

TRABAJO FIN DE GRADO

**VARIABILIDAD INTERSESIÓN DE LA
MEDIDA MEDIANTE
INTERFEROMETRÍA DE LA
PROFUNDIDAD DE CÁMARA
ANTERIOR**

Autor:

DIEGO BLÁZQUEZ ROVIRA

Tutor:

DR. MIGUEL J. MALDONADO LÓPEZ



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

GRADO EN MEDICINA

Departamento de Cirugía, Oftalmología, Otorrinolaringología y Fisioterapia

ÍNDICE

Listado de abreviaturas	2
Resumen	3
Introducción	5
Material y métodos	8
Resultados	11
Discusión	14
Conclusiones	17
Bibliografía	18

LISTADO DE ABREVIATURAS

ICP	Interferometría de coherencia parcial
K	Queratometría
LA.....	Longitud axial
LIO	Lente intraocular
LoA	Límite de concordancia (“Limit-of-agreement”)
OD	Ojo derecho
OI	Ojo izquierdo
PCA	Profundidad de cámara anterior
PEL	Posición efectiva de la lente
WTW	Blanco-blanco (“White-to-white”)

RESUMEN

Propósito: se pretende evaluar la variabilidad intersesión de la medida de profundidad de cámara anterior mediante un dispositivo basado en la interferometría por coherencia óptica y cuya medida en el ámbito de la oftalmología se requiere en procedimientos tales como el cálculo del poder refractivo de las lentes intraoculares, ya sean en ojos fágicos o pseudofágicos o, predecir la posición efectiva de la lente.

Métodos: se realizó un estudio retrospectivo en el que se incluyeron 50 pacientes en los que se hubiesen realizado dos medidas de biometría ocular por interferometría diferidas en un periodo máximo de 3 meses, siguiendo la declaración de Helsinki y siendo autorizado por los comités éticos de investigación. Se tomaron las medidas de PCA y la LA en dos tiempos previamente obtenidas mediante el IOLMaster 500, se analizaron estadísticamente los datos con IBM SPSS Statistics 23 y los resultados se representaron gráficamente con la metodología de Bland y Altman.

Resultados: la media de las diferencias de PCA fue $0,00196 \text{ mm} \pm 0,072 \text{ DS}$ ($p = 0,065$). Puesto que en nuestra muestra se obtuvieron dos valores “extremos atípicos” (4% de la muestra) que no permitían realizar el análisis por Bland y Altman (por no cumplir con el criterio de normalidad requerido), se procedió a realizar el análisis estadístico prescindiendo de esos dos valores, que entonces sí mostró una distribución paramétrica. Los límites de concordancia obtenidos de $0,157$ a $-0,118$ mm fueron calculados con un intervalo de confianza del 95%. No se encontró correlación entre la diferencia de PCA y la media de la LA ($R = -0,80$; $p = 0,590$), ni tampoco entre la variabilidad de la PCA y el defecto refractivo ($R = -0,017$; $p = 0,908$).

Conclusiones: las medidas de PCA son altamente reproducibles y dan lugar a resultados fiables, independientemente de la longitud axial o el defecto refractivo del ojo, excepto en casos aislados en los que se producen variaciones extremas, cuya frecuencia no supera el 5%. Futuros estudios

deben analizar los factores de riesgo que se asocian a unas medidas tan anómalamente discrepantes en diferentes sesiones para poder asegurar la fiabilidad de las mismas antes de llevar a cabo cualquier cálculo del poder dióptrico de la lente intraocular a implantar.

1. INTRODUCCIÓN

La cirugía de cataratas es el procedimiento quirúrgico más común en el mundo. En España más de 400.000 personas se operan de cataratas cada año,¹ por tanto un procedimiento tan común debería ser efectivo, y los resultados predecibles. La importancia de una medición precisa de las dimensiones oculares ha aumentado en los últimos años con el desarrollo de la tecnología de lentes intraoculares y la cirugía refractiva con lentes fáquicas.

A día de hoy la cirugía de cataratas con implantación de LIOs es un procedimiento exitoso, mínimamente invasivo y la rehabilitación es rápida y el riesgo de complicaciones bajo. Un parámetro de calidad importante es poder optimizar la predicción de biometría y minimizar los errores de refracción postoperatorios ya que existen muchas causas de sorpresas refractivas postoperatorias, pudiendo ser debidos a un error en las mediciones de la longitud axial, la queratometría, o la profundidad de cámara anterior y/o el uso de la fórmula de cálculo de potencia de la LIO incorrecta. Algunos autores han afirmado que el 54% de todas las sorpresas en el cálculo de la potencia de la LIO son el resultado de mediciones erróneas de la longitud axial.²

Es crucial para el resultado refractivo estimar con precisión el poder de la lente intraocular que va a ser implantada así como para los exámenes preoperatorios de cirugía refractiva con lentes fáquicas. Esta precisión depende de las medidas biométricas obtenidas preoperatoriamente en el ojo y de la fórmula de cálculo del poder de la LIO.³ En las fórmulas teóricas más antiguas sólo se medían la longitud axial y la queratometría, y la profundidad de la cámara anterior se estimaba a partir de la curvatura corneal.⁴ Las fórmulas más nuevas implican una medida de la profundidad de cámara anterior preoperatoria que se utiliza para predecir la posición postoperatoria efectiva de la lente e indirectamente la refracción postoperatoria.⁵ En la fórmula de Haigis, una fórmula de cálculo de potencia de LIO comúnmente utilizada en la actualidad, se emplean las medidas de la LA, la queratometría y la PCA preoperatorias.⁶ Debido al desarrollo de nuevas fórmulas, la exactitud de los métodos de medición de PCA se ha convertido en foco de interés en los últimos años.

El método generalmente establecido para determinar distancias oculares hasta hace unos años era la biometría A-scan ultrasónica, existiendo dos tipos, de aplanación y de inmersión. El método de aplanación producía excesiva presión corneal lo que suponía obtener medidas de PCA más reducida o errores por no alinear correctamente perpendicular la sonda de ultrasonidos. El mayor inconveniente de la medición A-scan es que el contacto entre la sonda ultrasónica y el ojo requiere el uso de anestesia local y conlleva el riesgo de abrasión epitelial corneal e infección.¹⁵ Recientemente, los métodos de biometría óptica no invasiva basado en el principio de interferometría de coherencia parcial han sido desarrollados. La ventaja de la ICP es que este método sin contacto no requiere anestesia local ni representa un riesgo de infección.⁷ Con la ICP se mide la PCA con una técnica de corte de imagen, y el software analiza la imagen y la calcula como la distancia desde el epitelio corneal hasta la cápsula del cristalino.

El IOLMaster es el primer instrumento comercialmente disponible que utiliza biometría óptica basada en el principio de ICP. Se introdujo en Alemania en septiembre de 1999 y fue aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU (FDA) en marzo del año siguiente.⁸ Desde su introducción se ha convertido en una herramienta importante en la planificación de las cirugías debido a sus mediciones biométricas precisas y predecibles.^{7,8} Estudios previos han demostrado que ICP proporciona mediciones similares con respecto a A-scan,^{9,10} aunque con pequeñas diferencias en queratometría, profundidad de cámara anterior y valores de longitud axial, lo que requiere una optimización constante para cada dispositivo al calcular el poder de la LIO mediante fórmulas teóricas.

1.1 Justificación

La medida de la profundidad de cámara anterior ofrece información válida en diferentes ámbitos de la oftalmología. Su medida exacta es determinante en las nuevas fórmulas teóricas biométricas para calcular el poder de la LIO en ojos que se van a intervenir de catarata y van a quedar pseudofáquicos,^{5,11} y también la implantación de lentes en ojos fáquicos requiere de la medida de PCA para planificación de la posición efectiva de la

lente en la cirugía. En las de tipo Artisan/Artiflex es requerimiento mínimo y en las ICL es requerimiento mínimo y además se emplea en la elaboración de nomogramas de tamaño de la lente. La medición de la PCA se emplea también en el despistaje de factores de riesgo para glaucoma y, adicionalmente se cree que es importante para aproximar la determinación del diámetro de la zona óptica de ablación tanto para cirugía refractiva como para análisis de los cambios en PCA postoperatorios.¹²

1.2 Hipótesis

Las medidas de la profundidad de cámara anterior que se adquieren mediante interferometría por coherencia parcial son suficientemente reproducibles entre dos sesiones y éstas, a su vez, no registran mayor variabilidad en ojos miopes que en el resto de población (hipermétropes y emétropes).

1.3 Objetivos

- Principal: conocer la variabilidad intersesión de las medidas obtenidas de profundidad de cámara anterior en ojos fáquicos. Con este estudio se pretende conocer si existe variabilidad de las medidas de PCA en distintas sesiones en un periodo de tiempo en el que se supone que no hay variación en el crecimiento del ojo adulto.

- Secundario: responder a la pregunta de si esa variabilidad intersesión es diferente en los ojos miopes y en el resto de la población (miopes bajos, emétropes e hipermetropes), atendiendo a un criterio biométrico o puramente refractivo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo en el que criterio de inclusión fue que en un periodo máximo de 3 meses tuvieran dos medidas de biometría ocular por interferometría en el que se hubieran obtenido medidas de LA y PCA para comprobar reproducibilidad intersesión de la medida de profundidad de cámara anterior mediante interferometría de coherencia parcial.

La búsqueda se llevó a cabo en pacientes pertenecientes al Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA) de Valladolid. Fueron integrados en este estudio realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y además de que éste fuera aprobado por los comités éticos de investigación clínica (CEIC) de las áreas clínicas de Valladolid y la comisión de investigación del IOBA.

Las mediciones oculares se realizaron con el IOLMaster 500, que se basa en biometría óptica por interferometría de coherencia parcial, en el que un diodo láser con luz infrarroja de 780 nm mide la longitud axial desde el epitelio corneal hasta el epitelio pigmentario de la retina. Informa de la calidad de la adquisición mediante la razón señal/ruido ("signa-to-noise-ratio", -SNR-) el cual debe ser mayor de 2.0 para que la medida sea fiable y se aconsejan 5 medidas consecutivas para que el aparato ofrezca la media, y permite además, medir la queratometría y la PCA, para las cuales no emplea el principio de ICP sino que se realiza por análisis de imagen. En cuanto a la queratometría, se ilumina la córnea con 6 puntos de forma hexagonal y se mide la distancia entre la reflexión de los puntos. Para la medida de PCA se realizan secciones ópticas, mediante un haz de iluminación lateral a un ángulo de 30° con respecto al eje óptico, desde la derecha para el ojo derecho (OD) y desde la izquierda para ojo izquierdo (OI), y se estima como la diferencia entre las reflexiones corneal y cristalina, o lo que es lo mismo, la medida desde el epitelio corneal hasta la superficie anterior de las lentes, teniendo en cuenta que la PCA estándar anatómica es PCA más el espesor corneal central (ver imágenes 1 y 2).

Durante la prueba el paciente fija los ojos en una luz amarilla en el interior del dispositivo y la medición se realiza a lo largo del eje visual. El instrumento

mide la LA, K y PCA sucesivamente en una sesión, siendo el tiempo total de examen del paciente incluido el cálculo de LIO de aproximadamente 5 segundos.

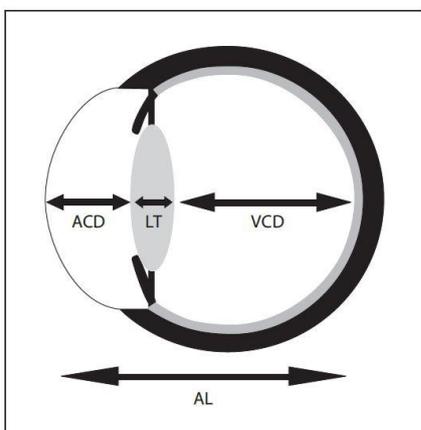


Imagen 1. Ilustración de los compartimentos del ojo.²⁰ ACD = profundidad de cámara anterior. LT = grosor de la lente. VCD = profundidad de cámara vítrea. AL = longitud axial.

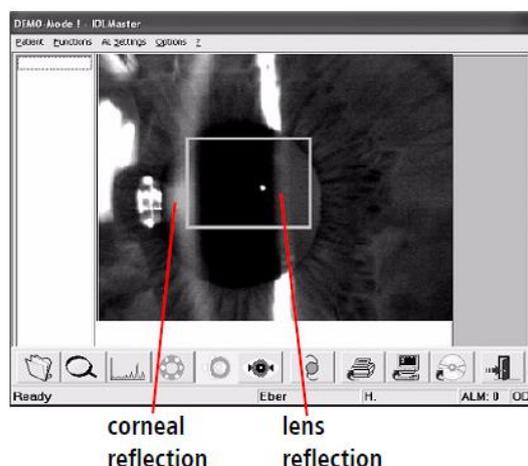


Imagen 2: medición de la profundidad de cámara anterior con IOLMaster. (Manual de usuario de IOLMaster 500)

En lo referente a la muestra de pacientes, se realizaron dos mediciones de PCA y LA con una diferencia de tiempo no mayor a tres meses con el mismo observador, además, se obtuvo el defecto de refracción. Este periodo de tiempo estaba sujeto a la disponibilidad del paciente y a que las citas de control no se dan habitualmente en periodos inferiores a los tres meses.

Para la recogida de datos se elaboró una plantilla en la se anotaron los datos de cada paciente tratado con total confidencialidad, en la que el paciente era identificado con el N° de historia y con la ID que consistía en la siglas constituidas por la primera letra del nombre y apellidos.

Se examinaron las historias clínicas y se anotaron los siguientes datos demográficos: fecha de nacimiento, sexo y defecto de refracción. Los datos del IOLMaster que se anotaron fueron LA, K1-K2, PCA y WTW en OD y OI en la primera y segunda sesión.

Posteriormente estos datos fueron volcados a un documento de Excel y se analizaron estadísticamente con IBM SPSS Statistics 23. Los valores de profundidad de cámara anterior obtenidos por ICP fueron comparados. En primer lugar, se realizó una exploración preliminar de los datos para analizar la si se trataba de una distribución normal. Para poder realizar el método de Bland y Altman requerimos que la distribución de las diferencias sea al menos

aproximadamente normal y que no exista relación entre las diferencias y las medias. Se realizó una prueba t de Student para muestras pareadas con las medidas obtenidas los días 1 y 2. Para comparar la reproducibilidad de esas medidas, se realizó un análisis de límites de concordancia (“Limits of agreement, -LoAs-“) de Bland y Altman que fueron calculados con un intervalo de confianza del 95%. Se representó en un diagrama la diferencia de medidas frente al promedio de las medidas de PCA. Se calculó el % de diferencia obtenida en las sesiones 1 y 2 frente al promedio de las medidas de PCA y se representó gráficamente, y finalmente se analizó la variabilidad de PCA en relación con la longitud axial y el defecto de refracción del ojo.

3. RESULTADOS

Se obtuvieron 50 pacientes, 17 varones y 33 mujeres con una media de edad de 34 años (rango 17 a 67). Al realizar una exploración de la distribución de las diferencias de PCA en las dos sesiones (ver gráficos 1 y 2) no se obtiene una distribución gaussiana (Saphiro-Wilk $p = 0,01$) pero sí se distribuye de forma normal eliminando los dos valores atípicos (“outliers”) que se nos presentan y, se representa mediante un histograma en el gráfico 3 y un test de Saphiro-Wilk ($p = 0,858$) en el gráfico 4.

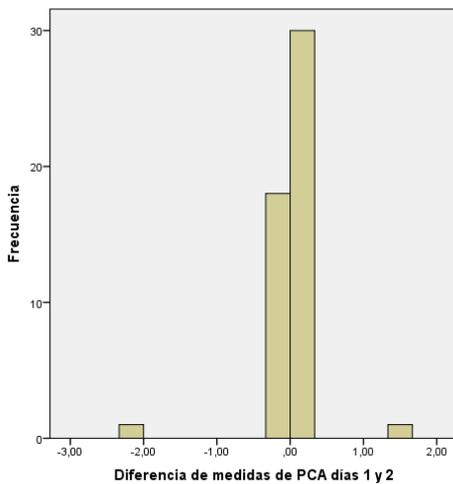


Gráfico 1. Histograma para verificar la normalidad de distribución de las diferencias de los valores de PCA de nuestra muestra completa. N = 50; Media = 0,00 mm; DS = 0,381

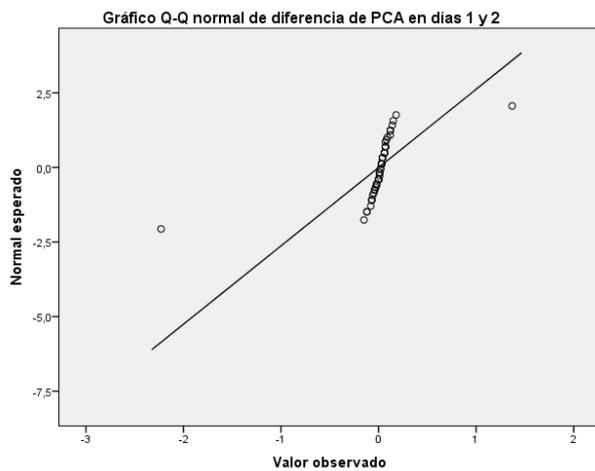


Gráfico 2. Verificación de distribución de normalidad de las diferencias de los valores de PCA de nuestra muestra mediante test de Saphiro-Wilk ($p = 0.01$).

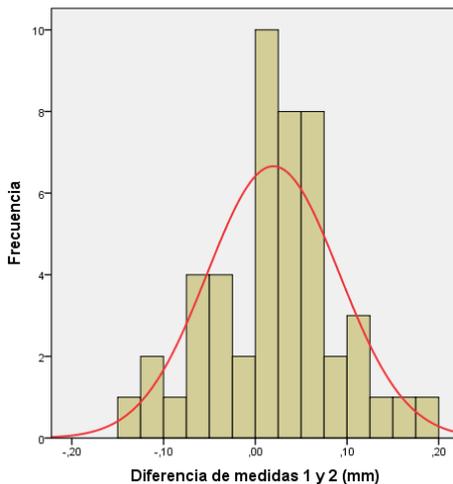


Gráfico 3. Histograma para verificar la normalidad de distribución de las diferencias de los valores de PCA de nuestra muestra sin valores atípicos extremos. N = 48; Media = 0,02 mm; DS = 0,078

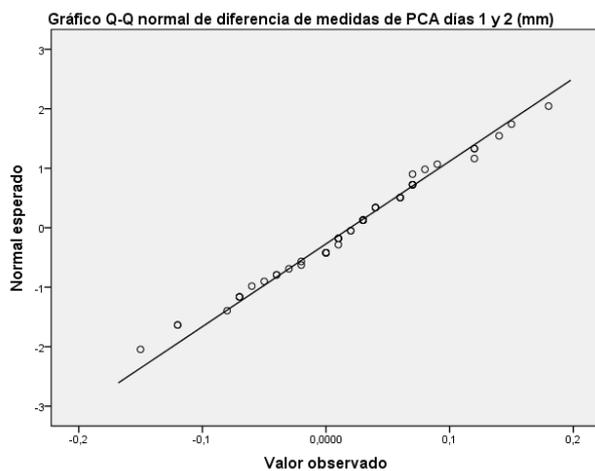


Gráfico 4. Verificación de distribución de normalidad de las diferencias de los valores de PCA de nuestra muestra mediante test de Saphiro-Wilk ($p = 0.858$).

Se obtuvo $R= 0.208$ y un p-valor de 0.157 ($p > 0.05$) que se representa en el gráfico 5 y esto puede interpretarse como que no existe una correlación lineal entre las mediciones de PCA en los días 1 y 2 (segundo criterio necesario para poder realizar análisis según Bland y Altman).

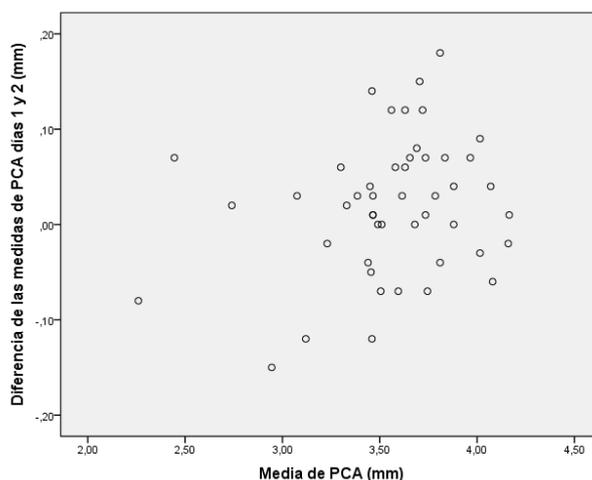


Gráfico 5. Correlación de las medidas de PCA en primera y segunda sesión ($R = 0.208$, $p = 0,157$).

Los datos de estadística descriptiva de nuestra muestra pueden verse en la tabla 1. La media de diferencias entre primera y segunda medida que se obtuvo fue $0,0196 \text{ mm} \pm 0,07190 \text{ DS}$. La media de la PCA en la primera medición fue $3,567 \text{ mm}$ (rango 2,22 a 4,17) y $3,547 \text{ mm}$ (2,3 a 4,1) en la segunda medida.

Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Medida ACD día 1	48	1,95	2,22	4,17	3,5669	,40284
Medida ACD día 2	48	1,87	2,30	4,17	3,5473	,38604
Diferencia medidas ACD días 1 y 2	48	,33	-,15	,18	,0196	,07190
Media ACD	48	1,91	2,26	4,17	3,5571	,39228
Media LA	48	8,10	21,55	29,65	25,2632	1,76481
Media defecto de refracción	48	21,50	-14,50	7,00	-4,0885	4,48890

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables en nuestro estudio.

Los límites de concordancia 0,1568 a $-0,1176$ fueron calculados con un intervalo de confianza del 95% por lo que el 95% de las mediciones debería encontrarse en este rango (ver gráfico 6). En el gráfico 7 se representa el % de diferencia obtenida ($\text{LoA superior} - \text{LoA inferior} / \text{media} * 100$) que fue de 0.4942 % y los LoAs para el gráfico del porcentaje de las diferencias fueron 4,63 a $-3,64$ %.

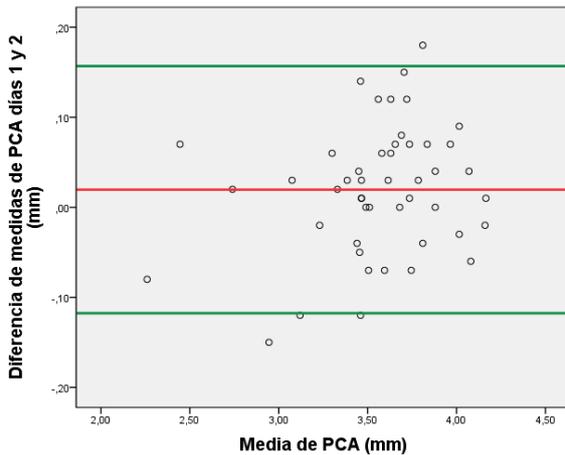


Gráfico 6. Diferencia en los valores de profundidad de cámara anterior obtenidos en los días 1 y 2 en relación con su promedio. Diferencia media = 0.0196 mm; DS = 0,072; IC 95% = -0.013 a $0,0405$; LoAs = 0.1568 mm a $-0,1176$ mm; Amplitud LoAs = 0,276 mm

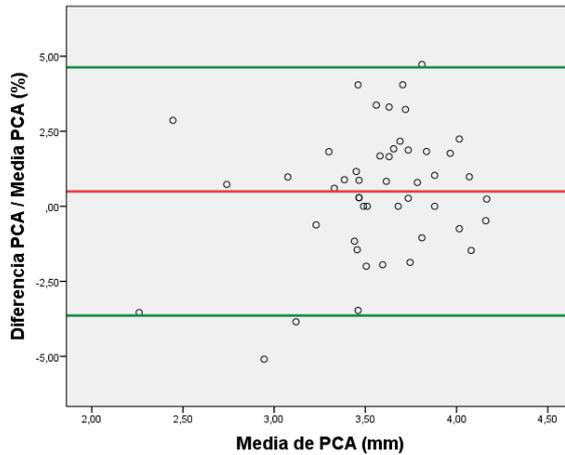


Gráfico 7. Porcentaje de error en las diferencias de PCA en relación en relación con su promedio de PCA. Diferencia media = 0.4942 %; DS = 2,11; IC 95% = $-0,1185$ a $1,1069$; LoAs = 4,63 % a $-3,64$ %; Amplitud de LoAs = 8,27 %

El análisis de correlación de la diferencia de medidas de PCA y la media de las longitudes axiales obtenidas no mostró una correlación estadísticamente significativa ($R = -0.80$; $p = 0.590$) y puede verse representado en el gráfico 8. En cuanto al análisis de la variabilidad de medidas de PCA en relación con el defeco de refracción tampoco se encontró correlación estadísticamente significativa ($R = -0,017$; $p = 0,908$) (ver gráfico 9).

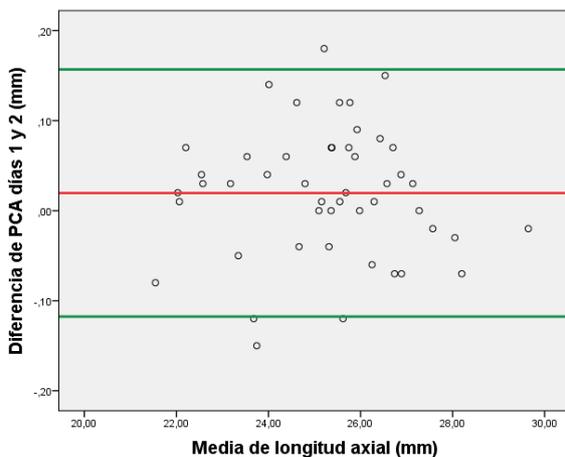


Gráfico 8. Relación entre la diferencia de medidas de PCA y longitud axial (LA). $R = -0,80$, $p = 0,590$

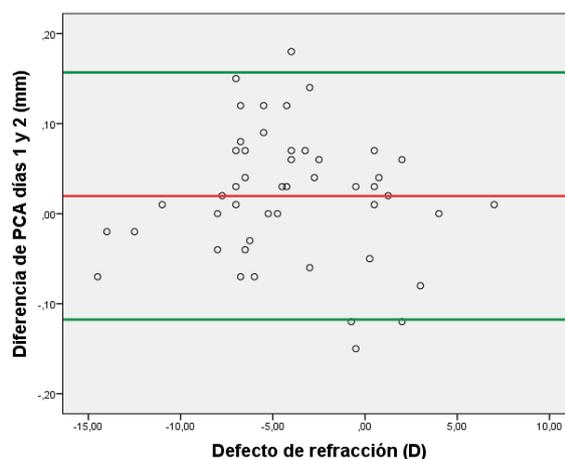


Gráfico 9. Relación entre la diferencia de PCA y el defeco de refracción. ($R = -0,017$; $p = 0,908$)

4. DISCUSIÓN

4.1 Discusión de los métodos

La representación de Bland y Altman se emplea para revelar la relación entre las diferencias y las medias y buscar un error aleatorio en medidas repetidas ya que en la toma de medidas se pueden encontrar dos tipos de errores: 1) el sistemático, que es analizado estadísticamente mediante un test pareado (para muestras relacionadas) y 2) error aleatorio, que es el objeto principal de este estudio, en concreto el error aleatorio debido a la variabilidad inter-sesión (a diferencia del inter-observador).^{13, 14}

El principal atractivo de este análisis es que permite expresar sus resultados gráficamente, relacionándolos con unos límites de concordancia preestablecidos según criterios clínicos cuya idoneidad se rige por criterios clínicos. Así mismo, permite contrastar si el grado de acuerdo depende de alguna otra covariable, construyendo gráficos independientes, uno para cada nivel de la variable. En cualquier caso, es conveniente insistir una vez más en la conveniencia de garantizar la validez y fiabilidad de los instrumentos de medida utilizados habitualmente en la práctica e investigación clínica. La interpretación de los límites de concordancia es; para un individuo seleccionado al azar de la población sobre la que se desea inferir, se espera que la diferencia entre las dos evaluaciones se encuentre entre los límites con un 95% de probabilidad. Luego, si las diferencias entre las dos medidas, considerando estos límites, no son clínicamente relevantes, el método sería por tanto reproducible.

4.2 Discusión de los resultados

Se ha podido concluir gracias a los resultados obtenidos que la variabilidad de la medida de profundidad de cámara anterior no es mayor en cámaras anteriores mayores. Por otro lado, la variabilidad intersesión no es mayor en ojos miopes siendo mediciones altamente reproducibles tanto en miopes, hipermétropes y emétropes atendiendo tanto a la longitud axial como al defecto refractivo del ojo.

En la actualidad no se han realizado estudios de reproducibilidad de una misma medida con un dispositivo, sino que la mayoría de las investigaciones se han centrado en mostrar la reproducibilidad ya sea intraobservador o interobservador de las medidas de un mismo parámetro obtenidas por distintos dispositivos, que se correspondería con el término intercambiabilidad de medidas.

En un estudio de reproducibilidad intraobservador e interobservador en una sola sesión empleando el IOLMaster, realizaron mediciones de PCA, LA y K y referente a los valores de PCA, obtuvieron una media de 3,68 mm con una SD de 33,4 (CV 0.90) para la variabilidad intraobservador y una media de 3.64 mm con una SD de 29.8 (CV 0.8), siendo la PCA el valor que tuvo una mayor variabilidad en sus medidas, afirmando que estas variabilidades podían deberse a que en pacientes con pupila pequeña, la luz es reflejada por la retina a través del cristalino y en pacientes pseudofácicos pueden producirse reflexiones adicionales que influyan en esta medida.⁸ También se postuló que el grado de acuerdo de medidas por los aparatos fue mejor en ojos fáquicos cuando se compara con ojos pseudofácicos. En estos el 95% de los límites de acuerdo resultaron insatisfactorios.¹⁵

Otros estudios afirman que todos los métodos de biometría de no contacto son muy exactos pero que el resultado puede diferir debido a los principios de medición inherentes al sistema, a la experiencia del examinador y al cumplimiento del paciente¹² y, comparado las medidas obtenidas por los dos biométros de no contacto por excelencia, IOLMaster 500 e IOLMaster 700, el resultado obtenido fue que a pesar de que el acuerdo entre IOLMaster 500 y 700 fue excelente, el IOLMaster 700 fue más efectivo en obtener medidas biométricas en ojos con cataratas subcapsulares y cataratas nucleares densas, obteniendo unos límites de acuerdo de - 0.33 a 0.17 mm.¹⁶ Aunque el acuerdo sea bueno y las diferencias entre los dispositivos sean pequeñas pero estadísticamente significativas, harían que fuese constante la optimización necesaria para calcular el poder de la lente con fórmulas teóricas,¹⁷ sin embargo, obteniendo la medida de PCA con distintos dispositivos, el error observado fue demasiado pequeño para crear una diferencia notable en el resultado refractivo según otros estudios.¹² Algunos autores afirman que el impacto en la refracción postoperatoria fue relativamente pequeña comparada

con el impacto de la curvatura corneal menor o errores de medición de longitud axial.¹⁸

La comparación entre medidas de PCA obtenidas con IOLMaster y otros dispositivos como Orbscan II con IOLMaster concluyó un alto acuerdo entre las medidas obtenidas, y, en comparación con A-scan las medidas obtenidas de PCA fueron 0.44 mm menores que con IOLMaster.¹⁹

4.3 Discusión de las limitaciones

En cuanto a nuestro estudio, una muestra mayor daría lugar a resultados más concluyentes todavía, aunque el tamaño muestral obtenido en nuestro caso permitió establecer con un razonable margen de fiabilidad los límites de concordancia y, además, se encuentra dentro o por encima de la media del tamaño muestral de los trabajos que estudian reproducibilidad.

Debido a la presencia en nuestra muestra de dos valores atípicos muy extremos, la distribución de las diferencias se alejaba de la normalidad, por lo que se optó por realizar el análisis estadístico sin esos dos valores, lo que supone un 4% de los casos, y ha permitido concluir que las medidas de PCA son altamente reproducibles en un 96% de los casos.

En nuestro estudio no se ha tenido en cuenta el grado de opacificación del cristalino pero en este aspecto, teniendo en cuenta que la media de edad de nuestros pacientes es de 34 años, no es de esperar encontrar relevantes opacificaciones en cristalino a esa edad.

Teóricamente, variaciones en la presión intraocular podrían justificar pequeños cambios en las medidas y no es algo que se haya analizado de forma sistemática. No obstante, puesto que todas las mediciones fueron tomadas en el intervalo desde las 10 AM a 6 PM, no esperaríamos encontrarse diferencia como sí se esperaríamos si hubiesen sido obtenidas a horas extremas del día.

5. CONCLUSIONES

Los resultados refractivos satisfactorios después de implantación de lentes intraoculares en distintos procesos quirúrgicos dependen de una biometría óptima. Con este estudio podría afirmarse que, globalmente, las medidas de PCA son altamente reproducibles en un 96% de los casos y dan lugar a resultados fiables cuyas variaciones entrarían dentro del error esperado que se asume en la práctica clínica, excepto en casos aislados en los que hay variaciones extremas. Por todo lo arriba mencionado, se requieren futuros trabajos que aborden este aspecto estudiando qué variables se asocian a una peor reproducibilidad intersesión de las medidas de PCA como pudieran ser la densidad del cristalino, la presión intraocular, el grado de acomodación o el tamaño pupilar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Infosalus.com [Internet]. Madrid: Europapress; 2016 [actualizado 21 de Mayo 2016; citado 27 de Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.infosalus.com/actualidad/noticia-mas-400000-personas-operan-cataratas-espana-cada-ano-20160521094435.html>
2. Olsen T. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg.* 1992;18:125–129
3. Sahin A, Hamrah P. Clinically relevant biometry. *Curr Opin Ophtalmol.* 2012;23:47–53
4. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg.* 1990;16:333–340
5. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophtalmol Scand.* 2007;85:472–485
6. Haigis W. The Haigis formula. In: Shamma HJ, ed, *Intraocular Lens Power Calculations.* Thorofare, NJ, Slack. 2004:41–57
7. Drexler W, Findl O, Menapace R et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophtalmol.* 1998;126:524–534
8. Annete Voguel, MD, H. Burkhard Dick, MD, Frank Krummenauer, PhD. Reproducibility of optical biometry using partial coherence interferometry. Intraobserver and interobserver reliability. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27:1961–1968
9. Hoffer KJ, Shamma HJ, Savini G. Comparison of 2 instruments for measuring axial length. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:644–648
10. Holzer MP, Mamusa M, Auffarth GU. Accuracy of a new partial coherence interferometry analyzer for biometric measurements. *Br J Ophtalmol.* 2009;93:807–810
11. Meinhart B, Stachs O, Stave J, Beck R, Guthoff R. Evaluation of biometric methods for measuring the anterior chamber depth in the non-contact mode. *Graefe's Arch Clin Exp Ophtalmol.* 2006;244:559–564

12. Canan Asli Utine, Feyza Altin, Hanefi Cakir and Ifran Perente. Comparison of anterior chamber depth measurements taken with the Pentacam, Orbscan II and IOLMaster in myopic and emetropic eyes. *Acta Ophthalmol.* 2009;87:386–391
13. Bland JM & Altman DG: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1:307–310
14. Bland JM & Altman: comparing two methods of clinical measurement: a personal history. *Int J Epidemiol.* 1995;24:7–14
15. Po-Fang Su, Andy Y. Lo, Chao-Yu Hu, and Shu-Wen Chang. Anterior Chamber Depth Measurement in Phakic and Pseudophakic eyes. *Optometry and Vision Science.* 2008;85:12;1993–1200
16. Ahmet Akman, Leyla Asena, Sirel Gür Güngör. Evaluation and comparison of the new swept source OCT-based IOLMaster 700 with the IOLMaster 500. *Br J Ophthalmol.* 2016;100:1201–1205
17. Kenneth J. Hoffer, MD, H. John Shammas, MD, Giacomo Savini, MD, Jinhai Huang, MD. 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;42:62–67
18. Anna-Lotta Engren, Anders Behndig, MD, PhD. Anterior chamber depth, intraocular lens position, and refractive outcomes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:572–577
19. Aravind R. Reddy, FRCS, MS, DNB, Milind V. Pande, FRCS, FRCOphth, DO, Paul Finn, MSc, BSc, Hazem El-Gogary, FRCS, MRCOphth, MSc. Comparative estimation of anterior chamber depth by ultrasonography, Orbscan II and IOLMaster. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30:1268–1271
20. Weihua Meng, Jacqueline Butterworth, Francois Malecaze, Patrick Calvas. Axial Length of Myopia: A Review of Current Research. *Ophthalmologica.* 2001;225:127–134