

TESIS PARA POSTGRADO DE OFTALMOLOGÍA

**COMPARACIÓN DE TRES BIÓMETROS ÓPTICOS EN PACIENTES CON CATARATA EN UNA INSTITUCIÓN DE ALTA
COMPLEJIDAD.**

Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB)



Dra. Maria Isabel Corrales

Residente de Oftalmología

Agradezco a Dios y a mi familia por el respaldo incondicional

A mis docentes por su entrega y dedicación

A mis compañeros por recorrer el camino juntos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN

Tesis para Postgrado de Oftalmología

Postgrado: Especialidad: Oftalmología

Nombre de la Autor: Dra. Maria Isabel Corrales

Nombre del Director: Dr. Alejandro Tello

Nombre del Asesor: Dr. Miguel Ochoa

Jurados: Dr. Ruben Berrospi – Dr. Camilo Niño

Fecha de presentación : 08 de Abril de 2019

Título de la Tesis

“COMPARACIÓN DE TRES BIÓMETROS ÓPTICOS EN PACIENTES CON CATARATA EN UNA INSTITUCIÓN DE ALTA COMPLEJIDAD.”.

Planteamiento del problema

La catarata es la principal causa de ceguera reversible en la actualidad. Según la Organización mundial de la salud, en el año 2010 esta causa correspondía al 51% de las causas de ceguera reversible, lo que representaba aproximadamente 20 millones de personas en el mundo. La incidencia anual de pacientes con ceguera legal por catarata en el mundo es aproximadamente un millón.

En las ultimas décadas se han efectuado importantes avances en la precisión con la que el cirujano determina el poder del lente intraocular (LIO) para alcanzar la emetropía. Así mismo, las nuevas tecnologías en el diseño de LIO y las técnicas quirúrgicas ha aumentado las expectativas visuales post operatorias de los pacientes. La demanda en tales resultados refractivos conlleva a la necesidad de obtener datos mas exactos en el momento de adquirir las medidas requeridas para un calculo de poder de LIO mas preciso. Para la toma de dichas medidas se dispone del ultrasonido modo A y de los biómetros ópticos que serán descritos a continuación.

Comparison of Three Optical Biometers: IOL Master 500, Lenstar LS 900 and Aladdin.

Maria Isabel Corrales, MD, Virgilio Galvis, MD, Alejandro Tello, Miguel E. Ochoa,

Purpose: To evaluate the results of optical biometry using the IOLMaster 500, Lenstar LS 900 and Aladdin in eyes with cataract.

Methods: In 231 eyes of 152 patients with cataract, the measurements of 3 different biometers were retrospectively compared. Paired comparisons were performed for axial length (AL), mean keratometry (mean K) and anterior chamber depth (ACD).

Results: In only 197 of the 231 eyes (85.3%), it was possible to obtain reliable measurements of AL with all the three devices. It was not possible to determine AL in 16 eyes (6.9%) with Lenstar LS 900; in 19 eyes (8.2%) with Aladdin; and in 20 eyes (8.6%) with IOLMaster 500 possibly related to the severity of lens opacification (the corneas had good transparency in the eyes included in the study). There was a statistically significant difference in AL between IOLMaster 500 and the remaining two biometers ($P = 0.03$). However, the amount of difference was considered clinically not significant (0.04 mm). The mean keratometry (mean K) was determined in 203 eyes (87.9%) with all the three devices. Differences in mean K were between - 0.1 and 0.06 Diopters (D), which were considered neither statistically ($P > 0.05$) nor clinically significant. The anterior chamber depth (ACD) was determined in 197 eyes (85.28%) with all the three biometers. The differences between the three devices (0.03 to 0.13 mm) were not statistically significant and considered also clinically not significant.

Conclusions: There were no clinically significant differences between these 3 biometers in AL, mean K and ACD.

Keywords: Diagnostic techniques, ophthalmological Anterior chamber Axial length, eye Biometry Corneal topography/methods

Justificación

En Colombia la prevalencia de ciegos por catarata se estima alrededor de 120.000 y la incidencia es de aproximadamente 24.000 por año.

El Centro Oftalmológico Virgilio Galvis valora en promedio nueve mil pacientes al año en consulta. Se realizan aproximadamente tres mil cirugías de catarata al año y como parte de este procedimiento, los resultados biométricos que permiten el cálculo del poder del lente intraocular a implantar, son fundamentales.

Este trabajo de investigación pretende comparar tres tipos de biómetros ópticos empleados para adquirir ciertas medidas del globo ocular fundamentales para el cálculo del poder del lente intraocular a implantar en la cirugía de catarata. La finalidad es determinar cual biómetro es más confiable en la adquisición de las medidas y en que tipo de catarata se encuentran más diferencias entre los dispositivos y error en la medición.

Marco Teórico

Introducción

Durante muchos años, la biometría por ultrasonido de inmersión A-scan fue considerada el “gold estándar” para medir la longitud axial (AL) y la profundidad de la cámara anterior (ACD) en la determinación de la potencia de las lentes intraoculares (LIO), pero desde el advenimiento de la biometría óptica en 1999, estos dispositivos se han posicionado progresivamente como el “gold standar”. Sin embargo, en el caso de cataratas avanzadas con medios muy opacos, la luz infrarroja puede no penetrar y las mediciones de ultrasonido pueden ser necesarias ^[1-29].

El hecho de que la AL se determine con un enfoque sin contacto y la potencia corneal sea medida con un queratómetro automatizado, hace que la biometría óptica sea menos dependiente del operador y más reproducible, por lo que constituye una herramienta valiosa para la cirugía moderna de catarata. Otra ventaja sobre las técnicas de ultrasonido es que permite realizar múltiples mediciones rápidamente de diferentes variables.

Hoy en día hay varios biómetros ópticos disponibles en el mercado ^[3-29]. El IOLMaster 500 (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Alemania) utiliza la interferometría de coherencia parcial (PCI) con una luz infrarroja de diodo láser de 780 nm para medir la AL. Emplea una iluminación de hendidura lateral para medir la profundidad de la cámara anterior (ACD) y determina la queratometría (K) analizando 6 puntos de referencia en un patrón hexagonal a aproximadamente 2,3 mm de zona óptica ^[3, 10, 18, 19, 22, 24, 25].

El Lenstar LS 900 (Haag-Streit AG, Koniz, Suiza) mide varias dimensiones del ojo en un solo paso. La tecnología se basa en la reflectometría óptica de baja coherencia (OLCR), con un diodo superluminiscente infrarrojo de 820 nm. Además de AL, la unidad mide el grosor corneal central (CCT), ACD, grosor de la lente cristalina (LT) y grosor de la retina. Las lecturas de queratometría se calculan analizando la curvatura corneal anterior en 32 puntos de referencia orientados en 2 círculos a aproximadamente las zonas ópticas de 2,30 mm y 1,65 mm ^[3, 6, 7, 20-22, 25].

El Aladdin (Topcon, Tokio, Japón) incluye un topógrafo corneal basado en 24 anillos de plácido. Para determinar AL, el sistema utiliza un diodo superluminiscente infrarrojo (longitud de onda de 830 nm). Utiliza una rendija de luz para determinar la ACD ^[3, 8, 15, 22, 25, 27].

El propósito de este estudio es evaluar diferentes mediciones de tres parámetros (AL, queratometría y ACD) obtenidos mediante el IOLMaster 500, el Lenstar LS 900 y el Aladdin en ojos con diferentes grados de catarata, y evaluar el rendimiento de la medición de los

dispositivos en diferentes densidades de catarata, clasificados de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Opacidades del Lente (LOCS) III.

Objetivo general y objetivos específicos:

Objetivo general

Evaluar la capacidad de medición de longitud axial, queratometría y profundidad de cámara anterior de los biómetros ópticos: IOL Master 500, Lenstar LS 900 y Aladdin en los diferentes tipos de catarata y su densidad.

Objetivos específicos

Estudiar el acuerdo entre los valores de longitud axial, queratometría y profundidad de cámara anterior obtenidos con los tres biómetros ópticos.

Analizar la correlación entre las principales variables(longitud axial, queratometría y profundidad de cámara anterior) obtenidas con los tres biómetros ópticos en las diferentes densidades de cataratas .

Evaluar la frecuencia relativa de falla en la medición de cada uno de los 3 biómetros ópticos.

Comparar la frecuencia de fallas entre los tres biómetros ópticos y según el tipo de catarata.

Metodología Propuesta:

Tipo de estudio

Estudio retrospectivo, observacional y de evaluación de prueba diagnóstica

Universo

Registros de una base de datos anonimizada del Centro Oftalmológico Virgilio Galvis

Población elegible

Pacientes candidatos a cirugía de catarata atendidos en el Centro Oftalmológico Virgilio Galvis a los cuales se les realizaron estudios biométricos con tres dispositivos diferentes de manera rutinaria durante noviembre de 2015 a noviembre de 2016

Criterios de inclusión

Pacientes con catarata programados para cirugía

Criterios de exclusión

Antecedentes de cirugía refractiva, cirugía de glaucoma o cirugía de retina, traumatismo ocular, infección ocular activa o inflamación. Ojos con opacidad corneal que sea la causa de falla en la toma de la biometría.

Plan de análisis

Análisis Uni variado:

Se describirán las características biométricas de los ojos incluidos en el registro, las características de la catarata, y edad de los pacientes, utilizando medidas de tendencia central y de dispersión, previa prueba de normalidad, mediante medias y desviación

estándar o mediana y rango intercuartil según sea el caso.

Para las variables cualitativas como la falla en la lectura de cada biómetro se calcularán frecuencias absolutas y porcentajes.

Análisis Bi variado:

Se compararán los valores biométricos de cada dispositivo en el registro, utilizando pruebas paramétricas (t de student) o no paramétricas (Wilcoxon)

Se evaluará la correlación de cada una de las mediciones entre los 3 dispositivos

Se analizará el acuerdo entre los valores pareados de cada dispositivo mediante el metodo de Bland & Altman.

Se comparará la frecuencia de falla en la medición en cada dispositivo y según características de la catarata de manera estratificada.

Para todas las comparaciones, se aplicará un nivel de significancia $\alpha=0,05$ y un nivel de confianza de 95% para los intervalos. En caso de no normalidad se utilizaran medianas y percentiles.

El procesamiento, depuración y validación de las bases de datos y el análisis estadístico se efectuarán mediante el paquete estadístico STATA 14.

Los resultados serán presentados de manera digital en tablas y análoga mediante figuras, según la naturaleza de las variables y el tipo de análisis estadístico.

Procedimientos para garantizar aspectos éticos:

En acuerdo con la declaración del Helsinki, este protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Fundación Oftalmológica de Santander Carlos Ardila Lulle (FOSCAL)

RESULTADOS

De los 241 ojos con mediciones de biometría ocular disponibles con los tres dispositivos, 238 ojos de 152 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión, pero como se excluyeron 7 ojos debido a los datos faltantes, solo se analizaron finalmente 231 ojos. Tres ojos adicionales no se incluyeron ya que no fueron evaluables debido a la opacidad corneal.

La información demográfica de los participantes se muestra en la tabla 1. Alrededor del 51,5% eran ojos izquierdos (n = 119) y 48,5% ojos derechos (n = 112). En solo 197 de los 231 ojos (85.3%), fue posible obtener mediciones confiables de AL con los tres dispositivos. El promedio de AL en esos ojos fue de 23.40 ± 1.45 mm para Lenstar LS 900; 23.40 ± 1.43 mm

	Hombres	Mujeres	Total
N (individuos/%)	65/42.8%	87/57.2%	152
N (ojos/%)	98/42.4%	133/57.6%	231
Edad años (promedio +/- SD)	66.3+/-13.9	69.1+/-12.1	67.0+/-13.0

para Aladdin, y 23.36 ± 1.44 mm para el IOLMaster 500 (Tabla 2). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar IOLMaster 500 versus Lenstar LS 900 e IOLMaster 500 versus Aladdin, con un promedio de $0.04 \text{ mm} \pm 0.26$ mediciones más cortas con IOL-Master 500 que con Lenstar LS 900 ($P < 0.001$), para los 197 ojos con ambas medidas, y $0.04 \text{ mm} \pm 0.13$ mediciones más cortas con IOLMaster 500 que con Aladdin ($P < 0.001$), para los 191 ojos con ambas mediciones. Esas diferencias se consideraron clínicamente no significativas, de acuerdo con los criterios definidos previamente. La Figura 1 muestra los diagramas de Bland-Altman para el acuerdo entre los biómetros para la longitud axial.

Dispositivo	Longitud Axial (mm)		Queratometría promedio (Dioptrias)		Profundidad de CA (mm)	
	n	Media \pm SD	n	Media \pm SD	n	Media \pm SD
Lenstar LS900	197	23.40 ± 1.45	203	43.95 ± 1.60	197	3.1 ± 0.41
Aladdin		23.40 ± 1.43		43.91 ± 1.63		3.1 ± 0.35
IOL Master 500		23.36 ± 1.44		44.00 ± 1.66		3.0 ± 0.41

Tabla 2. Parametros Biometricos obtenidos con los tres dispositivos

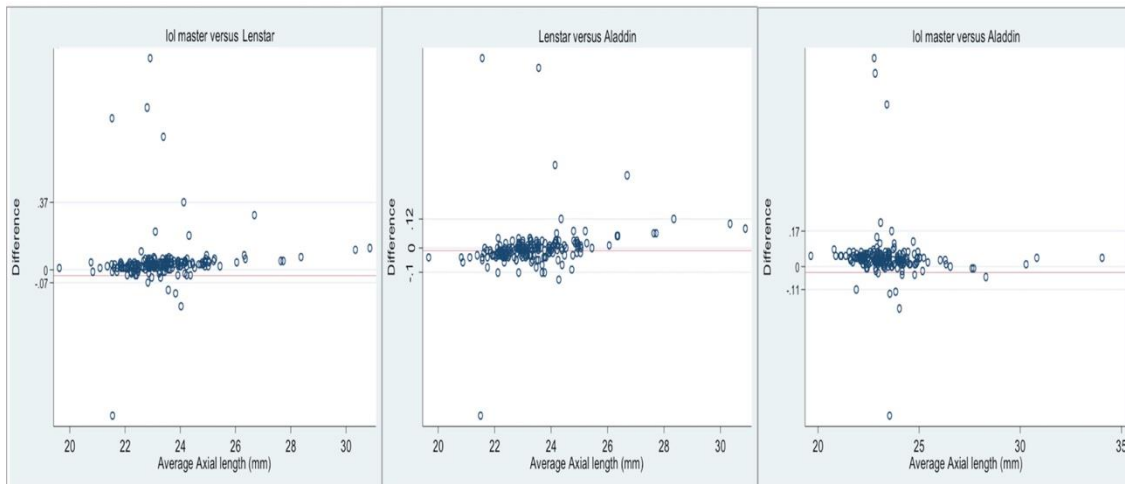


Figura 1.

Las correlaciones pareadas para AL fueron superiores al 99,5%. No fue posible medir la LA con uno o más de los tres dispositivos en 34 ojos (14.7%): en 16 ojos (6.9%) con Lenstar LS 900; en 19 ojos (8,2%) con Aladdin y en 20 ojos (8,6%) con IOLMaster 500 (Tabla 3). Las diferencias en la tasa de medición fallida entre los tres sistemas no fueron estadísticamente significativas. Se encontró una asociación entre la imposibilidad de medir la LA con cualquier biómetro y el grado de catarata para el color nuclear y la opacidad subcapsular ($P = 0,0001$ y $P = 0,002$, respectivamente). Las mediciones fallidas fueron mucho más frecuentes en cataratas con clasificación de LOCS III superior a 6.0 para el color nuclear y la opalescencia nuclear (Tabla 3). La asociación de los fracasos de las mediciones de AL con catarata subcapsular posterior fue menos consistente (Tabla 3).

La queratometría media se determinó en 203 ojos (87,9% del grupo total) con los tres dispositivos. No fue posible medirla en 4 ojos (2%) con Lenstar LS 900; 7 ojos (3,4%) con Aladdin; y 11 ojos (5,4%) con IOLMaster 500. En 6 ojos, la queratometría media no pudo determinarse con 2 biómetros.

	Medidas no obtenidas en cada subgrupo de ojos de acuerdo con el grado de catarata (LOCS III) para cada dispositivo (n / %)		
	IOLMaster 500	Lenstar LS 900	Aladdin
Clasificación por color nuclear			
0.0 a 2.9 (39 ojos)	1 (2.56%)	0 (0.00%)*	1 (2.56%)
3.0 a 3.9 (83 ojos)	5 (6.02%)	4 (4.82%)	7 (8.43%)
4.0 a 4.9 (66 ojos)	4 (6.06%)	4 (6.06%)	4 (6.06%)
5.0 a 5.9 (34 ojos)	5 (14.71%)	5 (14.71%)	3 (8.82%)
6.0 a 6.9 (9 ojos)	5 (55.56%)*	3 (33.33%)*	4 (44.44%)†
Clasificación por opalescencia nuclear			
0.0 a 2.9 (33 ojos)	1 (3.03%)	0 (0.00%)	1 (3.03%)
3.0 a 3.9 (81 ojos)	5 (6.17%)	3 (3.7%)	7 (8.64%)
4.0 a 4.9 (65 ojos)	4 (6.15%)	4 (6.15%)	3 (4.62%)
5.0 a 5.9 (39 ojos)	6 (15.38 %)	3 (7.69%)	4 (10.26%)
6.0 a 6.9 (13 ojos)	4 (30.77%)*	6 (46.15%)†	4 (30.77%)*
Clasificación por grado cortical			
0.0 a 2.9 (163 ojos)	14 (8.59%)	10 (6.13%)	12 (7.36%)
3.0 a 3.9 (48 ojos)	3 (6.25%)	5 (10.42%)	3 (6.25%)
4.0 a 4.9 (16 ojos)	2 (12.50%)	0 (0.00%)	3 (18.75%)
5.0 a 5.9 (4 ojos)	1 (25%)	1 (25%)	1 (25%)
Clasificación por opacidad subcapsular posterior			
0.0 to 2.9 (163 ojos)	9 (5.52%)*	8 (4.91%)	11 (6.75%)

3.0 to 3.9 (26 ojos)	4 (15.38%)	3 (11.54%)	5 (19.23%)*
4.0 to 4.9 (26 ojos)	5 (19.23%)	4 (15.38%)	2 (7.69%)
5.0 to 5.9 (16 ojos)	2 (12.5%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
Total	20 (8.66%)	16 (6.93%)	19 (8.23%)

Tabla 3. Nota: los valores de p fueron obtenidos comparando la proporción de falla entre los subgrupos de cataratas (LOCS III) para cada biómetro

* $p < 0.05$

† $p < 0.01$

Las medidas de la queratometría media fueron 43.95 ± 1.6 dioptrías (D) para Lenstar LS 900; 43.91 ± 1.63 D para Aladdin; y 44.00 ± 1.66 D para IOLMaster 500. La correlación pareada entre los tres biómetros fue del 97%, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre los tres biómetros (Tabla 2). La Figura 2 muestra el acuerdo entre los valores de la queratometría media medidos con los tres biómetros (gráficos de Bland y Altman).

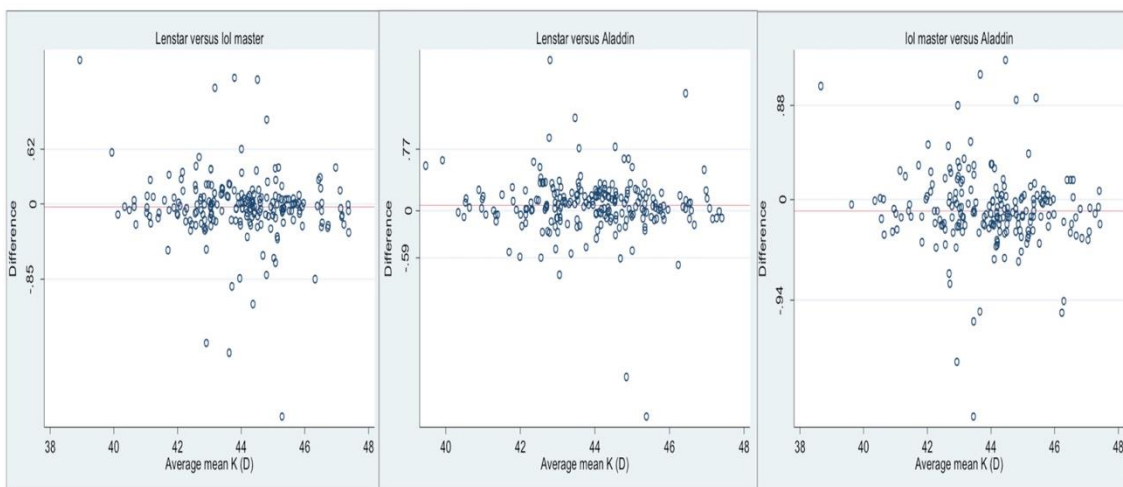


Figura 2.

La medición de ACD se pudo realizar con los tres dispositivos en 197 ojos (85,3% del grupo total). No fue posible medir la ACD en 2 ojos (1%) con Lenstar LS 900, 3 ojos (1,5%) con Aladdin y en 5 ojos (2,5%) con el IOLMaster 500. En 24 ojos, no se pudo determinar la ACD con 2 biómetros. La profundidad media de la cámara anterior (desde el epitelio) en los ojos con las tres mediciones fue de 3.1 ± 0.41 mm para el Lenstar LS 900; 3.1 ± 0.35 mm para el Aladdin; y 3.0 ± 0.41 mm para el IOLMaster 500 (Tabla 2). Las correlaciones pareadas fueron superiores al 83%, siendo más altas entre el IOLMaster 500 y el Aladdin (93%). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas, excepto para IOLMaster 500 vs Lenstar LS 900 ($P = 0.02$) con una diferencia promedio de 0.13 ± 0.23 mm. La Figura 3 muestra el acuerdo entre los valores de ACD medidos con los tres biómetros (gráficos de Bland y Altman).

Las diferencias entre los tres biómetros con respecto a la longitud axial y la queratometría media fueron muy cercanas a cero, y no mostraron sesgos significativos.

Las diferencias en ACD entre Lenstar e IOLMaster 500 (media 0,13 mm, mediana de 0,08 mm) y entre Aladdin e IOLMaster 500 (media 0,1 mm, mediana de 0,07 mm) mostraron errores sistemáticos. Sin embargo, no se consideraron clínicamente significativos.

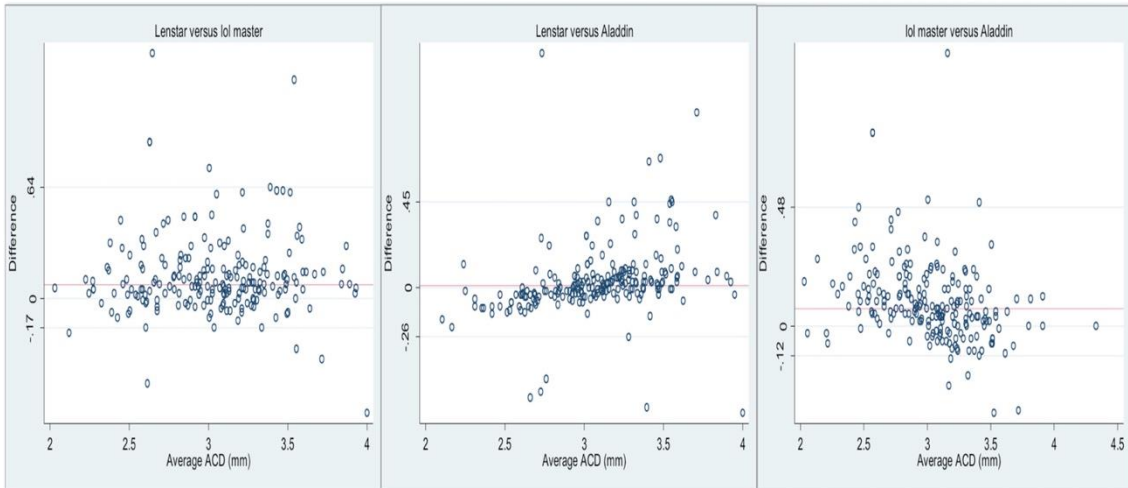


Figura 3.

No hubo diferencias claras no uniformes, es decir, tendencias a aumentar o disminuir la diferencia entre los dispositivos en los valores extremos de cualquier parámetro dado medido.

DISCUSIÓN

Actualmente la cirugía de catarata alcanza muy buenos resultados; sin embargo, para cumplir o superar las expectativas, cada vez mayores, del paciente moderno, los cálculos de potencia de LIO, generalmente muy altos y precisos, son un elemento crítico. Es esencial que los datos ingresados en las fórmulas biométricas (media K, ACD y AL, entre otros) sean muy precisos. Actualmente, la biometría óptica se ha convertido en el estándar de oro [3, 25]; sin embargo, es importante determinar si todos los dispositivos disponibles son igualmente confiables. Encontramos una excelente correlación clínica entre tres instrumentos de biometría óptica moderna (IOLMaster 500, Lenstar LS 900 y Aladdin). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la medición de la LA entre el IOLMaster 500

(más corto) y los otros dos biómetros ópticos, Lenstar LS 900 y Aladdin (mediciones más largas), pero solo de aproximadamente 0,04 mm.

Eso implicaría una discrepancia de alrededor de 0,12 D en el error refractivo residual, que se consideró, según nuestro criterio, clínicamente no significativo. Diferencias similares fueron encontradas por Hoffer et al. y recientemente por Shammas et al., [18, 22] siendo también la medida del Lenstar LS900 la más larga. Buckhurst et al. [6] también encontró una pequeña diferencia (0,06 mm) en las mediciones de AL entre el IOL-Master (software de la versión 5) y Lenstar LS900, lo que tampoco se consideró clínicamente significativo. En contraste con estos hallazgos, otros grupos han encontrado que las mediciones de AL con Lenstar LS 900 fueron más cortas que las del IOLMaster, pero nuevamente, la diferencia también se consideró clínicamente no significativa [7, 17, 20]. Otros estudios han encontrado diferencias que no se consideraron clínicamente significativas al comparar el IOLMaster (v5.4) versus Aladdin y el IOLMaster 500 versus Aladdin en las mediciones de AL [8, 15, 22, 26, 27].

Cualquier interferencia con la transmisión de luz puede afectar los resultados con estos dispositivos ópticos, especialmente la medición de AL. Por lo tanto, dependiendo de la densidad y la ubicación, las cataratas pueden interferir en las mediciones. Hill et al. [11] en 2008 informaron mediciones fallidas de AL en 7.4 y 3.7% en un grupo de 54 ojos utilizando el valor medio compuesto de 5 y 20 mediciones, respectivamente, con el software IOLMaster versión 5. En un estudio publicado en 2009, utilizando el software IOLMaster versión 5 y Lenstar LS900 Buckhurst et al. [6] encontraron que en 9 a 10% de los ojos la medición de AL falló. En un estudio más reciente, Epitropoulos encontró que no fue posible adquirir la medición de AL en 16.2, 7.6 y 15.2% de los ojos para el valor promedio compuesto de 5 mediciones compuestas estándar con el IOLMaster 500, el valor promedio compuesto de 20 mediciones con el IOLMaster 500 y Lenstar LS 900, respectivamente [7]. Además, mientras que el Lenstar LS 900 y el valor promedio compuesto de 5 mediciones con el

IOLMaster 500 pudieron adquirir mediciones de LA con éxito en el 30% de los ojos con un color nuclear de catarata > 5.0 , el valor promedio compuesto de 20 mediciones con el IOLMaster 500 pudo adquirir mediciones de AL con éxito en el 60% de los ojos con ese grado de catarata nuclear ^[7].

En 2011, Mylonas et al. ^[16] reportaron que en el 9.8% de los ojos no fue posible obtener mediciones de AL con el IOLMaster V.5 y en el 11.8% de los ojos con el Lenstar LS900. La mayoría de esos ojos tenían catarata subcapsular posterior de grado 4.0 o superior según la clasificación LOCS III. McAlinden et al. ^[15] encontraron que la tasa de fracaso del IOLMaster (v5.4) fue del 37.8%, y para el Lenstar LS 900 fue del 35.5% cuando se examinaron pacientes con catarata en hospitales públicos chinos. Encontraron una asociación estadísticamente significativa entre las tasas de adquisición y el aumento de la densidad de las cataratas subcapsulares posteriores con IOLMaster y Lenstar LS 900. Más de la mitad de todos los ojos (51,5%) tenían cambios subcapsulares posteriores más avanzados del grado 3.5. Los porcentajes de los ojos que fallaron en las clases de LA fueron del 46,3% con IOLMaster y del 43,0% con Lenstar LS 900 ^[15].

En un nuevo estudio realizado por el mismo grupo de investigadores, utilizaron un nuevo biómetro basado en tomografía de coherencia óptica con fuente de barrido (OA-2000, Tomey, Nagoya, Japón) y lo comparó con los dispositivos IOLMaster (v5.4) y Aladdin ^[27]. En general, la tasa de fracaso de la medición de AL fue del 0% para el OA-2000, del 36,1% para el IOLMaster y del 13,5% para el Aladdin. Además, aunque 72 ojos tenían un grado de catarata subcapsular posterior superior a 3.5, el OA-2000 pudo obtener mediciones en todos los ojos, mientras que el IOLMaster obtuvo una medición fallida en el 91.7% de estos ojos, y el Aladdin en el 59.7% de ellos ^[27]. Para el estadio de color nuclear superior a 3.5, los porcentajes de mediciones no alcanzables fueron 89.6% para el IOL-Master y 46.8% para el Aladdin ^[27]. En 2005, Freeman et al. ^[12] ya habían informado que el IOLMaster no logró adquirir la medición de la AL en aproximadamente el 20% en cataratas con una opacidad subcapsular superior a 3.5. Los autores no explicaron exactamente qué versión utilizaron;

probablemente fue el software de la versión 5, ya que el IOLMaster 500 se lanzó alrededor de 2009. Es sorprendente que el porcentaje de mediciones no alcanzables fue mucho menor que el reportado con el mismo instrumento por McAlinden et al. en ojos de características similares.

Usamos el valor promedio compuesto estándar de 5 mediciones con IOLMaster 500. Encontramos un desempeño similar con los tres biómetros (tasa de falla entre 6.9 y 8.6%) comparable a las mediciones compuestas de 5 reportadas por Hill et al., Buckhurst et al. y Mylonas et al. ^[15, 27] pero ligeramente inferior a los resultados de Eitropoulos.

Por otro lado, la tasa de mediciones no alcanzables en el presente estudio fue mucho más baja que las informadas en dos estudios en China por McAlinden et al. incluso cuando se analizan por separado los ojos con cataratas avanzadas. En el presente estudio, en el subgrupo de ojos con color nuclear de 4.0 o mayor, las tasas de medición de falla fueron 12.8% para IOLMaster 500 y 11.0% para Lenstar LS 900. En el subgrupo de ojos con etapa 4.0 o mayor de opacidad subcapsular posterior, fueron 16,7% y 11,9%, respectivamente. Las diferencias en el porcentaje con el IOLMaster podrían estar relacionadas con el hecho que McAlinden et al. usaron una versión anterior del instrumento, pero no tenemos una explicación posible para las diferencias usando el Lenstar LS 900. McAlinden et al. indicó que el análisis de regresión logística mostró una asociación estadísticamente significativa entre las tasas de adquisición y el aumento de la gravedad de las cataratas subcapsulares posteriores con el IOLMaster, pero no se encontró asociación entre las tasas de adquisición y las cataratas corticales o nucleares con ninguno de los dispositivos.

En nuestra serie, no se encontró asociación entre el grado cortical de la catarata según LOCS III y el fracaso de la determinación de AL y no se encontró asociación clara con la opacidad subcapsular posterior. Por otro lado, tanto el color nuclear como la opalescencia nuclear se

relacionaron directamente con una mayor probabilidad de falla, pero el efecto fue notable en caso de cataratas estadio 6.0 o más avanzada. Entre el 33,3 y el 55,6% de los ojos con color nuclear superior a 6,0, y entre el 30,7 y el 46,2% con opalescencia nuclear superior a 6,0, tuvo una medición fallida de la longitud axial.

Recientemente se han comercializado nuevos dispositivos basados en tomografía de coherencia óptica de fuente barrida, como el ya mencionado OA-2000, el IOLMaster 700 (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Alemania) y el Argos (Movu Inc., Santa Clara, CA., Estados Unidos). Parece que tienen un mejor desempeño que los instrumentos disponibles previamente en términos de tasas de medición inalcanzables ^[23-29].

A pesar de estas tasas de éxito más altas en las mediciones, es muy probable que todavía haya algunos casos de cataratas muy densas que no se puedan examinar con un biómetro óptico. En esos casos, para realizar el cálculo de la potencia de la lente intraocular, se requiere la utilización de la biometría de inmersión ultrasónica.

Con respecto a la queratometría media, las diferencias en el presente estudio fueron muy pequeñas, y no fueron estadística ni clínicamente significativas.

Al comparar las mediciones de ACD con IOLMaster 500 y Lenstar LS 900, se encontró una pequeña diferencia estadísticamente significativa, pero sin importancia clínica relevante. (Usando la fórmula de Haigis, su impacto sería de alrededor de 0.08 D en refracción manifiesta).

Como se mencionó anteriormente, la diferencia entre dos mediciones de un parámetro biológico dado puede ser tolerada sin que se considere que tiene importancia clínica es una cuestión de juicio clínico. Ningún método estadístico puede responder a esa pregunta. Las diferencias en AL y ACD que encontramos no alcanzaron significancia clínica de acuerdo con nuestros criterios definidos previamente. El rendimiento en cualquier grado de la clasificación LOCS III para cataratas fue ligeramente mejor con Lenstar LS 900 seguido de Aladdin e IOLMaster 500, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas. El rendimiento de los tres dispositivos en diferentes grados de catarata fue, por lo tanto, comparable.

CONCLUSIÓN

El IOLMaster 500, Lenstar LS 900 y Aladdin mostraron resultados muy similares de AL, queratometría media y ACD. Sin embargo, encontramos algunas diferencias estadísticamente significativas en las mediciones de AL y ACD.

Referencias

1. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B (2000) Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 238:765–773
2. Kiss B, Findl O, Menapace R, Wirtitsch M, Drexler W, Hitzenberger CK et al (2002) Biometry of cataractous eyes using partial coherence interferometry: clinical feasibility study of a commercial prototype I. *J Cataract Refract Surg* 28:224–229
3. Nazm N, Chakrabarti A (2017) Update on optical biometry and intraocular lens power calculation. *TNOA J Ophthalmic Sci Res* 55:196–210
4. Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU (2009) Accuracy of a new partial coherence interferometry analyser for biometric measurements. *Br J Ophthalmol* 93:807–810
5. Sahin A, Hamrah P (2012) Clinically relevant biometry. *Curr Opin Ophthalmol* 23:47–53
6. Buckhurst PJ, Wolffsohn JS, Shah S, Naroo SA, Davies LN, Berrow EJ (2009) A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *Br J Ophthalmol* 93:949–953
7. Epitropoulos A (2014) Axial length measurement acquisition rates of two optical biometers in cataractous eyes. *Clin Ophthalmol* 8:1369–1376
8. Mandal P, Berrow EJ, Naroo SA, Wolffsohn JS, Uthoff D, Holland D et al (2014) Validity and repeatability of the Aladdin ocular biometer. *Br J Ophthalmol* 98:256–258
9. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, Ghoreyshi M, Salouti R (2011) Comparison of the ultrasonographic method with 2 partial coherence interferometry methods for intraocular lens power calculation. *Optometry* 82:140–147
10. Shajari M, Lehmann UC, Kohnen T (2016) Comparison of corneal diameter and anterior

chamber depth measurements using 4 different devices. *Cornea* 35:838–842

11. Hill W, Angeles R, Otani T (2008) Evaluation of a new IOLMaster algorithm to measure axial length. *J Cataract Refract Surg* 34:920–924

12. Freeman G, Pesudovs K (2005) The impact of cataract severity on measurement acquisition with the IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand* 83:439–442

13. Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA (2002) Partial coherence laser interferometry vs conventional ultrasound biometry in intraocular lens power calculations. *Eye (Lond)* 16:552–556

14. Nemeth J, Fekete O, Pesztenlehrer N (2003) Optical and ultrasound measurement of axial length and anterior chamber depth for intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 29:85–88

15. McAlinden C, Wang Q, Pesudovs K, Yang X, Bao F, Yu A et al (2015) Axial Length Measurement Failure Rates with the IOLMaster and Lenstar LS 900 in Eyes with Cataract. *PLoS ONE* 10:e0128929

16. Mylonas G, Sacu S, Buehl W, Ritter M, Georgopoulos M, Schmidt-Erfurth U (2011) Performance of three biometry devices in patients with different grades of age-related cataract. *Acta Ophthalmol* 89:e237

17. Stattin M, Zehetner C, Bechrakis NE, Speicher L (2015) Comparison of IOL-Master 500 vs. Lenstar LS900 concerning the calculation of target refraction: a retrospective analysis. *Ophthalmologie* 112:444–450

18. Shamma HJ, Ortiz S, Shamma MC, Kim SH, Chong C (2016) Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J Cataract Refract Surg* 42:50–61

19. Akman A, Asena L, Güngör SG (2016) Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol* 100:1201–1205

20. Goebels S, Pattmüller M, Eppig T, Cayless A, Seitz B, Langenbucher A (2015) Comparison of 3 biometry devices in cataract patients. *J Cataract Refract Surg* 41:2387–2393 Gao R, Chen H,
21. Savini G, Miao Y, Wang X, Yang J et al (2017) Comparison of ocular biometric measurements between a new swept-source optical coherence tomography and a common optical low coherence reflectometry. *Sci Rep* 7:2484
22. Hoffer KJ, Shammas HJ, Savini G (2010) Comparison of 2 laser instruments for measuring axial length. *J Cataract Refract Surg* 36:644–648
23. Hua Y, Qiu W, Xiao Q, Wu Q (2018) Precision (repeatability and reproducibility) of ocular parameters obtained by the Tomey OA-2000 biometer compared to the IOLMaster in healthy eyes. *PLoS ONE* 13:e0193023
24. Kunert KS, Peter M, Blum M, Haigis W, Sekundo W, Schütze J et al (2016) Repeatability and agreement in optical biometry of a new swept-source optical coherence tomography-based biometer versus partial coherence interferometry and optical low-coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg* 42:76–83
25. Turczynowska M, Koźlik-Nowakowska K, Gaca-Wysocka M, Grzybowski A (2016) Effective ocular biometry and intraocular lens power calculation. *European Ophthalmic Review* 10:94–100
26. Hoffer KJ, Shammas HJ, Savini G, Huang J (2016) 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* 42:62–67
27. McAlinden C, Wang Q, Gao R, Zhao W, Yu A, Li Y, Guo Y, Huang J (2017) Axial length measurement failure rates with biometers using swept-source optical coherence tomography compared to partial-coherence interferometry and optical low-coherence interferometry. *Am J Ophthalmol* 173:64–69

28. Higashiyama T, Mori H, Nakajima F, Ohji M (2018) Comparison of a new biometer using swept-source optical coherence tomography and a conventional biometer using partial coherence interferometry. *PLoS ONE* 13:e0196401
29. Savini G, Hoffer KJ, Shammas HJ, Aramberri J, Huang J, Barboni P (2017) Accuracy of a new swept-source optical coherence tomography biometer for IOL power calculation and comparison to IOLMaster. *J Refract Surg* 33:690–695
30. Altman DG, Bland JM (1983) Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *Statistician* 32:307–317
31. Bland JM, Altman DG (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1:307–310
32. Bland JM, Altman DG (1999) Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 8:135–160
33. Giavarina D (2015) Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb)* 25:141–151