© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017 УДК 612.84.087:535

Киселева Т.Н., Оганесян О.Г., Романова Л.И., Милаш С.В., Пенкина А.В.

ОПТИЧЕСКАЯ БИОМЕТРИЯ ГЛАЗА: ПРИНЦИП И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА

ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, 105062, Москва, РФ

Оптическая биометрия – метод измерения биометрических параметров глаза: переднезадней оси, глубины передней камеры, толщины хрусталика и сетчатки, диаметра роговицы и кератометрии, основанный на лазерной интерферометрии. В обзоре представлен принцип метода, его преимущества и недостатки, показания и противопоказания, и сравнительная оценка характеристик современных оптических биометров: IOL-Master 500, Lenstar LS 900, Aladdin, OA-1000, OA-2000, AL-3000, AL-Scan, Galilei G6, IOL-Master 700.

Ключевые слова: оптическая биометрия; ультразвуковая биометрия; переднезадняя ось; расчет ИОЛ.

Для цитирования: Киселева Т.Н., Оганесян О.Г., Романова Л.И., Милаш С.В., Пенкина А.В. Оптическая биометрия глаза: принцип и диагностические возможности метода. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2017; 12(1): 35-42. DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42.

Для корреспонденции: *Романова Любовь Ивановна*, младший научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России. E-mail: info@igb.ru, l.rommanova@gmail.com

Kiseleva T.N., Oganesyan O.G., Romanova L.I., Milash S.V., Penkina A.V.

OPTICAL BIOMETRY OF THE EYE: THE PRINCIPLE AND THE DIAGNOSTIC POTENTIAL OF THE METHOD

The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases, Russian Ministry of Health, Moscow, 105062, Russian Federation

Optical biometry is based on the laser interferometry technique for the measurement of the biometric characteristics of the eyes, such as the antero-posterior axial length, anterior chamber depth, lens and retina thickness, corneal diameter and parameters of keratometry. The present article was designed to overview the basic principles of this method, its advantages and disadvantages, indications and contraindications for its application. The comparative analysis of the characteristics of the following optical biometric devices was undertaken: IOL-Master 500, Lenstar LS 900, Aladdin, OA-1000, OA-2000, Al-3000, Al-Scan, Galilei G6, IOL-Master 700.

Keywords: optical biometry; ultrasound biometrty; axial length; IOL power calculation.

For citation: Kiseleva T.N., Oganesyan O.G., Romanova L.I., Milash S.V., Penkina A.V. Optical biometry of the eye: the principle and the diagnostic potential of the method. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya (Russian pediatric ophthalmology)* 2017; 12(1): 35-42. (in Russian). DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42.

For correspondence: Romanova Lubov' Ivanovna, junior research scientist for the Department of Ultrasonic Studies, The Helmholtz Moscow Research Institute of Eye Diseases, Russian Ministry of Health, Moscow, 105062, Russian Federation. E-mail: info@igb.ru, l.rommanova@gmail.com

Information about the authors:

Tatiana Kiseleva: orcid.org/000-0002-0185-6407, Oganes Oganesyan: orcid.org/000-0002-30-81-2101, Lubov' Romanova: orcid.org/000-0002-8457-4225, Sergey Milash: orcid.org/000-0002-3553-9896, Anastasiya Penkina: orcid.org/000-0002-2548-5900.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests. **Acknowledgements.** The study had no sponsorship. Received: 19 May 2016 Accepted: 16 June 2016

В настоящее время метод оптической биометрии глаза признан наиболее точным для проведения диагностических исследований и расчета интраокулярных линз (ИОЛ) [1, 2], в том числе у пациентов с миопией высокой степени, после оперативного лечения отслойки сетчатки, проведения витреоретинальной хирургии с замещением стекловидного тела на силикон [3–5]. Известно, что возможности современной оптической когерентной биометрии многократно превосходят классический ультразвуковой метод. Кроме того, разрешающая способность оптической когерентной биометрии превышает ультразвуковую. Длина волны инфракрасного диодного лазера, применяющегося для проведения исследования, находится в интервале от 780 до 880 нм, а длина ультразвуковой волны составляет 0,19 мм при частоте 10 МГц. Погрешность измерений, полученных с помощью оптической биометрии значительно меньше таковых при контактной ультразвуковой биометрии (0,01–0,02 мм) [6–8]. Длина глаза, измеренная оптическим способом, соответствует расстоянию от передней поверхности центрального отдела роговицы до пигментного эпителия сетчатки, ультразвуковым – до внутренней пограничной мембраны сетчатки [9]. Разрешающая способность и точность метода многократно превышает ультразвуковой.

Оптическая биометрия осуществляется бесконтактно, не требует местной анестезии, безопасна в отношении инфекционных, травматических (механических и химических), аллергических осложнений и позволяет избежать ошибок измерения переднезадней оси (ПЗО), связанных с компрессией роговицы [10–13]. Высокая точность и воспроизводимость полученных результатов не зависят от опыта оператора [14–19]. Одномоментное проведение кератометрии позволяет рассчитывать оптическую силу ИОЛ по формулам нового поколения, а оптимизация констант по рефракционным результатам хирургии катаракты – провести индивидуальный расчет ИОЛ.

Метод оптической биометрии имеет широкий спектр показаний:

 проведение пахиметрии (измерение центральной толщины роговицы, central corneal thickness – CCT) для диагностики и мониторинга заболеваний роговицы, при обследовании пациентов перед планирующейся кераторефракционной операцией;

- кератометрия, измерение диаметра роговицы (white to white, WTW), глубины передней камеры (anterior chamber depth, ACD), толщины хрусталика (lens thickness, LT), переднезадней оси (axial length, AL) глаза с последующим анализом соотношений основных анатомических структур для расчета оптической силы ИОЛ;

 – оценка эффективности лечения прогрессирующей миопии в динамике (измерение ПЗО) [20];____

 определение периферической рефракции и контура сетчатки у детей с миопией [21];

 измерение толщины роговицы, хрусталика, ПЗО глаза для определения факторов риска и возможных причин глаукомы и офтальмогипертензии;

– дифференциальная диагностика между истинным и ложным энофтальмом и экзофтальмом.

Абсолютных противопоказаний для проведения оптической биометрии нет. Выполнение исследования не представляется возможным в случаях выраженного снижения прозрачности оптических сред глаза и неустойчивой фиксации взора. Причинами возможных ошибок измерений являются атипичное расположение зрачка, измерение глубины передней камеры в афакичных и артифакичных глазах, нистагм, низкая острота зрения, сниженная концентрация внимания, невозможность пациента следовать инструкциям врача.

Следует отметить, что получение кератометрических данных зависит от зеркальности роговицы, проведение манипуляции затруднено при сопутствующих травмах лба и подбородка, а также невозможности пациента сидеть вертикально перед прибором. При выполнении исследования через контактные линзы, ранее двух недель после прекращения ношения мягких контактных линз и трех недель после прекращения ношения жестких контактных линз, при использовании глазных капель и проведении других контактных манипуляций до оптической когерентной биометрии полученные данные могут быть неверными. При наличии отслойки сетчатки в центральной зоне или макулярного отека результаты измерений становятся вариабельными и неточными [11].

В настоящее время в клинческой офтальмологической практике используют целый ряд оптических биометров. Более 15 лет «золотым стандартом» для проведения оптической биометрии является IOL-Master, который позволил значительно улучшить качество обследования пациентов [1, 22–24]. За это время в мире было проведено более 100 млн расчетов ИОЛ, доказана их точность. На сегодняшний день в базе данных сайта ULIB (User Group of Laser Interference Biometry) оптимизированы константы более 270 моделей ИОЛ на основании результатов более 50 000 операций по поводу катаракты [8, 25].

В основе работы IOL-Master 500 (версия 5.2) лежит частично когерентная лазерная интерферометрия (PCI) инфракрасным мультимодальным светодиодным лазером длиной волны 780 нм [26]. Излучение разделяется на два коаксиальных луча: один из пучков отражается от пигментного эпителия сетчатки (для измерения ПЗО), другой – от 6 гексагонально расположенных точек в 2,3 миллиметровой центральной зоне поверхности роговицы (для проведения кератометрии).

По данным Американского национального института стандартов (1986 г.), Ассоциации по стандартизации Австралии (1994 и 1997 гг.), безопасными параметрами для проведения измерения с помощью оптической биометрии следует считать воздействие на сетчатку в течение 1 минуты лазерным излучением с длиной волны 780 нм и мощностью около 360 мкВт в области роговицы. Время, необходимое для одного измерения ПЗО, составляет 0,5 секунды, а для получения 10 продольных сканирований максимальное время непрерывного освещения – около 5 секунд, что значительно ниже стандарта безопасности [27].

Измерение длины глаза оптическим методом выполняется строго по зрительной оси как в мануальном, так и в автоматическом режимах. Пациент фиксирует взгляд на метке во время выполнения исследования, далее истинное значение ПЗО глаза рассчитывается по формуле:

ALPCI = (OPL/1,3549 - 1,3033)/0,9571,

где ALPCI – величина ПЗО (мм), откалиброванная в соответствии с иммерсионной ультразвуковой

биометрией; OPL – значение длины глаза, полученное оптическим методом.

Кроме того, измерение ПЗО может проводиться с использованием среднего рефракционного индекса глаза, который является эквивалентом средней скорости ультразвуковой волны.

где прсі – средний рефракционный индекс факичного глаза, равный 1,3549. Для артифакичного глаза с акриловой ИОЛ рефракционный индекс составляет 1,3530, с ИОЛ из полиметилметакрилата (ПММА) – 1,3515.

Недостатком первых мультимодальных лазеров прибора IOL-Master было появление спектральных боковых максимумов, которые в 30% случаев приводили к возникновению ошибок при измерении ПЗО за счет появления дополнительных сигналов (вторичных интерференционных максимумов) после ретинального пика. Появление обновленного программного обеспечения (версии 5, IOL-Master) позволило устранить данную ошибку за счет усреднения показателей последовательных оптических сканов [28].

Интерферометрическая техника двойного луча исключает влияние продольных движений глаз на точность результата измерений: анализ полученных результатов измерений длины глаза проводится относительно толщины роговицы и других анатомических структур глазного яблока в измеряемой зоне. Средний результат ПЗО автоматически определяется на основании полученных пяти или десяти значений [6].

Наряду с измерением ПЗО глаза IOL-Master выполняет измерение глубины передней камеры глаза (ACD), горизонтального диаметра роговицы (параметра "от белого до белого" или WTW), диаметра зрачка (pupil diameter, PD), кератометрию, офтальмометрию [14, 16, 29]. Измерение глубины передней камеры на приборе IOL -Master осуществляется с помощью бокового (фокального) освещения и определяется как расстояние от эпителия роговицы до передней поверхности хрусталика. Измерение диаметра роговицы аналогично кератометрии, осуществляется путем оценки рефлексов Пуркинье от шести гексагонально расположенных инфракрасных диодов, фиксирующихся встроенной цифровой камерой. По мнению большинства авторов, диаметр зрачка не влияет на точность полученных данных [22, 27, 30].

Расчет ИОЛ проводится по формулам: SRK II, SRK/ T, Holladay, Hoffer Q, Haigis. У пациентов после кераторефракционных операций LASIK, LASEK, PRK расчет ИОЛ может осуществляться по формуле Haigis-L, методу клинической истории или с использованием специального набора контактных линз. Кроме того, выполняется расчет как переднекамерных, так и заднекамерных факичных ИОЛ. За последние 10 лет были разработаны приборы, основанные на оптической низкокогерентной интерферометрии (OLCI), – Lenstar LS 900 (Haag Streit, Switzerland), Aladdin (Topcon, Japan), OA-1000 (Tomey, Japan), OA-2000 (Tomey, Japan), AL-3000 (Tomey, Japan), AL-Scan (Nidek, Japan), и Galilei G6 (Ziemer, Switzerland) [2, 10, 31].

Бесконтактный оптический биометр Lenstar LS 900 применяется в клинической практике с 2008 года. В этом приборе суперлюминесцентный диодный лазер длиной волны 820 нм соединен с рефлектометром и используется в качестве фиксационной метки и измерительного луча. В отличие от IOL-Master, измерение всех параметров глазного яблока выполняется одновременно путем разделения отраженных сигналов по времени их возникновения [32]. Кератометрические параметры роговицы оцениваются по 32 точкам на передней поверхности роговицы, расположенным в виде двух колец диаметром 1,65 и 2,3 мм. Дополнительная опция T-cone Toric Platform позволяет оценить значение кератометрии передней поверхности роговицы в центральной шестимиллиметровой зоне по проекции 11 колец Placido. Качественный анализ видеоизображения с высоким разрешением обеспечивается на основании интегрированного программного обеспечения EyeSuite, которое помогает в достижении точных результатов расчета торических ИОЛ.

Исследования Р.К. Verkicharla и соавт. [33] показали высокую точность и воспроизводимость результатов измерений периферической длины глазного яблока по горизонтальному меридиану в пределах от 0 до 35°, по вертикальному меридиану – до 30° от фиксационной точки с шагом в 5° с использованием приборов IOL-Master и Lenstar LS 900. Воспроизводимость результатов биометрии, полученных с помощью Lenstar LS 900, в данном исследовании превышала таковую на IOL-Master. Кроме того, Lenstar LS 900 позволяет измерить толщину роговицы (ССТ) и сетчатки (Retina Thickness, RT).

В приборе Aladdin (версия 1.07) оптическая низкокогерентная биометрия суперлюминесцентным диодным лазером с длиной волны 830 нм сочетается с Placido-кератотопографией. Показатели кератометрии рассчитываются на основании анализа данных, полученных более чем в 6200 точках, расположенных в виде 24 колец Placido в трехмиллиметровой оптической зоне передней поверхности роговицы. Менее чем за 5 секунд оператор одновременно получает 6 значений ПЗО, 4 показателя кератометрии и одно измерение глубины передней камеры глаза [34]. Одно из важных преимуществ данного биометра – выполнение динамической пупиллометрии, необходимой для обследования пациентов перед кераторефракционной хирургией и оперативным лечением катаракты с имплантацией мультифокальной ИОЛ.

Прибор ОА-1000 содержит функцию Fourierdomain A-scan, которая обеспечивает высокое проникновение светового импульса, позволяя выполнять измерения у пациентов с плотными катарактами. Расчет ИОЛ проводится как по стандартным формулам расчета, так и методом трассировки лучей (ray tracing) при подключенном программном обеспечении OKULIX. Инновационная технология кругового перемещения опорного зеркала "HIGH SPEED OPTICAL RETARDATION GENERATING METHOD" увеличивает скорость проведения исследования до 10 измерений в течение одной секунды [35].

Биометр OA-2000 (Tomey) сочетает преимущества прибора OA-1000 и Placido-кератотопографию в оптических зонах диаметром 2,0; 2,5 и 3 мм.

В 2012 году появился оптический биометр AL-Scan, получивший премию за выдающееся качество и дизайн "Reddot design award 2012" в Германии. Принцип его работы основан на оптической низкокогерентной рефлектометрии суперлюминесцентным диодным лазером длиной волны 830 нм. Наличие режима 3D фиксации взора позволяет выполнять исследование автоматически с рабочей дистанцией 45 мм, а усовершенствованный SNR – алгоритм с подавлением шума и повышением уровня сигнала дает возможность измерять ПЗО у пациентов с плотной катарактой [17, 36]. Кроме того, AL-Scan используется для оценки параметров роговицы с помощью кератометрии по 360 точкам в виде двух колец диаметром 2,4 и 3,3 мм на передней поверхности роговицы и Шаймпфлюгсканирования. Это устройство обладает высокой воспроизводимостью результатов биометрических измерений, опцией расчета оптической силы ИОЛ по формулам SRK, SRK II, SRK/T, Binkhorst, Hoffer Q, Holladay, Haigis, Camellin-Calossi ("History"& "Non-History"), Shammas-PL. Использование функции визуализации кератометрических меридианов помогает в предоперационной разметке горизонтальной оси роговицы, определении положения оси имплантируемой торической ИОЛ [37].

Новым прорывом в проведении бесконтактной биометрии глаза явилось появление прибора Galilei G6 (Ziemer), сочетающего в себе преимущества оптической низкокогерентной биометрии с длиной волны излучателя 880 нм и трехмерного анализа изображения переднего отрезка глаза на основе технологии вращающейся двухканальной Шаймпфлюг-камеры и проекции дисков Placido [38-40]. Проецирование колец Placido предоставляет данные о топографии, кривизне передней поверхности роговицы, а вращающаяся двухканальная Шаймпфлюг камера – о рельефе передней и задней поверхности роговицы, биометрии переднего сегмента глаза, аберрометрии роговицы. Две Шаймпфлюг камеры прибора дублируют данные биометрии, технология компенсации движений глаза, основанная на первом рефлексе Пуркинье (блик от передней поверхности роговицы), и циклоторсионных отклонений во время исследования исключает ошибку при децентрации измерения. При использовании Galilei G6 в расчете ИОЛ учитываются данные осевой диаграммы, рефракции и волнового фронта роговицы. По данным Т. Olsen и соавт. [41], компенсация сферической аберрации роговицы с помощью ИОЛ позволяет повысить качество зрения пациентов с артифакией.

В связи с тем, что современная катарактальная хирургия перешла в разряд рефракционной офтальмохирургии, отдельное внимание уделяется коррекции роговичного астигматизма торическими ИОЛ [42-46]. По данным Ji-Hye Park [47], от 15 до 29 % пациентов с катарактой имеют роговичный астигматизм более 1,5 дптр, от 3 до 15 % пациентов – более 2,0 дптр. Установлено, что результаты измерений астигматизма, полученные с помощью оптической, автоматической и ручной кератометрии, могут значительно различаться [48, 49]. При сравнении данных, полученных с помощью авторефкератометрии и томографии роговицы на основе колец Placido и двойной Шаймпфлюг камеры, L. Zhang и соавт. [24] определили, что кератометрия передней поверхности роговицы не отражает общий астигматизм роговицы. Сравнительная оценка результатов биометрии пациентов с астигматизмом слабой степени выявила отсутствие значимых различий средних значений астигматизма, полученных с помощью авторефкератометра и двойной Шаймпфлюг-Плачидо томографии. Однако кератометрия без учета задней поверхности роговицы имела тенденцию к завышению цилиндрического компонента прямого астигматизма и занижению параметров обратного астигматизма. Таким образом, получение истинного значения кератометрии с учетом астигматизма задней поверхности роговицы является оптимальным для расчета оптической силы торических ИОЛ [48, 50]

Последняя разработка в сфере оптической биометрии – прибор IOL-Master 700 (Carl Zeiss Meditec) дает возможность выполнять бесконтактные измерения под контролем визуализации измеряемых структур: роговицы, хрусталика, стекловидного тела, макулярной зоны сетчатки, благодаря встроенной оптической когерентной томографии (ОКТ) на основе Swept Source технологии. Во время проведения биометрии на IOL-Master 700 одновременно осуществляется определение атипичного расположения, подвывиха хрусталика, оценка степени возрастных изменений хрусталика и стекловидного тела, диагностика гемофтальма, отслойки сетчатки, экссудативной формы ВМД и центрального макулярного разрыва, объемных внутриглазных новообразований. W. Sekundo peкомендует при выявлении макулярной патологии проводить более детальное исследование центральной зоны сетчатки на оптическом когерентном томографе [цит. Т. Donald, 8]. По мнению H.J. Shammas и соавт. [51], для пациентов с неуверенной зрительной фиксацией опция оценки фиксации взгляда пациента по положению и конфигурации макулярной области приобретает особую значимость. Отсутствие фовеальной ямки на ОКТизображении свидетельствует об отклонении плоскости измерения от зрительной оси. Выполнение исследования со скоростью 2000 сканов в секунду в режиме 2D по шести осям дает возможность обследовать пациентов с более плотными катарактами [52]. Телецентрическая система прибора позволяет получать точные значения оптической силы и кривизны роговицы на нефиксированном расстоянии от исследуемого глаза. Аналогично последней версии IOL-Master 500, референтное изображение сосудов в области лимба – ORI (Optic Reference Image) транслируется на компьютер операционного микроскопа (Callisto eye), соединенного с микроскопом серии Lumera. В ходе операции совмешение референтного изображения и непосредственного изображения оперируемого глаза позволяет позиционировать торическую ИОЛ, выполнять капсулорексис и основной разрез роговицы без предварительной маркировки глаза пациента [37]. Расчет оптической силы торических линз осуществляется непосредственно на приборе, без применения онлайн калькулятора.

Ряд авторов показали высокую достоверную корреляцию между результатами биометрии, полученными с помощью оптической частично когерентной интерферометрии (PCI) и оптической низкокогерентной рефлектометрией (OLCR) [10, 53, 54]. По данным J. Huang и соавт. [55], при сравнении точности и воспроизводимости результатов биометрии на приборах IOL-Master и AL-scan значения ПЗО и ACD были идентичными, установлена достоверная высокая корреляция между данными кератометрии, полученными на IOL-Master и AL-scan в зоне 2,4 мм, по сравнению с кератометрическими значениями, полученными на приборе IOL-Master и AL-scan в зоне 3,3 мм. Авторы рекомендуют использовать зону 2,4 мм для расчета оптической силы ИОЛ.

М. Tehrani и соавт., М. Packer и соавт. [13,18] не выявили достоверных различий в точности биометрии, выполненной с помощью оптического и ультразвукового иммерсионного методов.

Достоверность результатов биометрии с использованием оптического метода оценивается по показателю соотношения сигнала и шума SNR. При SNR < 2,1 в приборе IOL-Master измерения недостоверны. Причиной низкого SNR может быть помутнение оптических сред и плохая фиксация взора вследствие низкой остроты зрения. Применение частично когерентной интерферометрии (PCI) для оптической биометрии ограничено примерно в 20% случаев (от 8 до 21%) [56] у пациентов с плотной задней субкапсулярной катарактой, плотной задней субкапсулярной катарактой, при гемофтальме и других патологических состояниях, сопровождающихся значительным снижением прозрачности оптических сред глаза [57, 58]. В приборах с функцией предварительного анализа интенсивности интерферирующей волны данный показатель может быть снижен приблизительно до 10% [6].

По данным Н. Shammas и соавт. [36] применение оптической низко-когерентной рефлектометрии (OLCR) в приборе LENSTAR в режиме «Плотная катаракта» значительно повышает результативность исследования, позволяя выполнить измерение длины глазного яблока в 91–96 %. При ретроспективном анализе измерений в стандартном режиме длины 4523 глаз взрослых пациентов с катарактой исследование удалось выполнить в 94,4% случаев. При применении режима "Dense Cataract Measurement mode" в оставшихся 268 случаях, биометрия была успешно выполнена в 71% случаев.

Таким образом, высокая точность и воспроизводимость полученных результатов вне зависимости от опыта оператора, бесконтактность проводимых исследований обеспечили широкое распространение оптической биометрии в клинической офтальмологической практике [15–17, 19]. В то же время приблизительно в 20% случаев у пациентов с низкой прозрачностью оптических сред глаза ее применение ограничено [6, 56, 59]. Отмечается высокая корреляция между результатами оптической и иммерсионной ультразвуковой биометрии [18].

Финансирование. Финансирование исследования и публикации не осуществлялось.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Eleftheriadis H. IOL-Master biometry: refractive results of 100 consecutive cases. Br. J. Ophthalmol. 2003; 87: 960–3.
- 2. Haigis W. Challenges and approaches in modern biometry and IOL calculation. *Saudi J. Ophthalmol.* 2012; 26: 7–12.
- Dietlein T.S., Roessler G., Luke Ch., Dinslage S., Roters S., Jacobi Ph.C. et al. Signal quality of biometry in silicone oil-filled eyes using partial coherence laser interferometry. *J. Cataract Refract. Surg.* 2005; 31: 1006–10.
- Manvikar S.R., Allen D., Steel D.H. Optical biometry in combined phacovitrectomy. J. Cataract Refract. Surg. 2009; 35: 64–9.
- Rahman R., Bong C.X., Stephenson J. Accuracy of intraocular lens power estimation in eyes having phacovitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2014; 34: 1415–20.
- Hill W., Angeles R., Otani T. Evaluation of a new IOL-Master algorithm to measure axial length. J. Cataract Refract. Surg. 2008; 34: 920–4.
- Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation J. Cataract Refract. Surg. 2008; 34 (3): 368–76.
- Donald T. IOL-Master 700: A debut of Swept-Source OCT technology. J Cataract Refract. Surg. today Europe. 2015; 8: 67–9.
- Hitzenberger C.K. Optical measurement of the axial eye length by laser Doppler interferometry. *Invest. Ophthalmol.* 1991; 32 (3): 616–24.
- Chen Y.A., Hirnschall N., Findl O. Evaluation of 2 new optical biometry devices and comparison with the current gold standard biometer J. Cataract Refract. Surg. 2011; 37: 513–7.
- Lege B.A., Haigis. W. Laser interference biometry versus ultrasound biometry in certain clinical conditions. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2003; 242 (1): 8–12.
- Santodomingo-Rubido J., Mallen E.A., Gilmartin B. et al. A new non-contact optical device for ocular biometry. *Br. J. Ophthalmol.* 2002; 86: 458–62.

DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42

- Tehrani M., Krummenauer F., Kumar R., Dick H.B. Comparison of biometric measurements using partial coherence interferometry and applanation ultrasound. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 747–52.
- Findl O., Kriechbaum K., Sacu S. et al. Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 1950–5.
- Haigis W. Pseudophakic correction factors for optical biometry. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2001; 239: 589–98.
- 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: 230–4.
- Kola M., Duran H., Turk A., Molla Mehmetoglu S., Kalkisim A., Erdol H. Evaluation of the repeatability and the reproducibility of AL-Scan measurements obtained by residents. *J. Ophthalmol.* 2014; 7: 1–6.
- Packer M., Fine I.H., Hoffman R.S., Coffman P.G., Brown L.K. Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry: outcomes analysis. J. Cataract Refract. Surg. 2002; 28: 239–42.
- Vogel A., Dick H.B., Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intraobserver and interobserver reliability. J. Cataract Refract. Surg. 2001; 27: 1961–8.
- Матросова Ю.В., Халеева Д.В. Сравнительная оценка эффективности ортокератологии и склеропластики в торможении прогрессирования миопии. Вестник Тамбовского университета. 2015; 20 (3): 639–41.
- Тарутта Е.П., Милаш С.В., Тарасова Н.А., Романова Л.И., Маркосян Г.А., Епишина М.В. Периферическая рефракция и контур сетчатки у детей с миопией по результатам рефрактометрии и частично когерентной интерферометрии. *Вестн. офтальмол.* 2014; (6): 44–9.
- Drexler W., Findl O., Menapace R., Rainer G., Vass C., Hitzenberger C.K., Fercher A.F. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am. J. Ophthalmol.* 1998; 126 (4): 524–34.
- Haigis W., Lege B., Miller N. et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 238: 765–73.
- Zhang L., Sy M.E., Mai H., Yu F., Hamilton D.R. Effect of posterior corneal astigmatism on refractive outcomes after toric intraocular lens implantation. J. Cataract Refract. Surg. 2015; 41: 84–9.
- Aristodemou P., Knox Cartwright N.E., Sparrow J.M., Johnston R.L. Intraocular lens formula constant optimization and partial coherence interferometry biometry: Refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery. *J. Cataract Refract Surg.* 2011; 37 (1): 50–62.
- Srinivasan S. Optical biometry: Every little bit helps. J. Cataract Refract. Surg. 2015; 41 (7): 1345–6.
- Dawson Sh., Hogan S., Kirk R., Paterson M. MSAC's assessment of partial coherence interferometry. *In: Optical biometry using partial coherence interferometry prior to cataract surgery*. 2003: ix.
 Rohrer K., Frueh B.E., Walti R., Clemetson I.A., Tappeiner C.,
- Rohrer K., Frueh B.E., Walti R., Clemetson I.A., Tappeiner C., Goldblum D. Comparison and evaluation of ocular biometry using a new noncontact optical low-coherence reflectometer. *Ophthalmology*. 2009; 116: 2087–92.
- Nemeth J., Fekete O., Pesztenlehrer N. Optical and ultrasound measurement of axial length and anterior chamber depth for intraocular lens power calculation. J. Cataract Refract. Surg. 2003; 29: 85–8.
- Adler G., Shahar J., Kesner R., Rosenfeld E., Fischer N., Loewenstein A., Kurtz Sh. Effect of pupil size on biometry measurements using the IOLMaster. *Am. J. Ophthalmol.* 2015; 159: 940–4.
- Mandal P., Berrow E., Naroo S. Validity and repeatability of the Aladdin ocular biometer. *Br. J. Ophthalmol.* 2014; 98 (2): 256–8.
- 32. Стебнев С.Д., Складчикова Н.И. Эффективность использования оптического биометра "LENSTAR LS 900, Haag-Streit" в достижении "рефракции цели" при имплантации интраокулярных линз "премиум-класса" фирмы Alcon. Современные технологии в офтальмологии. 2014; (3): 89.

- Verkicharla P.K., Mallen E.A., Atchison D.A. Repeatability and comparison of peripheral eye lengths with two instruments. *Optom Vis Sci.* 2013; 90: 215–22.
- Hoffer K.J., Shammas H.J., Savini J., Huang G. Multicenter study of optical low-coherence interferometry and partial-coherence interferometry optical biometers with patients from the United States and China. J. Cataract Refract Surg. 2016; 42: 62–7.
- Goebels S.C., Seitz B., Langenbucher A. Reproducibility of the optical biometer OA-1000 (Tomey). *Biomed. Res. Int.* 2014; 4: 1–6.
- Shammas H.J., Wetterwald, N., Potvin R. New mode for measuring axial length with an optical low-coherence reflectometer in eyes with dense cataract. *J. Cataract Refract. Surg.* 2015, 41: 1365–9.
- 37. Измайлова С.Б., Малюгин Б.Э., Муравьев С.В., Семыкин А.Ю. Первый опыт использования системы Callisto eye в хирургии катаракты с имплантацией торической ИОЛ. Современные технологии в офтальмологии. 2014; (3): 37.
- Ladi J.S., Shah N.A. Comparison of central corneal thickness measurements with the GALILEI dual Scheimpflug analyzer and ultrasound pachymetry. *Indian J. Ophthalmol.* 2010; 58: 385–8.
- Karimian F., Feizi S., Doozandeh A., Faramarzi A., Yaseri M. Comparison of corneal tomography measurements using GALI-LEI, Orbscan II, and Placido disk-based topographer systems. J. *Refract. Surg.* 2011; 27: 502–8.
- 40. Mauger T.F., Mahmoud A.M., Roberts C.J., Cheda L.V., et al. Comparison of placido, scheimpflug and combined dual Scheimpflug-Placido technologies in evaluating anterior and posterior CLMI, SimK's as well as Kmax in keratoconus and post refractive surgery ectasia. *Int. J. Keratoconus ectatic. Corneal Dis.* 2012; 1: 44–52.
- Olsen T., Hoffmann P. C constant: New concept for ray tracingassisted intraocular lens power calculation. J. Cataract Refract. Surg. 2014; 40: 764–73.
- Bauer N., de Vries N., Webers C., Hendrikse F., Nuijts R. Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens. J. Cataract Refract. Surg. 2008; 34: 1483–8.
- Dardzhikova A., Shah C., Gimbel H.V. Early experience with the AcrySof toric IOL for the correction of astigmatism in cataract surgery. *Can. J. Ophthalmol.* 2009; 44: 269–73.
- Horn J.D. Status of toric intraocular lenses. Curr. Opin. Ophthalmol. 2007; 18: 58–61.
- Mendicute J., Iriqoyen C., Riuz M., Illarramendi I., Ferrer-Blasco T., Montes-Mico R. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *J. Cataract Refract. Surg.* 2008; 34: 601–7.
- 46. Ruíz-Mesa R., Carrasco-Sánchez D., Díaz-Alvarez S.B., Ruíz-Mateos M.A., Ferrer-Blasco T., Montés-Micó R. Refractive lens exchange with foldable toric intraocular lens. *Am. J. Ophthalmol.* 2009, 147: 990–6.
- 47. Park J.-H., Kang S.Y., Kim H.-M., Song J.-S. Differences in corneal astigmatism between partial coherence interferometry biometry and automated keratometry and relation to topographic pattern. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011; 37: 1694–8.
- Hill W., Osher R., Cooke D., Solomon K., Sandoval H., Salas-Cervantes R., Potvin R. Simulation of toric intraocular lens results: Manual keratometry versus dual-zone automated keratometry from an integrated biometer. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011; 37: 2181–7.
- 49. Shammas H.J., Hoffer K.J. Repeatability and reproducibility of biometry and keratometry measurements using a noncontact optical low-coherence reflectometer and keratometer. *Am. J. Ophthalmol.* 2012; 153: 55–61.
- Abulafia A., Barrett G.D., Kleinmann G., Ofir S., Levy A., Marcovich A.L. et al. Prediction of refractive outcomes with toric intraocular lens implantation. *J. Cataract Refract. Surg.* 2015; 41: 936–44.
- Shammas H.J., Ortiz S., Shammas M.C., Kim S.H., Chong C. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J. Cataract Refract. Surg.* 2016; 42: 50–61.
- Akman A., Asena L., Güngör S.G. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOL-Master 700 with the IOLMaster 500. *Br. J. Ophthalmol.* 2015; 41: 2224–32.
- 53. Buckhurst P.J., Wolffsohn J.S., Shah S., Naroo S.A., Davies L.N.,

Berrow E.J. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br. J. Ophthalmol.* 2009; 93: 949–53.

- 54. Godefroy K., Rousseau A., Mgarrech M., Barreau E., Labetoulle M. Biometry and intraocular lens power calculation results with a new optical biometry device: Comparison with the gold standard. *J. Cataract Refract. Surg.* 2014; 40: 593–600.
- 55. Huang J., Savini G., Li J., Lu W., Wu F., Wang J., Li Ya. et al. Evaluation of a new optical biometry device for measurements of ocular components and its comparison with IOL-Master. *Br. J. Ophthalmol.* 2014; 98 (9): 1277–81.
- 56. Hirnschall N., Murphy S., Pimenides D., Maurino V., Findl O. Assessment of a new averaging algorithm to increase the sensitivity of axial eye length measurement with optical biometry in eyes with dense cataract. J. Cataract Refract. Surg. 2011; 37: 45–9.
- 57. Freeman G., и Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. *Acta Ophthalmol. Scand.* 2005; 83: 439–42.
- Tehrani M., Krummenauer F., Blom E., Dick H.B. Evaluation of the practicality of optical biometry and applanation ultrasound in 253 eyes. J. Cataract Refract. Surg. 2003; 29: 741–6.
- Rose L.T., Moshegov C.N. Comparison of the Zeiss IOLMaster and applanation A-scan ultrasound: biometry for intraocular lens calculation. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 2003; 31: 121–4.

$R \mathrel{\mathop{\mathrm{E}}} F \mathrel{\mathop{\mathrm{E}}} R \mathrel{\mathop{\mathrm{E}}} N \mathrel{\mathop{\mathrm{C}}} \mathrel{\mathop{\mathrm{E}}} S$

- 1. Eleftheriadis H. IOL-Master biometry: refractive results of 100 consecutive cases. *Br. J. Ophthalmol.* 2003; 87: 960–3.
- 2. Haigis W. Challenges and approaches in modern biometry and IOL calculation. *Saudi J. Ophthalmol.* 2012; 26: 7–12.
- 3. Dietlein T.S., Roessler G., Luke Ch., Dinslage S., Roters S., Jacobi Ph.C. et al. Signal quality of biometry in silicone oil-filled eyes using partial coherence laser interferometry. *J. Cataract Refract. Surg.* 2005; 31: 1006–10.
- 4. Manvikar S.R., Allen D., Steel D.H. Optical biometry in combined phacovitrectomy. J. Cataract Refract. Surg. 2009; 35: 64–9.
- Rahman R., Bong C.X., Stephenson J. Accuracy of intraocular lens power estimation in eyes having phacovitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2014; 34: 1415–20.
- Hill W., Angeles R., Otani T. Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. J. Cataract Refract. Surg. 2008; 34: 920–4.
- Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation J. Cataract Refract. Surg. 2008; 34 (3): 368–76.
 Donald T. IOL-Master 700: A debut of Swept-Source OCT
- 8. Donald T. IOL-Master 700: A debut of Swept-Source OCT technology. *J Cataract Refract. Surg. today Europe.* 2015; 8: 67–9.
- Hitzenberger C.K. Optical measurement of the axial eye length by laser Doppler interferometry. *Invest. Ophthalmol.* 1991; 32 (3): 616–24.
- Chen Y.A., Hirnschall N., Findl O. Evaluation of 2 new optical biometry devices and comparison with the current gold standard biometer J. Cataract Refract. Surg. 2011; 37: 513–7.
- 11. Lege B.A., Haigis. W. Laser interference biometry versus ultrasound biometry in certain clinical conditions. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2003; 242 (1): 8–12.
- Santodomingo-Rubido J., Mallen E.A., Gilmartin B. et al. A new non-contact optical device for ocular biometry. *Br. J. Ophthalmol.* 2002; 86: 458–62.
- Tehrani M., Krummenauer F., Kumar R., Dick H.B. Comparison of biometric measurements using partial coherence interferometry and applanation ultrasound. *J. Cataract Refract. Surg.* 2003; 29: 747–52.
- Findl O., Kriechbaum K., Sacu S. et al. Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery. J. Cataract Refract. Surg. 2003; 29: 1950–5.
- 15. Haigis W. Pseudophakic correction factors for optical biometry. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2001; 239: 589–98.
- 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: 230–4.

- Kola M., Duran H., Turk A., Molla Mehmetoglu S., Kalkisim A., Erdol H. Evaluation of the repeatability and the reproducibility of AL-Scan measurements obtained by residents. *J. Ophthalmol.* 2014; 7: 1–6.
- Packer M., Fine I.H., Hoffman R.S., Coffman P.G., Brown L.K. Immersion A-scan compared with partial coherence interferometry: outcomes analysis. *J. Cataract Refract. Surg.* 2002; 28: 239–42.
- Vogel A., Dick H.B., Krummenauer F. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry: intraobserver and interobserver reliability. J. Cataract Refract. Surg. 2001; 27: 1961–8.
- Matrosova Yu.V., Khaleeva D.V. Comparative evaluation of the effectiveness of orthokeratology and scleroplasty in inhibiting the progression of myopia. *Vestnik Tambovskogo universiteta*. 2015; 20 (3): 639–41 (in Russian)
- Tarutta E.P., Milash S.V., Tarasova N.A., Romanova L.I., Markosyan G.A., Epishina M.V. Peripheral refraction and retinal contour in children with myopia by results of refractometry and partial coherence interferometry. *Vestn. oftal'mol.* 2014; 6: 44–9. (in Russian)
- 22. Drexler W., Findl O., Menapace R., Rainer G., Vass C., Hitzenberger C.K., Fercher A.F. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am. J. Ophthalmol.* 1998; 126 (4): 524–34.
- Haigis W., Lege B., Miller N. et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 238: 765–73.
- Zhang L., Sy M.E., Mai H., Yu F., Hamilton D.R. Effect of posterior corneal astigmatism on refractive outcomes after toric intraocular lens implantation. J. Cataract Refract. Surg. 2015; 41: 84–9.
- Aristodemou P., Knox Cartwright N.E., Sparrow J.M., Johnston R.L. Intraocular lens formula constant optimization and partial coherence interferometry biometry: Refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery. *J. Cataract Refract Surg.* 2011; 37 (1): 50–62.
- Srinivasan S. Optical biometry: Every little bit helps. J. Cataract Refract. Surg. 2015; 41 (7): 1345–6.
- 27. Dawson Sh., Hogan S., Kirk R., Paterson M. MSAC's assessment of partial coherence interferometry. *In: Optical biometry using partial coherence interferometry prior to cataract surgery.* 2003: ix.
- Rohrer K., Frueh B.E., Walti R., Clemetson I.A., Tappeiner C., Goldblum D. Comparison and evaluation of ocular biometry using a new noncontact optical low-coherence reflectometer. *Ophthalmology*. 2009; 116: 2087–92.
- Nemeth J., Fekete O., Pesztenlehrer N. Optical and ultrasound measurement of axial length and anterior chamber depth for intraocular lens power calculation. J. Cataract Refract. Surg. 2003; 29: 85–8.
- Adler G., Shahar J., Kesner R., Rosenfeld E., Fischer N., Loewenstein A., Kurtz Sh. Effect of pupil size on biometry measurements using the IOL-Master. *Am. J. Ophthalmol.* 2015; 159: 940–4.
- Mandal P., Berrow E., Naroo S. Validity and repeatability of the Aladdin ocular biometer. *Br. J. Ophthalmol.* 2014; 98 (2): 256–8.
- 32. Stebnev S.D., Skladchikova N.I. The effectiveness of the use of optical biometer "LENSTAR LS 900, Haag-Streit" to achieve "target refraction" in the implantation of "premium" intraocular lenses Alcon. Sovremennye tekhnologii v oftal mologii. 2014; 3: 89. (in Russian)
- 33. Verkicharla P.K., Mallen E.A., Atchison D.A. Repeatability and comparison of peripheral eye lengths with two instruments. *Optom Vis Sci.* 2013; 90: 215–22.
- Hoffer K.J., Shammas H.J., Savini J., Huang G. Multicenter study of optical low-coherence interferometry and partial-coherence interferometry optical biometers with patients from the United States and China. J. Cataract Refract Surg. 2016; 42: 62–7.
- Goebels S.C., Seitz B., Langenbucher A. Reproducibility of the optical biometer OA-1000 (Tomey). *Biomed. Res. Int.* 2014; 4: 1–6.
- 36. Shammas H.J., Wetterwald, N., Potvin R. New mode for measuring

DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1993-1859-2017-12-1-35-42

- axial length with an optical low-coherence reflectometer in eyes with dense cataract. J. Cataract Refract. Surg. 2015, 41: 1365–9.
- 37. Izmaylova S.B., Malyugin B.E., Murav'ev S.V., Semykin A.Yu. The first experience of Callisto eye system used in cataract surgery with implantation of toric IOLs. *Sovremennye tekhnologii* v oftal'mologii. 2014; (3): 37. (in Russian)
- Ladi J.S., Shah N.A. Comparison of central corneal thickness measurements with the GALILEI dual Scheimpflug analyzer and ultrasound pachymetry. *Indian J. Ophthalmol.* 2010; 58: 385–8.
- Karimian F., Feizi S., Doozandeh A., Faramarzi A., Yaseri M. Comparison of corneal tomography measurements using GALILEI, Orbscan II, and Placido disk-based topographer systems. J. Refract. Surg. 2011; 27: 502–8.
- 40. Mauger T.F., Mahmoud A.M., Roberts C.J., Cheda L.V., et al. Comparison of placido, scheimpflug and combined dual Scheimpflug-Placido technologies in evaluating anterior and posterior CLMI, SimK's as well as Kmax in keratoconus and post refractive surgery ectasia. *Int. J. Keratoconus ectatic. Corneal Dis.* 2012; 1: 44–52.
- Olsen T., Hoffmann P. C constant: New concept for ray tracingassisted intraocular lens power calculation. J. Cataract Refract. Surg. 2014; 40: 764–73.
- Bauer N., de Vries N., Webers C., Hendrikse F., Nuijts R. Astigmatism management in cataract surgery with the AcrySof toric intraocular lens. J. Cataract Refract. Surg. 2008; 34: 1483–8.
- Dardzhikova A., Shah C., Gimbel H.V. Early experience with the AcrySof toric IOL for the correction of astigmatism in cataract surgery. *Can. J. Ophthalmol.* 2009; 44: 269–73.
- 44. Horn J.D. Status of toric intraocular lenses. *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2007; 18: 58–61.
- Mendicute J., Iriqoyen C., Riuz M., Illarramendi I., Ferrer-Blasco T., Montes-Mico R. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *J. Cataract Refract.* Surg. 2008; 34: 601–7.
- 46. Ruíz-Mesa R., Carrasco-Sánchez D., Díaz-Alvarez S.B., Ruíz-Mateos M.A., Ferrer-Blasco T., Montés-Micó R. Refractive lens exchange with foldable toric intraocular lens. *Am. J. Ophthalmol.* 2009, 147: 990–6.
- 47. Park J.-H., Kang S.Y., Kim H.-M., Song J.-S. Differences in corneal astigmatism between partial coherence interferometry biometry and automated keratometry and relation to topographic pattern. J. Cataract Refract. Surg. 2011; 37: 1694–8.
- Hill W., Osher R., Cooke D., Solomon K., Sandoval H., Salas-Cervantes R., Potvin R. Simulation of toric intraocular lens

results: Manual keratometry versus dual-zone automated keratometry from an integrated biometer. *J. Cataract Refract. Surg.* 2011; 37: 2181–7.

- 49. Shammas H.J., Hoffer K.J. Repeatability and reproducibility of biometry and keratometry measurements using a noncontact optical low-coherence reflectometer and keratometer. *Am. J. Ophthalmol.* 2012; 153: 55–61.
- Abulafia A., Barrett G.D., Kleinmann G., Ofir S., Levy A., Marcovich A.L. et al. Prediction of refractive outcomes with toric intraocular lens implantation. *J. Cataract Refract. Surg.* 2015; 41: 936–44.
- Shammas H.J., Ortiz S., Shammas M.C., Kim S.H., Chong C. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J. Cataract Refract. Surg.* 2016; 42: 50–61.
- Akman A., Asena L., Güngör S.G. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOL-Master 700 with the IOLMaster 500. *Br. J. Ophthalmol.* 2015; 41: 2224–32.
- Buckhurst P.J., Wolffsohn J.S., Shah S., Naroo S.A., Davies L.N., Berrow E.J. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br. J. Ophthalmol.* 2009; 93: 949–53.
- 54. Godefroy K., Rousseau A., Mgarrech M., Barreau E., Labetoulle M. Biometry and intraocular lens power calculation results with a new optical biometry device: Comparison with the gold standard. *J. Cataract Refract. Surg.* 2014; 40: 593–600.
- 55. Huang J., Savini G., Li J., Lu W., Wu F., Wang J., Li Ya. et al. Evaluation of a new optical biometry device for measurements of ocular components and its comparison with IOL-Master. *Br. J. Ophthalmol.* 2014; 98 (9): 1277–81.
- Hirnschall N., Murphy S., Pimenides D., Maurino V., Findl O. Assessment of a new averaging algorithm to increase the sensitivity of axial eye length measurement with optical biometry in eyes with dense cataract. J. Cataract Refract. Surg. 2011; 37: 45–9.
- 57. Freeman G., и Pesudovs K. The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOL-Master. *Acta Ophthalmol. Scand.* 2005; 83: 439–42.
- Tehrani M., Krummenauer F., Blom E., Dick H.B. Evaluation of the practicality of optical biometry and applanation ultrasound in 253 eyes. J. Cataract Refract. Surg. 2003; 29: 741–6.
- 59. Rose L.T., Moshegov C.N. Comparison of the Zeiss IOL-Master and applanation AL-Scan ultrasound: biometry for intraocular lens calculation. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 2003; 31: 121–4. Поступила 19.05.16

Принята к печати 16.06.16