

Д.В. Логунов, С.Л. Кузнецов, А.А. Маликова
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТАНТЫ «А»
ДЛЯ ОБЪЕМОЗАМЕЩАЮЩЕЙ ИНТРАОКУЛЯРНОЙ
ЛИНЗЫ «ТОРСИОН» НА ОСНОВЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ
ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА

*Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
 Минздрава России, г. Пенза*

Цель. Оптимизировать константу «А» (формула SRK/T) для объемозамещающей интраокулярной линзы (ИОЛ) «Торсион» в зависимости от индивидуальных параметров переднего отрезка глаза.

Материал и методы. Определяли персонализированную дистанцию от поверхности роговицы до задней капсулы хрусталика (ЗКХ) глаза, как основу для оптимизации константы «А». Анализировали послеоперационное положение ИОЛ и с учетом известного значения средней константы «А» рассчитывали оптимизированную константу «А». Проводили сравнительный анализ величины рефракционной ошибки при использовании средней и оптимизированной константы «А».

Результаты. Рассчитаны оптимизированные практические константы «А» для ультразвуковой и оптической биометрии в зависимости от индивидуальных параметров глаза. Продemonстрировано уменьшение рефракционной ошибки при имплантации ИОЛ «Торсион» с использованием оптимизированной константы «А».

Выводы. Определены оптимизированные константы «А» для расчета оптической силы ИОЛ «Торсион» на основе персонализированных значений дооперационных значений дистанции от роговицы до задней капсулы хрусталика.

Применение оптимизированной константы «А» позволяет уменьшить рефракционную ошибку при расчете объемозамещающей ИОЛ «Торсион» по сравнению с применением усредненного значения константы «А» для формулы SRK/T.

Ключевые слова: интраокулярная линза «Торсион», оптимизированная константа «А», формула SRK/T, рефракционная ошибка.

D.V. Logunov, S.L. Kuznetsov, A.A. Malikova
OPTIMIZATION OF CONSTANT «A» FOR “OPEN BAG” IOL «TORSION» BASED
ON PERSONALIZED PARAMETERS OF THE ANTERIOR SEGMENT OF THE EYE

Purpose. To optimize constant «A» (SRK/T formula) for “Open bag” IOL «Torsion» depending on individual parameters of the anterior segment of the eye.

Material and methods. The personalized distance from the corneal surface to the posterior capsule of the lens (PCL) of the eye has been determined as the basis for optimization of constant «A». The postoperative position of the IOL has been analyzed and, taking into account the known value of the average constant «A», the optimized constant «A» has been calculated. A comparative analysis of the refractive error has been performed using the average and optimized constant «A».

Results. Optimized practical constants «A» for ultrasound and optical biometry have been calculated depending on individual eye parameters. A reduction in refractive error has been demonstrated during implantation of the “Torsion” IOL using the optimized constant «A».

Conclusions. Optimized constants «A» were determined for calculating the optical power of the “Torsion” IOL based on personalized values of preoperative values of the distance from the cornea to the posterior capsule of the lens.

The use of the optimized constant «A» allows to reduce the refractive error when calculating the “Open bag” Torsion IOL compared to the use of the average value of the constant «A» for the SRK/T formula.

Key words: «Open bag» IOL «Torsion», optimized constant «A», SRK/T formula, refractive error.

Объемозамещающие интраокулярные линзы (ИОЛ), которые в англоязычной литературе называют «Open bag IOL» или «Open bag devices», являются вариантом коррекции афакии, над которыми работают как отечественные, так и зарубежные исследователи [1-4]. На кафедре офтальмологии Пензенского института усовершенствования врачей (ПИУВ) в течение ряда лет проводятся разработка, изучение и внедрение объемозамещающих ИОЛ «Торсион» [6-8] производства ООО предприятие «Репер НН».

В концепции ИОЛ «Торсион» воплощен принцип объемозамещения капсульного мешка хрусталика (КМХ) путем растяжения и разделения его листов благодаря эффекту скручивания (торсионный эффект) дистальных концов гаптических элементов ИОЛ в

капсульных сводах КМХ вследствие соразмерности их размеров и эластических свойств. Данная концепция предусматривает возможность сохранения ряда параметров различных по размерам КМХ при фиксированных параметрах ИОЛ.

Известно, что константа «А» является одной из составляющих регрессионных формул для определения оптической силы ИОЛ, в частности теоретически обновленной формулы третьего поколения SRK/T, которая до сегодняшнего дня остается наиболее часто применяемой для расчета ИОЛ [5]. Константа «А» конкретной модели ИОЛ зависит от анатомических параметров глаз и характеризует как положение линзы в КМХ, так и оптические характеристики, и конструктивные особенности оптической и гаптической частей

ИОЛ. Она рассчитывается как теоретически, так и определяется на практических результатах средних значений сферэквивалента клинической рефракции, полученной в результате анализа не менее 20 имплантаций каждой модели ИОЛ [5]. Ранее нами на большом клиническом материале имплантаций ИОЛ «Торсион» было определено среднее практическое значение константы «А» для формулы SRK/T, которое составило 121,9 для ультразвуковой биометрии (УБ) [6,8]. Данное исследование является следующим этапом, направленным на оптимизацию результатов более точного повышения точности определения оптической силы ИОЛ «Торсион» путем определения персонализированной константы «А» для каждого глаза с учетом значений его анатомических параметров, в частности глубины передней камеры глаза и положения КМХ в глазу, что позволяет уменьшить величину рефракционной ошибки.

Цель исследования – оптимизировать константу «А» (формула SRK/T) для объемозамещающей ИОЛ «Торсион» в зависимости от индивидуальных параметров переднего отрезка глаза.

Задачи исследования:

1. На основе послеоперационного анализа персонального положения ИОЛ «Торсион» в КМХ и с учетом имеющегося значения средней константы «А» необходимо рассчитать значения оптимизированной константы «А».

2. Провести сравнительные исследования величины рефракционной ошибки при использовании значений средней практической константы «А» и оптимизированной практической константы «А» для формулы SRK/T.

Материал и методы

С учетом статуса объемозамещающей линзы КМХ ИОЛ определяли и анализировали тот параметр глаза, который в наиболее полной мере демонстрировал степень объемозамещения нативного хрусталика линзой «Торсион». Данными параметрами на наш взгляд являются положение задней капсулы хрусталика и связанная с этим дистанция от поверхности роговицы до задней капсулы хрусталика. Таким образом, основанием для оптимизации константы «А» являлся анализ до и после операционных значений данных индивидуальных параметров.

Перед операцией проводили полное обследование пациента и рассчитывали оптическую силу ИОЛ в объеме требуемых стандартов, принятых в хирургии катаракты. Дополнительно выполняли прямое аксиальное, меридиональное ультразвуковое биомикроско-

пическое (УБМ) сканирование переднего отрезка глаза на УЗ-сканере Accutome UBM Plus (США) с разрешающей способностью 0,015 мм по стандартной методике. При определении оптической силы ИОЛ оптимизировали полученную нами ранее среднюю практическую константу «А» для ультразвуковой биометрии (УБ) и формулы SRK/T, равной 121,9 для ИОЛ «Торсион», исходя из соответствующей ей средней дистанции от передней поверхности роговицы до задней поверхности ИОЛ в КМХ, равной $7,4 \pm 0,09$ мм [6]. Для этого на основе полученных данных УБ персонализированного положения задней капсулы нативного хрусталика от вершины роговицы и на основе прямо пропорциональной зависимости от значений глубины передней камеры глаза (ACD) и значений хирургического фактора (SF), соответствующего определенному значению константы «А» по нормограмме (Holladay registry) [9], путем математической ее обработки определяли практическую оптимизированную константу «А».

После операции сравнивали полученную рефракцию на основе значения оптимизированной константы «А» и возможную теоретическую рефракционную ошибку при расчете оптической силы ИОЛ «Торсион» с использованием средней практической константы.

Результаты и обсуждение

На основе ранее полученных нами данных средних значений до и послеоперационного положения задней капсулы хрусталика $= 7,4 \pm 0,09$ мм [6] и соответствующей ей по Holladay registry теоретической величине константы «А» $= 122,2$ и средней практической величине константы «А» $= 121,9$ [6], а также с учетом индивидуальных значений дооперационного положения задней капсулы хрусталика рассчитывали оптимизированные значения практической константы «А» для формулы SRK/T (табл. 1). В таблице представлены рассчитанные нами значения константы «А» как для УБ (US), так и для оптической биометрии (ОБ), (Opt.). Это сделано для удобства пользователей. Вместе с тем, использованная нами средняя поправка в виде прибавки к значениям УБ константы $+0,23$, согласно Cooke David et. al. (2022) [10], не является однозначной величиной и требует отдельного изучения этого вопроса, который выходит за рамки данной работы. В случае использования метода ОБ как основного исследователя должны откорректировать данную поправку по полученным рефракционным результатам или дополнительно проводить ее перерасчет как рекомендуют другие авторы [11].

Таблица 1

Значения теоретической и практических констант «А» для ультразвуковой биометрии и оптической биометрии, оптимизированных в зависимости от значения биометрической дистанции от вершины роговицы до задней капсулы хрусталика для ИОЛ «Торсион»

Дистанция от вершины роговицы до задней капсулы, мм (Holladay registry ACD) [9]	A-const. (теоретическая) по (Holladay registry) [9]	pers. A-const (практическая, US) для ИОЛ «Торсион»	pers. A-const (практическая, Opt.) (Cooke David L et. al.) [10] для ИОЛ «Торсион»
6.0	119.8	119.5	119.73
6.1	120.0	119.7	119.93
6.2	120.1	119.8	120.03
6.3	120.3	120.0	120.23
6.4	120.5	120.2	120.43
6.5	120.6	120.3	120.53
6.6	120.8	120.5	120.73
6.7	121.0	120.7	120.93
6.8	121.2	120.8	121.03
6.9	121.3	121.0	121.23
7.0	121.5	121.2	121.43
7.1	121.7	121.4	121.63
7.2	121.8	121.5	121.73
7.3	122.0	121.7	121.93
7.4	122.2	121.9	122.13
7.5	122.4	122.0	122.23
7.6	122.5	122.2	122.43
7.7	122.7	122.4	122.63
7.8	122.9	122.6	122.83
7.9	123.0	122.7	122.93
8.0	123.2	122.9	123.13
8.1	123.4	123.1	123.33
8.2	123.5	123.2	123.43
8.3	123.7	123.4	123.63
8.4	123.9	123.6	123.83
8.5	124.1	123.7	123.93
8.6	124.2	123.9	124.13
8.7	124.4	124.1	124.33
8.8	124.6	124.3	124.53
8.9	124.7	124.4	124.63
9.0	125.0	124.7	124.93

Клинический пример

Пациент К. 71 год. Диагноз: осложненная катаракта правого глаза (OD), высокая осложненная миопия обоих глаз. Острота зрения 0,01 sph. -18,0 = 0,2, ВГД – 18 мм рт. ст. На рисунке (А, Б) представлены данные УБМ (OD) с до- и послеоперационными параметрами биометрии дистанции от передней поверхности роговицы до задней капсулы хрусталика.

Дистанция от вершины роговицы до заднего листка КМХ (ACD) = 7,8 мм соответствует теоретической A-const 122,9. С учетом ранее полученных нами данных средней дистанции от вершины роговицы до ЗКХ, равной $7,4 \pm 0,09$ мм соответствуют значения теоретической A-const 122,2 и практической A-const 121,9 [2].

Для определения оптимизированной константы «А» на основе персонализированного значения дистанции от передней поверхности роговицы до задней капсулы хрусталика и с учетом прямо пропорциональной зависимости значения константы «А» от значений ACD составили следующую пропорцию для расчета персонифицированной практической A-const:

$$\frac{122,2 - 121,9}{122,9 - X},$$

где X – персонифицированная практическая A-const (pers. A-const).

Таким образом, практическая pers. A-const для правого глаза пациента К., 71 года, составила $X = 122,9 \times 121,9 / 122,2 = 122,6$



а



б

Рисунок. Данные ультразвуковой биомикроскопии пациентки К., 71 год. а – УБМ нативного хрусталика правого глаза пациента К. Дистанция от вершины роговицы до ЗКХ = 7,8 мм; б – УБМ того же глаза через 1 месяц после ФЭК с имплантацией ИОЛ «Торсион» +7.0 дптр. Дистанция от вершины роговицы до ЗКХ = 7,78 мм

С учетом планируемой рефракции у данного пациента – 2,25 дптр, оптическая сила ИОЛ «Торсион» по формуле SRK/T составила +7,0 дптр. По результатам послеоперационной рефрактометрии правого глаза через 1 месяц после операции получена запланированная рефракция, sph. - 1,75D, cyl. - 1,0D ax103. Острота зрения с данной коррекцией составила 0,9.

Сравнительное исследование величины возможной рефракционной ошибки при использовании средней практической константы «А» и оптимизированной практической константы pers A-const для формулы SRK/T показало, что при расчете оптической силы ИОЛ «Торсион» с использованием средней практической A-const 121,9 ожидаемая клиническая рефракция составила бы – 3,5D, а с учетом оптимизированной pers. A-const 122,6 равна - 2,35D.

По результатам послеоперационной рефрактометрии (sph. - 1,75 дптр cyl. - 1,0 дптр ax 103) определили рефракционную ошибку

для каждой константы «А». При применении средней практической A-const 121,9 рефракционная ошибка должна была составить –1,25 дптр, а при персонифицированной pers. A-const она составила – 0,1D, что в 12 раз меньше. Таким образом, оптимизированная константа позволила получить планируемую рефракцию и предотвратить значимую рефракционную ошибку.

Выводы

1. Определены оптимизированные константы «А» для расчета оптической силы ИОЛ «Торсион» на основе персонализированных результатов дооперационных значений дистанции от роговицы до задней капсулы хрусталика.

2. Применение оптимизированных значений константы «А» позволяет уменьшить рефракционную ошибку при расчете объемозамещающей ИОЛ «Торсион» по сравнению с применением усредненного значения константы «А» для формулы SRK/T.

Сведения об авторах статьи:

Логунов Дмитрий Владимирович – ассистент кафедры офтальмологии, ПИУВ–филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. Адрес: 440060, г. Пенза, ул. Стасова, 8А. E-mail: dmitrylog89@gmail.com.

Кузнецов Сергей Леонидович – к.м.н., доцент, зав. кафедрой офтальмологии ПИУВ – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. Адрес: 440060, г. Пенза, ул. Стасова, 8А. E-mail: slkclinic@gmail.com.

Маликова Алина Андреевна – ординатор 2 года обучения кафедры офтальмологии ПИУВ–филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. Адрес: 440060, г. Пенза, ул. Стасова, 8А. E-mail: limalikova99@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Safety, biocompatibility, and potential functionality of a new accommodative intraocular lens: An experimental study in rabbits/ Ivan Fernandez-Bueno [et al.] // J. Heliyon. – 2023. – Vol. 9(9).
2. Influence of the CleaRing intraocular open capsule device on refractive predictability in cataract surgery/ Elinor Megiddo-Barnir, Guy Kleinmann // Clin. Exp. Ophthalmol. – 2023. – Vol. 51(7). – P. 685-691.
3. Long-term uveal and capsular biocompatibility of a new fluid-filled, modular accommodating intraocular lens/ Bontu [et al.] // Journal of Cataract & Refractive Surgery. – 2021. – Vol. 47(1). – P. 111-117.
4. Werner, L. The open/expanded-bag intraocular lens concept/ L. Werner // J. Cataract Refract Surg. – 2022. – Vol. 48(10). – P. 1103-1104.
5. Зуев, В.К., Расчет константы А для эластичной «реверсной» ИОЛ/ В.К. Зуев [и др.]. // Офтальмохирургия. – 2015. – №4. – С. 6-9.
6. Кузнецов, С.Л. Положение задней капсулы искусственного глаза объемозамещающей ИОЛ с «торсионной» гапстикой МИОЛ-28/ С.Л. Кузнецов, Д.В. Логунов, Е.Е. Бражалович // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – №4. – С. 1591-1596.
7. Эластичная интраокулярная линза с торсионной гапстикой: патент №2208418 Рос. Федерация; заявл. 08.06.2001; опубл. 20.07.2003. Бюл. №20.
8. ИОЛ с «торсионной» гапстикой. Клинические результаты изучения объемозамещающей модели/ С.Л. Кузнецов [и др.]. // Офтальмохирургия. – 2010. – №2. – С. 24-29.
9. Holladay, J.T. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculation // J. Cataract Refr. Surg. – 1997. – Vol. 23. – P. 1356-1370.
10. Immersion ultrasound biometry vs optical biometry / Cooke David L. [et al.] // J. Cataract Refr. Surg. – 2022. – Vol. 48(7). – P. 819-825.
11. Lens Constants | East Valley Ophthalmology Eye Doctors Mesa AZ. Optical Biometry Lens Constants [Электронный ресурс] URL: <https://doctor-hill.com/iol-power-calculations/optical-biometry/lens-constants/> (дата обращения: 01.02.2025)

REFERENCES

1. Ivan Fernandez-Bueno, Luis Ignacio Olcina, Cristina Andrés-Iglesias, Kevin Puertas-Neyraltziar, Fernández-Martínez Ricardo Usategui-Martín Miguel José Maldonado-López. Safety, biocompatibility, and potential functionality of a new accommodative intraocular lens: An experimental study in rabbits. J. Heliyon. 2023; 9(9). (in Engl) DOI: 10.1016/j.heliyon. 2023.e19604
2. Elinor Megiddo-Barnir, Guy Kleinmann. Influence of the CleaRing intraocular open capsule device on refractive predictability in cataract surgery. Clin. Exp. Ophthalmol. 2023; 51(7): 685-691. (in Engl) DOI: 10.1111/ceo.14282
3. Bontu, Sneha; Werner, Liliana; Kennedy, Sean; Kamae, Kai; Jiang, Bill; Ellis, Nathan; Brady, Daniel G. BEng, MBA; Mamalis, Nick. Long-term uveal and capsular biocompatibility of a new fluid-filled, modular accommodating intraocular lens. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2021; 47(1): 111-117. (in Engl) DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000391
4. Werner, L. The open/expanded-bag intraocular lens concept. J. Cataract Refract Surg. 2022; 48(10): 1103-1104. (in Engl) DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001014
5. Zuev V.K., Panteleev E.N., Bessarabov A.N., Veshchikova V.N., Frankovska-Gerlak M.Z., Sorokoletov G.V. Raschet konstanty A dlya elastichnoi «reversnoi» IOL. Oftal'mokhirurgiya. 2015; 4:6-9. (in Russ)
6. Kuznecov S.L., Logunov D.V., Brazhalovich E.E. Polozhenie zadnej kapsuly artifakichnogo glaza ob'emozameshajushhej IOL s «torsionnoj» gaptikoj MIOL-28 (The position of the posterior capsule of the artificial eye of a volumetric IOL with a «torsion» haptic MYOL-28). Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehicheskie nauki. 2016; 4:1591-1596. (in Russ)

7. Elastichnaya intraokulyarnaya linza s torsionnoi gaptikoi (Elastic intraocular lens with torsional haptics): patent № 2208418 Ros. Federaciya; zayavl. 08.06.2001; opubl. 20.07.2003. Bjul. №20. (in Russ)
8. Kuznetsov S.L., Uzunyan D.G., Zakhidov A.B., Novikov S.V., Selifanov Yu.V. IOL s torsionnoi gaptikoi. Klinicheskie rezul'taty izucheniya ob'emozameshchayushchei modeli IOL with «torsion» haptics. (Clinical results of studying the volume-substituting model). Oftal'mokhirurgiya. 2010; 2:24-29. (in Russ)
9. Holladay J.T. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculation. J. Cataract Refr. Surg. 1997; 23:1356-1370. (in Engl)
10. Cooke David L, Waldron Rhonda, Savini Giacomo, Riaz Kamran M Taroni Leonardo, Murphy David A., Guaraldi Fabio. Immersion ultrasound biometry vs optical biometry. J. Cataract Refr. Surg. 2022; 48(7):819-825. (in Engl) DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000865
11. Lens Constants. East Valley Ophthalmology Eye Doctors Mesa AZ. Optical Biometry Lens Constants. [Electronic resource] URL: <https://doctor-hill.com/iol-power-calculations/optical-biometry/lens-constants/> (date of access: 01.02.2025) (in Engl)

УДК 617.741-007.

© Э.Н. Билалов, А.Э. Нозимов, О.И. Орипов, 2025

Э.Н. Билалов, А.Э. Нозимов, О.И. Орипов
**ДИАГНОСТИКА СЛАБОСТИ
 СВЯЗОЧНО-КАПСУЛЯРНОГО АППАРАТА ХРУСТАЛИКА
 I СТЕПЕНИ МЕТОДОМ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ПНЕВМОТОНОМЕТРИИ**
Ташкентская медицинская академия, г. Ташкент

Цель. Оценить эффективность измерения внутриглазного давления (ВГД) в разных положениях тела как метода диагностики слабости связочно-капсулярного аппарата хрусталика (СКАХ) I степени.

Материал и методы. Обследованы 34 пациента (59 глаз) с диагнозом возрастной катаракты. Всем пациентам проводили измерение ВГД в положении сидя и лежа с помощью бесконтактного пневмотонометра Keeler Pulsair IntelliPuff. Критерием диагностики слабости СКАХ I степени считалась разница ВГД ≥ 4 мм рт. ст. между измерениями. Пациенты с выявленной слабостью СКАХ дополнительно обследовались с помощью ОКТ переднего отрезка глаза и ультразвуковой биомикроскопии (УБМ).

Результаты. У 17 пациентов (25 глаз) выявлена слабость СКАХ I степени. Средняя разница ВГД у этих пациентов составила $5,7 \pm 1,2$ мм рт. ст. ($p < 0,001$) по сравнению с пациентами с нормальной стабильностью хрусталика - $1,7 \pm 0,8$ мм рт. ст. Дополнительные методы диагностики подтвердили нестабильность связочного аппарата у 84% пациентов по данным ОКТ и у 88% по данным УБМ.

Вывод. Метод сравнительной пневмотонометрии является простым, доступным и информативным способом диагностики слабости СКАХ I степени.

Ключевые слова: слабость связочно-капсулярного аппарата хрусталика, диагностика, внутриглазное давление.

E.N. Bilalov, A.E. Nozimov, O.I. Oripov
**DIAGNOSIS OF GRADE I WEAKNESS OF THE ZONULAR-CAPSULAR
 APPARATUS OF THE LENS USING COMPARATIVE PNEUMOTONOMETRY**

Objective. To evaluate the effectiveness of intraocular pressure (IOP) measurement in different body positions as a diagnostic method for Grade I weakness of the zonular-capsular apparatus of the lens (ZCAL).

Material and methods. The study included 34 patients (59 eyes) diagnosed with age-related cataracts. All patients underwent IOP measurement in sitting and supine positions using a Keeler Pulsair IntelliPuff non-contact pneumotonometer. A difference in IOP ≥ 4 mmHg between measurements was considered a diagnostic criterion for Grade I ZCAL weakness. Patients with detected ZCAL weakness underwent additional anterior segment OCT and ultrasound biomicroscopy (UBM) examinations.

Results. Grade I ZCAL weakness was identified in 17 patients (25 eyes). The average IOP difference in these patients was 5.7 ± 1.2 mmHg ($p < 0.001$), whereas in patients with normal lens stability, it was 1.7 ± 0.8 mmHg. Additional diagnostic methods confirmed zonular instability in 84% of cases according to OCT and in 88% according to UBM.

Conclusion. Comparative pneumotonometry is a simple, accessible, and informative method for diagnosing Grade I ZCAL weakness.

Key words: weakness of the zonular-capsular apparatus of the lens, diagnostics, intraocular pressure.

Катаракта – одно из наиболее распространенных заболеваний органа зрения у пожилых пациентов, требующих хирургического вмешательства. Однако успешность операций по ее удалению во многом зависит от состояния связочно-капсулярного аппарата (СКАХ) хрусталика, который обеспечивает его стабильность [1-3].

Одним из ключевых факторов риска осложнений при факоэмульсификации является слабость связочного аппарата хрусталика, особенно на ранних стадиях (I степень), когда стандартные методы диагностики не всегда позволяют точно выявить патологию [4,6,9]. На сегодняшний день диагностика слабости

СКАХ I степени остается сложной задачей. Существующие методы, такие как биомикроскопия, позволяют выявить только выраженные изменения, а незначительные дефекты волокон цинновых связок или небольшие изменения глубины передней камеры часто остаются незамеченными. Ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) требует специализированного оборудования и не всегда оказывается информативной при равномерном растяжении связок. Исследование цинновых связок при псевдоэкзофолиативном синдроме ограничено лишь пациентами с данной патологией, а математические методы расчета биометрических данных неэффективны при равномерном ослабле-