11.– Pt.6 – P. 490–493.
5. Holladay J.T. Intraocular lens power calculations for cataract and refractive surgery. In Refractive Surgery: Current Techniques and Management. New York: Igaku-Shoin, 1997.– P. 183–193.
6. Kiss B, Findl O, Menapace R, et al. Refractive outcome of cataract surgery using partial coherence interferometry and ultrasound biometry: Clinical feasibility study of a commercial prototype II // J Cataract Refract Surg 2002; 28: 230–234.
7. Kiss B, Findl O, Menapace R, et al. Biometry of cataractous eyes using partial coherence interferometry: Clinical feasibility study of a commercial prototype I // J Cataract Refract Surg 2002; 28: 224–229.
8. Lieb W., Guerry D. P. Experience with an anterior chamber lens // Am. J. Ophthalm. – 1958.– Vol.46 – P.127–129.
9. Werner L., Buratto L., Zanini M., Apple D. Phacoemulsification Principles and Techniques, Second Edition. Milano: Fabiano. 2003.