

Mediciones biométricas en pacientes miopes con cirugía fotoablativa previa

Biometric measurements in myopic patients with previous photoablative surgery

Taimi Cárdenas Díaz^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3220-4553>

Yoriel Cuan Aguilar¹ <https://orcid.org/0000-0002-3617-7313>

Mabel Noda Blanco¹ <https://orcid.org/0000-0003-4528-3123>

Zonya Camps Bonne¹ <https://orcid.org/0000-0002-2730-5838>

Iris Teresa Ocaña Bobadilla¹ <https://orcid.org/0000-0003-3832-6324>

¹Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: taimicar@infomed.sld.cu

RESUMEN

Objetivo: Comparar las mediciones biométricas realizadas con el IOL Master 700 y el Pentacam AXL en pacientes miopes con cirugía fotoablativa previa.

Métodos: Se realizó un estudio transversal en 103 ojos de 103 pacientes miopes con cirugía fotoablativa previa, atendidos en el período de enero 2019 a enero 2020, en el Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”. Las variables estudiadas fueron: edad, sexo, equivalente esférico y características biométricas posoperatorias (longitud axial, profundidad de la cámara anterior y queratometrías), así como su relación, aportadas automáticamente por el IOL master 700 y el pentacam AXL para evitar los factores dependientes del operador, tres meses después de la cirugía. El análisis estadístico se realizó con la prueba t para datos pareados, utilizando una significación del 95 %.

Resultados: La edad promedio fue de $25,72 \pm 4,26$ años. Se analizaron 53 ojos derechos y 50 izquierdos, todos tratados con láser de superficie. El equivalente esférico medio fue de $-0,06 \pm 0,34$ dioptrías y el tiempo entre la cirugía y los exámenes fue de $6,32 \pm 3,56$ meses. No hubo diferencia estadísticamente

significativa ($p > 0,05$) entre la longitud axial y la profundidad de la cámara anterior; mientras que sí la hubo ($p < 0,01$) con las queratometrías obtenidas con el IOL Master 700, en comparación con los del pentacam AXL.

Conclusión: En pacientes miopes con cirugía fotoablativa previa, el IOL Master 700 y el pentacam AXL proveen mediciones biométricas similares, como la longitud axial y la profundidad de la cámara anterior, no así con la queratometría, la cual es diferente.

Palabras clave: Mediciones biométricas; IOL Master 700; pentacam AXL.

ABSTRACT

Objective: Compare the biometric measurements taken with IOL Master 700 and Pentacam AXL in myopic patients with previous photoablative surgery.

Methods: A cross-sectional study was conducted of 103 eyes of 103 myopic patients undergoing photoablative surgery at Ramón Pando Ferrer Cuban Institute of Ophthalmology from January 2019 to January 2020. The variables analyzed were age, sex, spherical equivalent and preoperative biometric characteristics (axial length, anterior chamber depth and keratometries) and the relationship to one another, automatically supplied by IOL Master 700 and Pentacam AXL to avoid operator-dependent factors. The analysis was performed three months after surgery. Statistical analysis was based on the paired Student's *t*-test with a significance level of 95%.

Results: Mean age was 25.72 ± 4.26 years. Fifty-three right eyes and 50 left eyes were studied, all of them treated with surface laser. Mean spherical equivalent was -0.06 ± 0.34 diopters; the time elapsed between surgery and the tests was 6.32 ± 3.56 months. No statistically significant differences ($p > 0.05$) were found between axial length and anterior chamber depth, but statistically significant differences ($p < 0.01$) were observed between the keratometries obtained with IOL Master 700 and Pentacam AXL.

Conclusion: IOL Master 700 and Pentacam AXL provide similar biometric measurements for axial length and anterior chamber depth in myopic patients with previous photoablative surgery, but keratometric measurements are different.

Key words: Biometric measurements; IOL Master 700; Pentacam AXL.

Recibido: 16/06/2020

Aceptado: 09/10/2020

Introducción

El procedimiento clínico de la biometría ocular no es más que la medida física de las distancias anatómicas del ojo del paciente, que incluye la longitud axial anteroposterior (LA), la queratometría (K), la profundidad de la cámara anterior (ACD, de sus siglas en inglés), cámara vítrea, grosor del cristalino, paquimetría corneal central y diámetro de iris visible.⁽¹⁾

Existen dos grandes técnicas biométricas basadas en fenómenos físicos diferentes y tienen sus ventajas e inconvenientes, así como indicaciones o aplicaciones. Estas técnicas son la biometría ultrasónica, la cual mide la LA desde el epitelio corneal hasta el epitelio pigmentario de la retina, y la biometría óptica, la cual la mide hasta la membrana limitante interna. Es importante conocer en profundidad las características de cada una, así como el rango, la precisión y las limitaciones de sus mediciones.⁽²⁾

El IOL Master de Zeiss, basado en la interferometría de coherencia parcial (PCI, de sus siglas en inglés), fue el primer biómetro disponible, y actualmente se considera el estándar de oro para la valoración preoperatoria en cirugía de catarata, ya que las medidas de la interferometría son más precisas, más rápidas, más reproducibles, menos dependientes del operador y más seguras que las medidas obtenidas mediante ultrasonidos, independientemente de la técnica de inmersión o aplanación.⁽³⁾

En el caso del IOL master 500, la K la obtiene mediante el análisis de la reflexión de 6 LED situado en una circunferencia de 2,40 mm de zona óptica central, y la ACD la mide desde el epitelio corneal hasta la cápsula anterior del cristalino mediante una hendidura lateral. Actualmente está disponible el IOL master 700,

que usa la tecnología de tomografía óptica de fuente de barrido (SS-OCT de sus siglas en inglés). Para medir la LA utiliza un láser de 1 055 nm como fuente de luz, lo que permite una mejor penetrabilidad en los tejidos con menor dispersión de luz intraocular. Obtiene seis cortes de tomografía de coherencia óptica (OCT) en los 360 grados, que proporcionan imágenes de polo anterior, y el área de la retina con la que el paciente realiza la fijación durante la prueba, lo que permite valorar si está fijando correctamente con la fovea o no, lo cual llevaría a mediciones erróneas. Mediante estas imágenes de polo anterior es capaz de proporcionar mediciones de la ACD desde el epitelio corneal, la paquimetría central, la ACD desde el endotelio corneal hasta la cápsula anterior del cristalino, el diámetro horizontal de la córnea y el grosor del cristalino.^(1,2,3)

El Pentacam AXL -que es una mejora sistemática a través del tiempo de la tecnología Pentacam-HR- además de la tomografía del segmento anterior -función original de su predecesor- ha integrado la medición de longitud axial, una característica que le permite hacer cálculos precisos del LIO. Este nuevo equipo realiza cálculos con las fórmulas *Ray Tracing*. Tiene incorporado el mapa de potencia refractiva total corneal (TRCP, de sus siglas en inglés), así como las lecturas queratométricas equivalentes (EKR de sus siglas en inglés, *Equivalent Keratometry Readings*). Estas prestaciones del pentacam lo hacen ideal en pacientes con cirugía refractiva corneal (CRC) previa.⁽⁴⁾

Tanto el IOL Master 500 como el Pentacam AXL usan la tecnología de PCI para medir la LA; sin embargo, el IOL Master 500 mide solo la curvatura corneal anterior para calcular el poder corneal y el IOL Master 700 tiene la habilidad de medir ambas curvaturas corneales (anterior y posterior) gracias al OCT integrado, y así ofrecer el poder queratométrico total.⁽⁵⁾ Considerando que el Pentacam AXL basado en sistema de Scheimpflug tiene la habilidad de medir tanto la curvatura corneal anterior como posterior, así como otras variables de poder corneal, esta investigación tuvo como objetivo comparar las mediciones biométricas realizadas con el IOL Master 700 y el Pentacam AXL en pacientes miopes con cirugía fotoablativa previa.

Métodos

Se realizó un estudio transversal en 103 ojos de 103 pacientes. Se seleccionó al azar un solo ojo en cada caso para evitar sesgos estadísticos, con el fin de comparar las mediciones biométricas posoperatorias realizadas con el IOL master 700 y el Pentacam AXL en pacientes miopes después de la cirugía fotoablativa, según los protocolos establecidos,⁽⁶⁾ que fueron atendidos en la consulta de un cirujano en el período de enero 2019 a enero 2020, en el Servicio de Cirugía Refractiva del Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”.

Las variables estudiadas fueron: edad, sexo, equivalente esférico y características biométricas [LA, ACD, queratometría más curva (K1), más plana (K2) y media (Km)], así como su relación, aportadas automáticamente por el IOL master 700 y el Pentacam AXL para evitar los factores dependientes del operador tres meses después de la cirugía. En el Pentacam AXL se tomaron las K medidas dentro de los 3,00 mm centrales, que se corresponden con las de la zona óptica, así como la potencia refractiva total corneal (TRCP)⁽⁷⁾ a los 4 mm, que considera las condiciones reales ópticas de la córnea, y las lecturas queratométricas equivalentes (EKR) del módulo *Holladay Report* a los 3,00; 4,00 y 4,50 mm, que son las efectivas después de la CRC fotoablativa.^(8,9)

El análisis estadístico se realizó con la prueba t de student para datos pareados, utilizando una significación del 95 %. Una diferencia con un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

El estudio cumplió con lo establecido en el Sistema Nacional de Salud y previsto en la Ley No. 41 de Salud Pública, en correspondencia con la Declaración de Helsinki.⁽¹⁰⁾ Además, contó con la aprobación de los comités de ética y científico de la institución del autor.

Resultados

Se estudiaron un total de 103 ojos de 103 pacientes miopes corregidos con CRC fotoablativa (100 % LASEK); de ellos, 53 ojos derechos (OD) y 50 ojos izquierdos (OI), ya que se seleccionó al azar para el estudio un solo ojo de cada paciente. La edad promedio fue de $25,72 \pm 4,26$ años (rango de 21 a 40); el equivalente esférico medio de $-0,06 \pm 0,34$ dioptrías (rango de -1,75 a 0,50) y el tiempo entre la CRC y los exámenes del estudio $6,32 \pm 3,56$ meses (rango de 3 a 12) (Tabla 1).

Tabla 1 - Edad, error refractivo medio posoperatorio y tiempo entre la cirugía refractiva y los exámenes del presente estudio

Variable	Media \pm DS	Mínimo - máximo
Edad (años)	$25,72 \pm 4,26$	21 /40
EE (D)	$-0,06 \pm 0,34$	-1,75 / 0,50
Tiempo entre la cirugía refractiva y los exámenes del estudio (meses)	$6,32 \pm 3,56$	3 / 12

DS = desviación estándar; EE = equivalente esférico, D = dioptrías.

Fuente: Historias clínicas.

En la tabla 2 se muestran la media, la desviación estándar y el rango dado por el valor mínimo y máximo de los diferentes parámetros biométricos (LA, ACD, K1, K2, Km), obtenidos con el IOL Master 700 y el Pentacam AXL.

Tabla 2 - Parámetros biométricos aportados por el IOL Master 700 y el Pentacam AXL

Variables	IOL Master 700		Pentacam AXL	
	Media ± DS	Mínimo - máximo	Media ± DS	Mínimo - máximo
LA (mm)	24,25 ± 1,01	22,05 / 26,89	24,26 ± 0,90	22,39 / 26,85
ACD (mm)	3,18 ± 0,25	2,34 / 3,83	3,19 ± 0,25	2,46 / 3,77
K1 (D)	42,09 ± 1,65	38,25 / 46,75	41,20 ± 1,62	37,40 / 45,50
K2 (D)	41,47 ± 1,68	38,00 / 45,75	42,03 ± 1,62	38,00 / 47,00
Km (D)	41,77 ± 1,63	38,13 / 46,13	41,61 ± 1,61	37,70 / 46,10

DS = desviación estándar, LA = longitud axial, mm = milímetro, ACD = profundidad de la cámara anterior, K1 = queratometría más curva, K2 = queratometría más plana, Km = queratometría media, D = dioptrías.

Fuente: Historias clínicas.

La media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo de las diferencias entre los parámetros biométricos (LA, ACD, K1, K2, Km), obtenidos con el IOL Master 700 y el Pentacam AXL se muestran en la tabla 3, donde se observa que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los valores de LA ($p = 0,63$) y ACD ($p = 0,25$) obtenidos con el IOL Master 700, en comparación con el Pentacam AXL (p asociada a prueba t de datos pareados), lo cual contrasta con las diferencias significativas encontradas en la K1 ($< 0,01$), K2 ($< 0,01$) y Km ($0,02$). De igual manera, se recogen en la tabla 4 las diferencias significativas ($< 0,01$) con los distintos poderes (EKRs y TRCP) aportados por los mapas del Pentacam AXL.

Tabla 3 - Diferencias entre los parámetros biométricos aportados por el IOL Master 700 y el Pentacam AXL

Variables	Media \pm DS	Diferencia entre IOL Master 700 y Pentacam-AXL	
		Mínimo - máximo	<i>p</i> *
LA (mm)	-0,01 \pm 0,31	- 0,86 / 1,68	0,63
ACD (mm)	0,01 \pm 0,08	- 0,15 / 0,39	0,25
K1 (D)	0,90 \pm 0,84	- 0,62 / 5,95	< 0,01
K2 (D)	-0,56 \pm 0,87	- 2,20 / 5,30	< 0,01
Km (D)	0,17 \pm 0,70	- 0,87 / 5,63	0,02

DS = desviación estándar, LA = longitud axial, mm = milímetro, ACD = profundidad de la cámara anterior, K1= queratometría más curva, K2 = queratometría más plana, Km = queratometría media, D = dioptrías,

P: asociada a prueba t de datos pareados.

Fuente: Historias clínicas.

Tabla 4 - Diferencias entre el poder corneal obtenido por el Pentacam AXL y el IOL Master 700

Poder corneal (D)	Media \pm DS	Diferencia \pm DS	<i>p</i> *
Km IOL Master	41,77 \pm 1,63	-	-
EKR a 3 mm	41,18 \pm 1,77	0,59 \pm 0,85	< 0,01
EKR a 4 mm	41,19 \pm 1,73	0,58 \pm 0,81	< 0,01
EKR a 4,5 mm	41,18 \pm 1,71	0,59 \pm 0,80	< 0,01
TRCP a 4 mm	41,22 \pm 1,73	0,55 \pm 0,81	< 0,01

D = dioptrías, DS = desviación estándar, EKR = lecturas queratométricas efectivas.

P: asociada a prueba t de datos pareados.

Fuente: Historias clínicas.

Discusión

Con el envejecimiento poblacional son cada día más frecuentes los pacientes con catarata que han sido sometidos previamente a la cirugía refractiva. El cálculo de la lente intraocular en estos pacientes es mucho más complejo de lo normal por las variaciones corneales sufridas con la cirugía, además de que estos sujetos tienen en general expectativas y exigencias mayores respecto a los resultados refractivos.⁽¹¹⁾

El advenimiento de nuevas tecnologías en el diseño de lentes intraoculares y técnicas quirúrgicas ha aumentado la expectativa de los pacientes para obtener una visión posoperatoria sin necesidad de una corrección refractiva. Por tanto, el cálculo adecuado del poder de la LIO tiene un papel fundamental y este depende de la exactitud de los datos biométricos.⁽¹²⁾ La repetitividad y la exactitud del IOL Master y del Pentacam AXL se ha descrito en la literatura.^(13,14)

En el presente trabajo no se encontraron diferencias estadísticas significativas al comparar los parámetros de la LA y la ACD con ambos equipos; sin embargo, al revisar la literatura publicada, *Sel* y otros⁽¹⁵⁾ concluyeron en el año 2017 que la LA y la ACD medidas por el IOL Master 700 y el Pentacam pueden ser intercambiables, ya que aunque hay diferencias estadísticas significativas, no las hay clínicamente. En una comparación entre los valores aportados por el IOL Master 500, el IOL Master 700 y el Pentacam AXL, tanto *Shajari* y otros⁽¹⁶⁾ en el año 2017, como *Wang* y otros⁽¹⁷⁾ en el 2019, no encontraron diferencias estadísticas significativas en la LA y la ACD. Por el contrario, en el 2020 *Haddad* y otros⁽⁵⁾ no encontraron diferencia significativa en la LA, pero sí en la ACD al comparar el IOL Master 500 y el Pentacam AXL, y concluyeron que como ambos dispositivos usan PCI para medir la LA, no es sorprendente que los cálculos de esta sean similares, así como las diferencias en la ACD podrían tener implicaciones en el cálculo de la LIO, lo que puede significar que estos dos equipos no sean intercambiables.

En cuanto a las queratometrías, hay diferencias entre las publicaciones. *Dehnavi* y otros⁽¹⁸⁾ concluyen que existe correlación entre las medidas del poder corneal del Pentacam y las del IOL Master en 76 pacientes miopes, candidatos a cirugía refractiva láser de superficie. Tanto *Shajari* y otros⁽¹⁶⁾ en el 2017 como *Wang* y otros⁽¹⁷⁾ en el 2019, no encontraron diferencias estadísticas significativas en las queratometrías en una comparación entre los valores aportados por el IOL Master 500, el IOL Master 700 y el Pentacam AXL.

En cambio, en un estudio realizado por *Dong* y otros⁽¹⁹⁾ en el año 2015 se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la K. De igual

manera, *Sel* y otros⁽¹⁵⁾ encontraron en el 2017 que la Km es estadística y clínicamente diferente medidas por el IOL Master 700 y el Pentacam. *Haddad* y otros,⁽⁵⁾ en el 2020, no encontraron diferencias significativas en la K más plana, aunque sí en la K más curva y en la Km. Como ambos dispositivos usan tecnologías diferentes para medir la curvatura corneal, pueden justificarse los diferentes valores de K. Esto podría tener implicaciones en el cálculo de la LIO y puede significar que estos dos equipos no sean intercambiables. En la actual investigación hubo diferencias significativas tanto en el meridiano más curvo, como en el más plano y en la media.

Es cada vez más frecuente programar para cirugía de cataratas a pacientes a los que previamente se les ha efectuado cirugía refractiva, dado que cambia la arquitectura de la córnea central, por lo que los métodos convencionales de medición sobrestiman el poder corneal. La literatura actual sugiere que esta sobrestimación es de 14-25 % después de la cirugía refractiva. El cálculo inexacto de la potencia dióptrica de la LIO a implantar en la intervención de estos es un problema de importancia creciente y con él la sorpresa refractiva.⁽¹¹⁾

El proceso de cálculo de la potencia de la LIO debe modificarse cuando se practica en un ojo con CRC previa, ya que existen dos fuentes de error: la incorrecta predicción de la posición efectiva de la lente (ELP) por parte de la fórmula y la determinación errónea de la potencia de la córnea por parte de la queratometría. La corrección de estos dos factores permitirá realizar un cálculo correcto en estos ojos. La mayoría de las fórmulas para el cálculo de la LIO se basa en la posición de la lente con respecto a la córnea; es decir, en la ELP, para aumentar su exactitud.⁽¹¹⁾

La potencia dióptrica total de la córnea es la suma del poder de la cara anterior (lente convexa) y de la posterior (lente cóncava). Tras la cirugía fotoablativa se produce un cambio en la curvatura de la superficie anterior (se aplanan en el caso de la cirugía por miopía y se curva tras la cirugía por hipermetropía), mientras que no cambia la curvatura corneal posterior (o en todo caso el cambio es mínimo). Esta alteración de la relación en la que se basa el valor del índice

queratométrico estándar (1,3375) conduce a una sobrestimación de la potencia corneal total por parte del queratómetro. Otros factores responsables de este error son: mayor asfericidad central en la córnea, cambio en el índice de refracción del estroma corneal y medición más periférica, ya que las miras se proyectan más periféricas en una córnea aplanada.

La queratometría tradicional y la queratometría simulada por la topografía corneal estima la potencia corneal y mide los 3,2 mm centrales de la superficie anterior. Para una córnea normal prolata esta asunción es adecuada; pero tras la cirugía refractiva la relación se altera.⁽¹¹⁾ Los instrumentos que miden tanto la superficie anterior como la posterior, como el Pentacam, pueden disminuir este error en la determinación de la potencia corneal total y -aunque el IOL Master 700 tiene en cuenta tanto la cara anterior como posterior de la córnea- la diferencia de algoritmo para su obtención entre ambos equipos puede justificar la diferencia entre sus mediciones.

El Pentacam ofrece las lecturas queratométricas equivalentes, valores que se obtienen en el módulo bautizado por Dr. *Jack Holladay* como *Holladay Report*, diseñado para tener en cuenta el efecto refractivo (Ley de *Snell* de la refracción) y el efecto de la superficie posterior de la córnea.^(8,9) Con este mapa, el error del índice 1,3375 crea en un mapa sagital que se añade a este y compensa las cargas, lo cual puede asemejarlo con el resultado del mapa de potencia refractiva total corneal. La TRCP facilita al novedoso Pentacam AXL los datos totales de la córnea, en una zona de estudio de 4 mm (zona efectiva pupilar), teniendo en cuenta los índices refractivos reales aire = 1, córnea = 1,376 y medio acuoso = 1,336 y el poder dióptrico total “real” de la córnea, ya que considera condiciones reales ópticas de la córnea, tomando en cuenta la cara anterior y posterior con sus correctos índices refractivos, además de la paquimetría y las aberraciones corneales centrales y periféricas. Tanto las EKR como la TRCP hacen al Pentacam ideal en pacientes con CRC previa.^(7,20)

En este trabajo hubo diferencias significativas tanto de las EKR a 3,0 mm, 4,0 mm y 4,5 mm como la TRCP a 4 mm aportadas por el Pentacam AXL con la Km

del IOL Master 770, lo que coincide con trabajos anteriores como el de *Karunaratne*,⁽²⁰⁾ quien comparó las EKR del Pentacam con la Km del IOL Master. *Shajari* y otros⁽⁷⁾ comparan en 93 ojos de 93 pacientes la queratometría total del IOL Master 700 con la K simulada, la TCRP y el *true net power* (TNP) del Pentacam AXL, y concluyen que la queratometría total del IOL 700 no es intercambiable con la TCRP, aunque esta última es una medida introducida recientemente, por lo que se hacen necesarios más estudios sobre esta, sobre todo por su valor en el cálculo de LIO tóricos.

Calculadoras avanzadas de LIO, incluyendo para después de CRC, se integran y permiten el cálculo en tiempo real. Las medidas de K totales -no solo los poderes de superficie anterior y posterior, sino también la contribución meridional relativa- también es algo nuevo y puede ayudar en la evaluación de astigmatismo de la córnea posterior. Como fue descrito por *Koch*,⁽²¹⁾ la magnitud de astigmatismo de la córnea posterior es aproximadamente 0,30, lo cual es importante en pacientes con astigmatismo para el cálculo del lentes tórico, ya que los estudios han mostrado que ignorar el astigmatismo posterior pueden llevar al cálculo erróneo del poder corneal.⁽⁵⁾

Una limitación que tiene el presente estudio es que solo se incluyeron pacientes con miopía corregidos con cirugía fotoablativa. Es importante señalar la necesidad de incorporar el estudio de otros parámetros que ambos equipos aportan, como la distancia blanco-blanco y el grosor corneal (este último se modifica con la CRC fotoablativa), variables que pueden ser importantes para las nuevas fórmulas⁽²²⁾ y útiles en el futuro del cálculo del poder de la LIO. La distancia blanco-blanco también es esencial en el cálculo de algunos lentes fásicos.^(23,24,25)

Con este trabajo se puede concluir que en pacientes miopes con cirugía fotoablativa previa, el IOL Master 700 y el Pentacam AXL proveen mediciones biométricas similares como la LA y ACD, no así con la queratometría, la cual es diferente.

Referencias bibliográficas

1. Calvo Sanz JA. Método de cálculo de potencia de lentes intraoculares con manejo del astigmatismo corneal: validación del método bicilíndrico [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad de Ciencias Médicas; 2018 [acceso: 11/05/2020]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/55796/1/T41170.pdf>
2. Wegener A, Laser-Junga H. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. *J Cat Refract Surg.* 2016;42(1):50-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2015.07.042>
3. Akman A, Asena L, Güngör SG. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(9):1201-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307779>
4. Pereira JMM, Neves A, Alfaiate P, Santos M, Aragao H, Sousa JC. Lenstar (R) LS 900 vs. Pentacam (R) AXL: comparative study of ocular biometric measurements and intraocular lens power calculation. *Eur J Ophthalmol.* 2018;28(6):645-51. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1120672118771844>. Epub 2018 May 22
5. Haddad JS. Comparison of Biometry Measurements Using Standard Partial Coherence Interferometry versus New Scheimpflug Tomography with Integrated Axial Length Capability. *J Clin Ophthalmol.* 2020;14:353-8. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S238112>
6. Cárdenas T, Machado E, Guerra M. Cirugía refractiva corneal. En: Ríos M, Fernández L, Hernández JR, Ramos M. *Oftalmología. Diagnóstico y tratamiento.* La Habana: Ciencias Médicas; 2018. p. 89- 93.
7. Shajari M, Sonntag R, Ramsauer M, et al . Evaluation of total corneal power measurements with a new optical biometer. *J Cat Refract Surg.* 2020;46(5):675-81. DOI: <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.000000000000136>
8. Cárdenas T. Poder corneal poscirugía fotoablativa para el cálculo del lente intraocular. [Tesis Doctoral]. La Habana: Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer”; 2015.
9. Cárdenas T, Guerra M, Pérez EC, Cuan Y, Hernández I. Cirugía refractiva láser previa y cálculo del lente intraocular en miopes. *Rev Cubana Oftalmol.* 2017 [acceso: 11/05/2020];30(2). Disponible en: http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/538/html_279

10. Di Ruggiero M. Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. *Rev Col Bioét.* 2011;6(1):125-44.
11. Cárdenas T, Guerra M, Hernández I, Cruz D, Montero E, Hernández R. Principios para el cálculo de la lente intraocular tras cirugía refractiva corneal. *Rev Cubana Oftalmol.* 2016 [acceso: 11/05/2020];29(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762016000100010
12. Ventura BV, Ventura MC, Wang L, Koch DD, Weikert MP. Comparison of biometry and intraocular lens power calculation performed by a new optical biometry device and a reference biometer. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43(1):74-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.11.033>
13. Kunert KS, Peter M, Blum M, Haigis W, Sekundo W, Schütze J, Bühren T. 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.* 2016;42(1):76-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2015.07.039>
14. Kurian M, Negalur N, Das S, Puttaiah NK, Haria D, Thakkar MM. Biometry with a new swept-source optical coherence tomography biometer: Repeatability and agreement with an optical low-coherence reflectometry device. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(4):577-81.
15. Sel S, Stange J, Kaiser D, Kiraly L. Repeatability and agreement of Scheimpflug-based and swept-source optical biometry measurements. *Cont Lens Ant Eye.* 2017;40(5):318-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clae.2017.03.007>
16. Shajari M, Cremonese C, Petermann K, Singh P, Muller M, Kohnen T. Comparison of axial length, corneal curvature and anterior chamber depth measurements of 2 recently introduced devices to a known biometer. *Am J Ophthalmol.* 2017;178:58-64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2017.02.027>
17. Wang ZY, et al. Comparison of biometry with the Pentacam AXL, IOL Master 700 and IOL Master 500 in cataract patients. *Chin J Ophthalmol.* 2019;55(7):515-21. DOI: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2019.07.007>

18. Dehnavi Z, et al. Comparison of the Corneal Power Measurements with the TMS4-Topographer, Pentacam HR, IOL Master and Javal Keratometer. Middle East Afr J Ophthalmol. 2015;22(2):233-7. DOI: <https://doi.org/10.4103/0974-9233.151884>
19. Dong J, Tang M, Zhang Y, et al. Comparison of anterior segment biometric measurements between Pentacam HR and IOL Master in normal and high myopic eyes. PLoS ONE. 2015;10(11):e0143110. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143110>
20. Karunaratne N, et al. Comparison of the Pentacam equivalent keratometry reading and IOL Master keratometry measurement in intraocular power calculations. Clin Exp Ophthalmol. 2013;41(9):825-34. DOI: <https://doi.org/10.1111/ceo.12124>
21. Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38(12):2080-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2012.08.036>
22. Saucedo-Urdapilleta R, et al. Estudio comparativo entre los biómetros ópticos IOL Master 500 versus IOL Master 700 en pacientes con catarata y análisis de repetibilidad. *Rev Mex Oftalmol*. 2019;93(3):130-6.
23. Cárdenas T, Monteagudo K, Guerra M, Cruz D, Mariño O. Lentes fáquicas para la corrección de ametropías. Antecedentes y actualidad. *Rev Cubana Oftalmol*. 2019 [acceso: 11/05/2020];31(2). Disponible en: <http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/609>
24. Cárdenas T, et al. Resultados visuales en la corrección de la alta miopía con implante de lente fáquica ACR-128. *Rev Cubana Oftalmol*. 2019 [acceso: 11/05/2020];32(2):e611. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762019000200003&lng=es
25. Cárdenas T, et al. Efecto de la lente fáquica ACR-128 sobre la tensión ocular y el endotelio corneal en las altas miopías. *Rev Cubana Oftalmol*. 2019 [acceso: 11/05/2020];32(2): e612. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762019000200005&lng=es

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Taimi Cárdenas Díaz: Conceptualización, análisis formal, investigación, supervisión, redacción, revisión y edición.

Yoriel Cuan Aguilar: Curación de datos, metodología.

Mabel Noda Blanco: Administración del proyecto.

Zonya Camps Bonne: Validación, redacción, revisión y edición.

Iris Teresa Ocaña Bobadilla: Conceptualización, curación de datos, administración del proyecto, validación, redacción borrador original.