

EVALUACIÓN DEL EQUIPO DE INTERFEROMETRIA ÓPTICA DE COHERENCIA PARCIAL (LENSTAR) EN LA BIOMETRÍA OCULAR

Iramis Miranda Hernández.³³
Juan Raúl Hernández Silva.³⁴
Marcelino Rio Torres³⁵
Yanele Ruiz Rodríguez³⁶

(Recebido em 14/09/09, aceito em 14/12/2009)

RESUMEN: La Catarata es la enfermedad ocular de mayor prevalencia en el mundo (12 a 17 millones de personas). Para el año 2020 está estimado 40 millones de personas ciegas en el mundo por esta causa. Con el avance tecnológico, el diseño y surgimiento de nuevas técnicas quirúrgicas, así como el desarrollo y perfeccionamiento de los lentes Intraoculares (LIO), uno de los principales retos en la oftalmología radica en el cálculo exacto del poder del LIO. Este va a ser implantado en la cirugía de catarata. La firma Hagg Streit (Alemania), presentó un nuevo equipo basado en el principio de la interferometría óptica de coherencia parcial (LENSTAR). Este ha sido probado por diferentes instituciones por la calidad de las medicaciones para el cálculo del poder dióptrico del Lente Intraocular. Los sistemas de interferometría permiten obtener valores de potencia en el LIO para alcanzar

³³ Dra. Iramis Miranda Hernández: Esp. 1er. grado. Aspirante a investigador.

Email: iramis.miranda@infomed.sld.cu

³⁴ Dr. Juan Raúl Hernández Silva: Investigador Auxiliar, Esp. 2do grado. Profesor Auxiliar.

³⁵ Dr. Marcelino Rio Torres. Director ICO "Ramón Pando Ferrer". Esp. 2do grado. Profesor Titular

³⁶ Dra. Yanele Ruiz Rodríguez: Esp. 1er. grado. Aspirante a investigador.

Email: iramis.miranda@infomed.sld.cu, Centro: Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer.31 y 76. Marianao. C.Habana. Cuba.

los mejores resultados visuales postoperatorios. En el Instituto Cubano de Oftalmología realizamos un estudio con el objetivo de evaluar su eficacia para su utilización y como parte del programa en la formación de especialistas latinoamericanos .

Palabras claves: Lente Intraocular (LIO), biometría, Interferometría Óptica, Lenstar

ABSTRACT: The cataract is the ocular illness with the greatest prevalence in the world (12 to 17 million people). It is estimated that for the year 2020, 40 million people in the world will be blind due to this illness. Despite the technological advances, the design and rise of new surgical procedures, as well as the development and improvement of the intraocular lens (IOL), one of the main challenges in ophthalmology is to determine the exact power of the IOL. This power OR method OR is going to be established in the cataract surgery. The German firm Hagg-Streit presented the LENSTAR, the first optical biometer which uses the precision of Optical Low-Coherence Reflectometry. LENSTAR has been tested by different institutions due to the quality of its measurements for the calculation of the dioptric power of the IOL. The Optical Low-Coherence Reflectometry permits to obtain the power values of the IOL to reach the best postoperative visual results. In the Cuban Institute of Ophthalmology we carried out a study with the objective to evaluate the LENSTAR's efficacy and its use as part of the training program for Latin-American specialists.

KEYWORDS: Intraocular lens (IOL), biometrics, Optical Reflectometry, LENSTAR

1 INTRODUÇÃO

La Catarata es la enfermedad ocular de mayor prevalencia en el mundo (12 a 17 millones de personas), tiene tendencia a aumentar en las próximas cinco décadas como consecuencia de la mayor expectativa de vida. Esta situación no está apoyada por un tratamiento médico o farmacológico preventivo de la afección, por lo que no queda otra alternativa que la quirúrgica ^(1,2).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que por cada millón de personas hay 6.000 ciegos y que la mitad lo es por Catarata bilateral. En el año 2025 se prevé que existan 40 millones de ciegos por esta causa en el mundo. El 90 % de la población invidente vive en países subdesarrollados, donde la probabilidad de quedarse ciegos es 10

veces mayor que en países industrializados. La incidencia de ceguera actual en el mundo es de uno a dos millones de pacientes nuevos al año, siendo prevenibles entre el 20 y el 30% de los casos y más del 50% pueden ser tratados (Catarata 50%; Glaucoma y errores refractivos 20%; Tracoma 12%; Degeneración macular 10%; Retinopatía Diabética 5%; Oncocercosis 2%; Déficit de vitamina A 1%)⁽³⁾.

La catarata es la causa de cerca de la mitad de la pérdida visual en el mundo. En el año 1995 se estimó que más de un 80% de personas con catarata podían morir antes de tener posibilidad de tratamiento quirúrgico⁽⁴⁾.

Las referencias más tempranas a cerca de la cirugía de catarata describe las “técnicas de reclinamiento” o dislocación del lente o cristalino a la cavidad vítrea. Esta fue la técnica más usada en parte de Asia y África durante el siglo XX, pero comenzó a ser reemplazada por las técnicas quirúrgicas modernas⁽⁵⁻⁷⁾. La cirugía moderna de catarata para restaurar la visión puede ser realizada eficazmente y eficientemente con excelentes resultados visuales. No obstante, el acceso a la cirugía, el costo y la utilización de los servicios es un problema en la mayoría de los países. Esta enfermedad se relaciona con los cambios que ocurren en el cristalino en la edad avanzada. También la catarata congénita puede presentarse así como la catarata traumática que puede afectar a adultos y niños pero la mayor parte de las cataratas se relacionan con la edad (causa senil)⁽⁶⁾.

En 1967, Charles D. Kelman introduce la técnica de Facoemulsificación (FE) que revolucionó por completo la cirugía de Catarata, la cual es actualmente la más difundida y con la que se obtienen resultados positivos en muy corto plazo^(8,9).

En 1949, Harold Ridley reemplazó un cristalino natural cataratoso por un cristalino artificial de material plástico. La implantación permanente de lentes cristalinianas se impuso e hizo posible una rehabilitación visual cómoda y eficiente tras la cirugía de catarata^(10,11). Ridley, analizó la curvatura, tamaño y forma del cristalino e intentó asumir de forma empírica una potencia estándar de + 18 dioptrías (D) en el poder del Lente Intraocular (LIO)⁽¹¹⁾. Este desarrollo empírico se basaba en que la mayor parte de los ojos tienen promedios biométricos, lo cual fue mostrado por Holladay en el Congreso de la ASCRS de 1997⁽¹²⁾. Este método resultó ser muy impreciso y en el 50 % de los casos se producían errores mayores de 1D. En 1967 Fyodorov publicó la primera fórmula para el cálculo del LIO. A

partir de este momento las fórmulas y los dispositivos biomédicos se han ido perfeccionando, siendo más precisos o exactos en los últimos 5 a 10 años ⁽¹³⁾.

Actualmente, los lentes Intraoculares se implantan en alrededor de 100 millones de pacientes con catarata en todo el mundo ⁽¹⁴⁾. Según un estudio realizado en el año 2003 por el Departamento de Salud y Servicios Humanos en Estados Unidos, la cirugía de catarata es la más frecuente de las cirugías practicadas en este país ⁽¹⁵⁾. El número de pacientes beneficiados con este implante se espera que sea el doble en el 2020 debido al aumento de la catarata senil ya que nuestra población tiende al envejecimiento ^(16,17).

Con el avance tecnológico, el diseño y surgimiento de nuevas técnicas quirúrgicas, así como el desarrollo y perfeccionamiento de los LIO, uno de los principales retos en la oftalmología radica en el cálculo exacto del poder del LIO ⁽¹⁸⁾.

El estudio de las técnicas que nos van a facilitar las medidas de las diferentes estructuras oculares para el cálculo correcto del poder del LIO, define a la biometría Ocular ^(19,20).

Desde el año 2001 con la llegada de la Interferometría Óptica y la mayor exactitud en las fórmulas podemos obtener resultados postoperatorios cercanos a la emetropia.

La biometría por métodos ópticos se basa en la utilización de dispositivos que por el principio físico de la interferometría miden sin contacto la distancia desde el vértex corneal hasta la capa del epitelio pigmentario retinal ^(21,22).

El equipo IOL Master (Carl Zeiss, Jena, Alemania), es el primer equipo comercializado basado en el sistema de interferometría de coherencia parcial. Es un biómetro óptico de no contacto, que tiene más de más de 10 años de experiencia a nivel internacional. Se ha convertido en la norma de referencia de la biometría lo cual se debe a la fiabilidad, exactitud y seguridad de las mensuraciones obtenidas con el objetivo de calcular el poder dióptrico del lente intraocular (LIO) en la cirugía de catarata. Calcula la longitud axial (ALX), Profundidad de la Cámara Anterior (ACD), Queratometría (K), y la Distancia Blanco-Blanco (WTW), éste último de gran utilidad en cirugía refractiva ^(21,22).

El advenimiento de los Lentes Intraoculares multifocales, acomodativos y esféricos ha convertido la cirugía de catarata en una cirugía refractiva ⁽²³⁾.

Según Olsen, el factor más importante de error en el cálculo del lente intraocular es la medición de la longitud axial ^(24,25).

El mayor peso en todas las fórmulas para conseguir resultados emetropizantes al implantar un LIO lo tiene además del cálculo fiable de la longitud axial, la queratometría (K). Estas variables constituyen las principales fuentes de error biométrico que deriva en un poder incorrecto del LIO ^(20,24).

Existen otros parámetros complementarios que son especialmente útiles en otras fórmulas como el grosor del cristalino (L), el diámetro corneal mediante la medición del diámetro visible o la distancia limbo-limbo o blanco-blanco (WTW). Estas variables tienen importancia como predictores de la posición efectiva del lente (ELP) en la formula Holladay II, especialmente útil en pacientes hipermétropes ^(19,20).

Recientemente, la firma Hagg Streit (AG, Koeniz, Alemania), presentó un nuevo equipo basado en el principio de la interferometría óptica de coherencia parcial, el cual está siendo probado por diferentes instituciones por la calidad de las mediciones para el cálculo del LIO. Se trata del equipo Lenstar, biómetro de no contacto que realiza 9 mediciones diferentes en un mismo disparo. Provee mediciones que son útiles en pacientes candidatos tanto de cirugía de catarata como en cirugía refractiva ⁽²⁶⁾.

En el Instituto Cubano de Oftalmología “Ramón Pando Ferrer” por la importancia que reviste el uso de este tipo de sistema para el cálculo del poder dióptrico del lente intraocular, nos propusimos el objetivo de iniciar un estudio para su evaluación por medio de la comparación de las medidas obtenidas del mismo con las obtenidas con el equipo IOL Master así como las obtenidas también con sistemas topográficos basados en la tecnología Scheimpflug con experiencia de uso ⁽²⁷⁾. La tecnología Scheimpflug utiliza dos cámaras giratorias con este principio y sus imágenes precisas permiten analizar las estructuras del ojo desde la parte anterior de la córnea hasta la cápsula posterior del cristalino ^(27,28). Estos son: los equipos Galilei (Ziemer, Suiza) y Pentacam (Oculus, Alemania). Sus aplicaciones más importantes están relacionadas con la validación de candidatos para cirugía refractiva, cirugía personalizada con base topográfica y la documentación de la catarata por medio de la densitometría.

OBJETIVOS

Objetivo General:

1. Comparación y Evaluación de la biometría ocular con el equipo de interferometría óptica de baja coherencia (IOL Master) con el equipo de interferometría óptica de coherencia parcial (Lenstar) y también con los sistemas topográficos equipos Galilei y Pentacam.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar la correspondencia de las medidas obtenidas con el equipo Lenstar y el IOL Master en las siguientes variables: Longitud axial (ALX), Profundidad de la Cámara Anterior (ACD), Queratometría (K) y distancia Blanco-Blanco (WtW).
2. Evaluar la correspondencia de las medidas obtenidas con el equipo Lenstar y con los equipos Galilei (Ziemer, Suiza) y Pentacam (Oculus, Alemania) con las siguientes variables: ACD, K y Espesor Corneal Central (CCT en inglés).

2. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo, y transversal con un grupo de pacientes atendidos en el Servicio de Catarata que fueron sometidos a la línea preoperatoria para cirugía de Catarata. El estudio se realizó en el Centro de Microcirugía Ocular del Instituto Cubano Oftalmológico “Ramón Pando Ferrer” entre los meses de mayo del 2010 a mayo del 2011.

Selección de la muestra:

Se estudiaron 60 pacientes (120 ojos). Este es el número de casos mínimo insertado en el estudio que el diseño del equipo exige para probar sus resultados y aceptar su eficacia.

Los valores biométricos se tomaron por el mismo observador y previa información de la naturaleza del estudio con el consentimiento del paciente para participar en el estudio.

El estudio fue aprobado por el comité de Ética de la Institución y cumpliendo a cabalidad con las normas de Helsinki para experimentación en humanos.

Se tomarán el mismo día las mensuraciones con los equipos Lenstar e IOL Master, y en otra consulta con los equipos Galilei y Pentacam.

A cada paciente se le realizaron las siguientes mensuraciones (recomendadas por los fabricantes para probar la eficacia del equipo):

IOL Master (Versión: 3.02.0304):

- Longitud Axial (5 mediciones por ojo).
- Profundidad de la Cámara Anterior (1 medición por ojo).
- Queratometría (3 mediciones por ojo: R1 meridiano más curvo- R2 Meridiano más plano).
- Distancia Blanco-Blanco (3 mediciones por ojo).

Lenstar LS 900 (Versión: 0.9.3):

- Longitud Axial (5 mediciones por ojo).
- Profundidad de la Cámara Anterior (5 medición por ojo).
- Queratometría (5 mediciones por ojo).
- Eje o Axis córnea.
- Distancia Blanco-Blanco (5 mediciones por ojo).
- Espesor corneal central (5 mediciones por ojo).

Equipos Galilei (Ziemer, Suiza) y Pentacan (Oculus, Alemania):

- Queratometría (3 mediciones por ojo).
- Eje o Axis córnea
- Profundidad de la Cámara Anterior (3 mediciones por ojo).
- Espesor corneal central (3 mediciones por ojo).

Criterios para la selección de las unidades de análisis.

Pacientes portadores de catarata con edades comprendidas entre 40 y 75 años de edad, sanos, que acudan al servicio de Catarata del ICO "Ramón Pando Ferrer" en el período anteriormente citado.

Criterios de inclusión.

1. Dureza del núcleo lenticular de II a IV+ (Dado por el sistema LOCS).
2. Estado corneal preoperatorio: Conteo celular endotelial de 2000 células/mm² (+/- 100 células/mm²).

Criterios de exclusión.

- Se excluyeron de este estudio aquellos pacientes que presentaron las siguientes afecciones que comprometen la recuperación de la cirugía o el mejor resultado de la agudeza visual postoperatoria:
 1. Alteraciones generales (colagenopatías, afecciones inmunológicas)
 2. Alteraciones de los párpados (ectropión, entropión, ptosis palpebral, blefaritis etc.)
 3. Alteraciones de la lágrima (ojo seco severo)
 4. Trastornos corneales (distrofias, degeneraciones, queratocono, leucoma etc.)
 5. Cataratas traumáticas
 6. Glaucomas descompensados o con daño severo del nervio óptico.
 7. Degeneraciones retinianas y maculares si se detectaron en el preoperatorio y uveítis.
 8. Anomalías oculares congénitas (microcórnea, aniridia, VPHP, etc.).

Criterios de salida

1. Sujetos que no acudan a las reconsultas.
2. Individuos que en el transcurso del estudio muestren alguna afección oftalmológica.

Instrumento

El equipo Lenstar utiliza un SLD (diodo súper luminiscente) de larga longitud de onda (820 nm), como fuente de luz, lo que permite una adecuada penetración en cristalinicos de dureza moderada ^(29-31, 34,35).

Por tratarse de un método óptico, depende de la facilidad de propagación de la luz en el ojo, por tanto patologías que perjudiquen o impidan la propagación de la luz, igualmente impedirán la medida de la ALX ⁽²⁹⁻³¹⁾.

Proporciona el cálculo de la lente intraocular (software Eyesuite). Es Especialmente útil en ojos con altas miopías, afáquicos o que contengan aceite de silicona. Se realizan 16 escaneos como medida principal y facilita valores de los diferentes elementos de la parte más externa del ojo. El escaneo rápido del ojo hace que si se pierde en algún momento la

fijación no se anula la medición y el examen continúa cuando se reestablece la fijación. Este equipo es altamente sensible por lo que puede ser difícil de realizar en pacientes con maculopatías, nistagmus o poco colaborativos ^(29-31,).

Las mediciones obtenidas con el equipo Lenstar son la queratometría (K), diámetro pupilar, excentricidad del eje visual, distancia blanco-blanco (WTW), Profundidad de Cámara Anterior (ACD), Espesor del cristalino (LT), Longitud axial (AXL) y el espesor de la retina.

Las reflexiones de las diferentes estructuras del ojo humano, tales como, la cornea, el cristalino y la retina, son interferométricamente superpuestas sobre la reflexión de los brazos de referencia. Una señal de interferencia de la interfase reflectiva es generada cuando el rayo de medida está fijado por el paciente y cuando este está perpendicular a la interfase. Debido a la separación temporal de las interferencias la ACD, el LT y la ALX son medidos en un solo procedimiento de posición. Este instrumento además puede medir las medidas del radio de curvatura en el meridiano plano e inclinado analizando un patrón de 32 diodos emisores de luz, los cuales están dispuestos en dos anillos con 16 puntos de medidas cada uno ⁽²⁹⁻³¹⁾.

Análisis Estadístico

Los resultados se expresan en medias (\pm Desviación estándar).

Se realizó el análisis de correlación y el cálculo de coeficiente de Pearson.

Se consideró un nivel de significación del 95%.

Resultados

Este estudio comparó las medidas clínicas obtenidas con el equipo IOL Master con las del equipo Lenstar de la ALX, R1, R2, ACD y WTW.

Los valores del Espesor Corneal Central (CCT) se compararon con los equipos Pentacam y Galilei.

Con el Lenstar es posible determinar también el espesor del cristalino (LT en Inglés), este dato no lo mostramos en este trabajo.

El 73,3 % de las cataratas en este estudio eran cataratas nucleares, 23,3 % corticonucleares y un 3,3 % opacidades periféricas.

Se analizaron los 120 ojos. Se compararon los valores obtenidos de la ALX con los equipos Lenstar e IOL Master.

Los valores medios obtenidos fueron de 22,9 +/- 2,48 con el Lenstar y 22,82 +/- 2,49 con el IOL Master. Los resultados fueron altamente correspondientes y exactos entre los mismos, principalmente en pacientes con ALX entre 22-26 mm.

En ALX mayores de 26 mm fueron más inexactos. Fig. 1

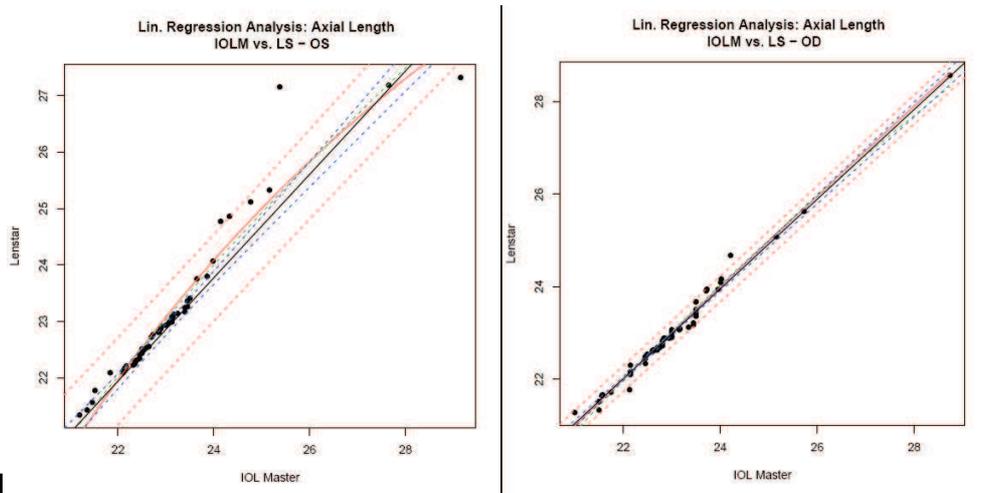
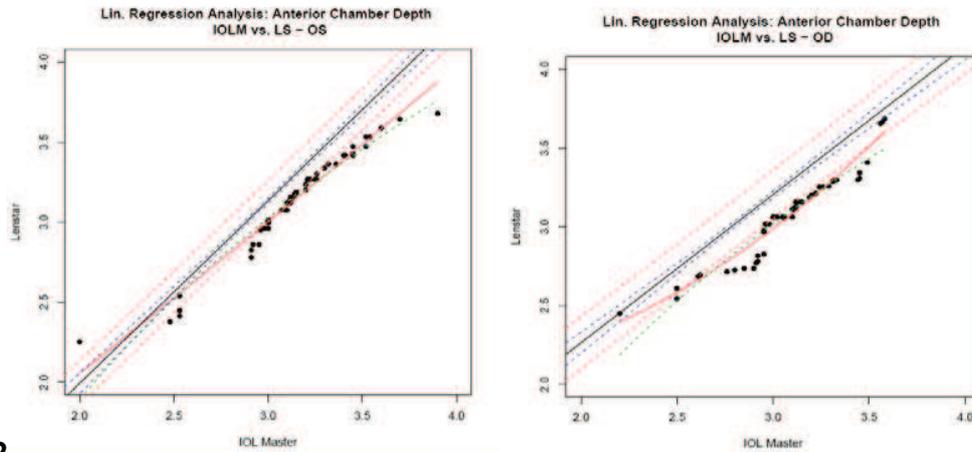


Fig. 1

La comparación de la medida de la ACD fue posible en los 120 ojos estudiados. La media de la ACD fue de 2,91 +/- 0,38 con el Lenstar y de 3,06 +/- 0,40 con el IOL Master. El IOL Master realiza la medición desde el epitelio corneal hasta la capsula anterior del cristalino. El Lenstar realiza la medición de la ACD desde el endotelio hasta la cápsula anterior del cristalino (ACD anatómica). Para realizar el cálculo del LIO suma los valores paquimétricos y la ACD. Este valor fue el que tomamos para realizar la comparación, Estas resultaron altamente correspondientes cuando analizamos el valor total obtenido. Fig. 2

**Fig. 2**

La ACD también fue comparada con los topógrafos Pentacam y Galilei. Los resultados mostraron buena correspondencia. Estos fueron Lenstar 2,91 +/- 0,38, Pentacam 2,94 +/- 0,29 y Galilei 2,95 +/- 0,29.

Con relación a la Queratometría, las medias de las medidas obtenidas de R1 fueron de 42,44 +/- 4,14 y de R2 43,15 +/- 4,22 con el Lenstar. Con el IOL Master fueron de R1 42,66 +/- 4,17 y R2 43,87 +/- 4,26. Observamos una alta correspondencia de las medidas obtenidas entre ambos equipos Fig. 3.

La correspondencia de los datos de K entre el Lenstar y los equipos Pentacam y Galilei fue buena, aunque menor que con el equipo IOL Master. Las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Pentacam R1 43,05 +/- 1,59 y R2 43,66 +/- 1,59. Con el Galilei R1 42,90 +/- 1,48 y R2 43,63 +/- 1,52. Fig. 4.

El eje o Axis fue de 103,08 +/- 56,77 con el Lenstar, de 103,32 +/- 55,12 Pentacam y de 106,70 +/- 67,63 con el Galilei.

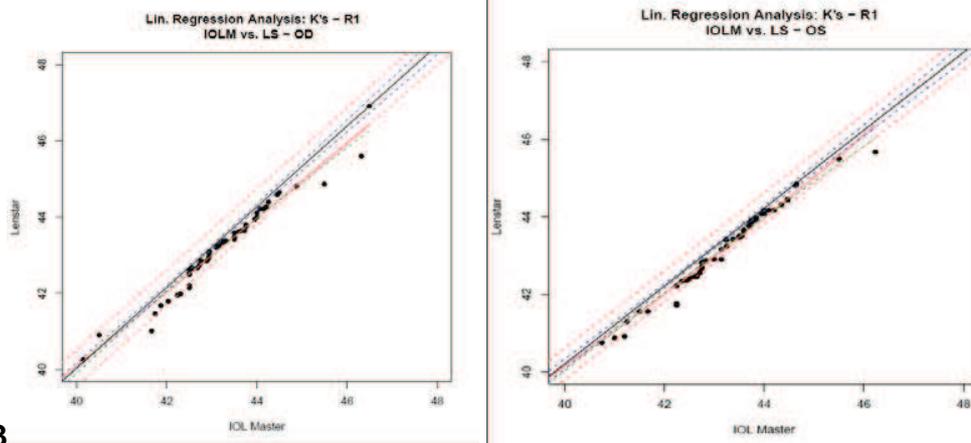


Fig. 3

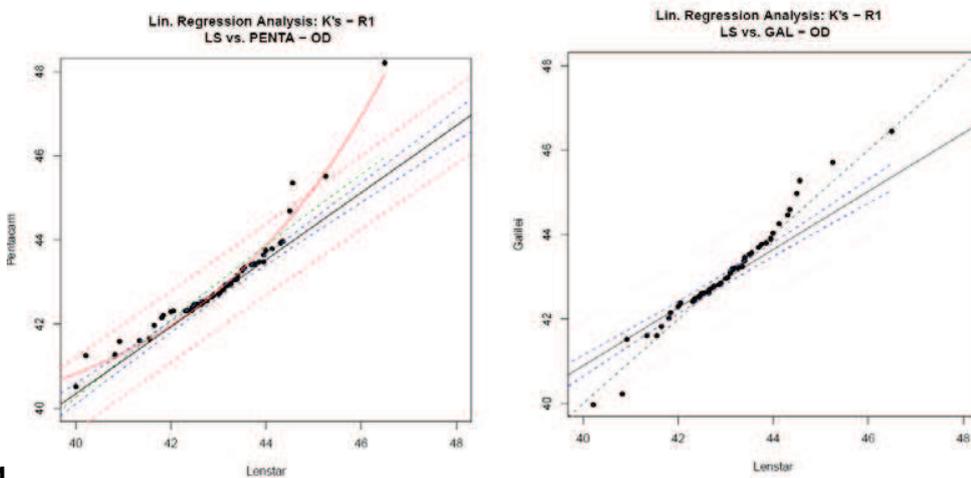


Fig. 4

La distancia $W t W$ fue de $11,59 \pm 1,57$ con el Lenstar y de $11,72 \pm 1,15$ con el IOL Master. Presentaron una alta correspondencia.

La medida del CCT fue obtenida con los equipos Galilei y Pentacam. La media obtenida con el equipo Lenstar fue de $516,08 \pm 9,42$. Con el Pentacam $518,70 \pm 4,29$ y con el Galilei 517 ± 6 .

Entre los valores de todas las medidas obtenidas en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Discusión

Este dispositivo de interferometría se encuentra calibrado frente a sistemas de alta resolución, por lo que se realiza una medida análoga a la de un sistema A de inmersión.

Las medidas son representadas en un gráfico que refleja el promedio de las mediciones realizadas (cinco en total) y la desviación estándar (DE) de cada una. El gráfico obtenido recuerda la imagen del Ultrasonido modo A y los picos corresponden a la superficie anterior y posterior de la córnea, capsula anterior y posterior del cristalino y la retina.

Las medidas obtenidas de la LAX fueron correspondientes entre ambos equipos (Lenstar-IOL Master) con un alto grado de correspondencia entre las medidas obtenidas. Estos valores fueron más exactos en ojos con ALX normales (23-24 mm), sin embargo algo inexactos en ALX extremas (ojos ALX > 24 mm). Esto puede deberse a que en pacientes con ALX altas, pacientes miopes, el epitelio pigmentario es más fino, presentan menor área de sección transversal por lo que se produce una menor interferencia del rayo y los resultados son más inexactos.

Por tratarse de un método óptico, depende de la facilidad de propagación de la luz en el ojo, por tanto patologías que perjudiquen o impidan la propagación de la luz, igualmente impedirán la medida de la ALX. De aquí la dificultad para realizar el examen en pacientes con opacidades cristalinas de densidad media alta de manera similar que con el IOL Master ⁽³²⁾.

En marzo 2009 fue publicado un estudio clínico comparativo realizado por el Dr. Auffarth. Aplicó la correlación de Spearman para evaluar y comparar la efectividad del equipo Lenstar. Reveló una alta correlación en las medidas de la ALX y queratometría y una menor correlación para la ACD pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas ⁽³³⁾.

El equipo Lenstar está basado en el principio de OLCR (Reflectometría óptica de baja coherencia) utiliza un SLD ^(34,35). El equipo IOL Master usa el principio de la interferometría óptica de coherencia parcial en la configuración de un rayo de luz doble y esto se efectúa mediante un láser diodo multimodo ⁽³⁶⁾. Debido a las diferentes características espectrales se obtiene una mayor resolución con el uso del SLD comparado con el láser diodo multimodo ⁽³⁷⁾.

El cálculo del coeficiente de Pearson fue cercano a 1 para las medidas de ALX, ACD, R1, R2 y WtW, entre el IOL Master y el Lenstar. Todos los resultados se confirmaron mediante

el análisis de regresión, determinándose una buena asociación entre las variables correlacionadas.

Las mediciones Scheimpflug con los equipos Galilei y Pentacam, del espesor corneal central (CCT) y profundidad de cámara anterior (ACD) son exactas y tienen una buena repetibilidad en comparación con la interferometría de coherencia parcial Lenstar. Sin embargo, debido a la alteración de la luz al pasar a través de superficies de refracción, la imagen se distorsiona. Esto puede llevar a una subestimación de la profundidad de la cámara anterior en los ojos pseudofáquicos ^(27,28).

El cálculo del coeficiente de Pearson fue cercano a 1 para las medidas de ACD, R1, R2 y CCT, entre topógrafos y el Lenstar. Todos los resultados se confirmaron mediante el análisis de regresión, determinándose una buena asociación entre las variables correlacionadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los obtenidos en otros estudios publicados en el año anterior en algunas universidades de Alemania ⁽³⁷⁾. El mismo demuestra que este sistema de interferometría es un instrumento confiable, efectivo y reproducible para el cálculo del Lente Intraocular.

Bibliografía.

1. Lucas Andrioli, MO. La catarata a través de los siglos. Consejo Argentino de Oftalmología. Buenos Aires: Médicas. 2007 May;1:179-185.
2. Brian G, Taylor H. Cataract Blindness-Challenges for the 21 st century. Bull World Health Organ. 2001;79:249-256.
3. Catarata y la Organización Mundial de la Salud. [página en Internet]. 2007 [citado 4 mayo 2007]: [aprox. 6 p.]. Disponible en: <http://www.pasteur.cl/cont/atarata.html>
4. Sigh AJ, Garner P, Floyd K. Cost-Effectiveness of public-funded options for cataract surgery in Mysore, India. Lancet.2000; 355:180-184.
5. Fank KW. Couching for cataract and Sino-Indian medical exchange from the sixth to the twelfth century AD. Clin Experiment Ophthalmol 2005;33(2):188-90.
6. Schemann JF, Bakayoko S, Coulibaly S. Tradicional couching is not an effective alternative procedure for cataract surgery in Mali. Ophthalmic Epidemiol 2000;7(4):271-283.

7. West SK, Muñoz B, Shein OD, et al. Racial differences in lens opacities. The Salisbury Eye Evaluation (SEE) project. *Am J Epidemiol*. 1998;148: 1033-1039.
8. Pandey SK, Milverton EJ, Maloof AJ. A tribute to Charles David Kelman MD: Ophthalmologist, inventor and pioneer of phacoemulsification surgery. *Clin Experiment Ophthalmol* 2004; 32(5): 529-33.
9. Goldstein JL. How a jolt and a bolt in a dentist's chair revolutionized cataract surgery. *Nat Med* 2004;10(10):1032-3.
10. Obuchowska I, Mariak Z. Sir Harold Ridley-The creator of modern cataract surgery . *Klin Oczna* 2005; 107(4-6):382-4.
11. Ridley H. Intraocular acrylic lenses after cataract extraction. 1952. *Bull World Health Organ* 2003;81(10):758-61.
12. Holladay JT: Standardizing constants for ultrasonic biometry, Keratometry and intraocular lens power calculation. *J. Cataract Refract. Surg.* 1997; 23: 1356-1370.
13. Fyodorov, SN, Kolonko, AL. Estimation of optical power of intraocular lens. *Vestnik Oftalmologic (Moscow)* 1967;4:27.
14. Choyce DP. 50th anniversary of Harold Ridley's discovery of the artificial lens inserted after removal of a cataract. *Lancet* 1999; 354:1912-3.
15. Ambulatory Surgery in U.S Hospitals, 2003. Executive Summary. <http://www.ahrq.gov/data/hcup/factbk9/factbk9a.htm> (Accessed 2 May 2009).
16. Apple DJ. A pioneer in the quest to eradicate world blindness. *Bulletin of the WHO* 2003; 81:756-7.
17. Daniel B. More, MD, Alon Harris, PhD, Brent Siesky. The World through a lens: The Vision of Sr Harold Ridley. *BJO online First*, published on October 14, 2009 as 0.1136/bjo.2009.163956.
18. Cristobal JA, Faus F, Mateo A. Incisiones y efecto astigmático de la Cirugía del cristalino. En: Crsitóbal JA. *Corrección del Astigmatismo. Monografía de la Sociedad Española de Cirugía Ocular Implanto-Refractiva.* 2006, p129.
19. Centurión V, Nicoli C, Villar-Kuri J. *El Libro del Cristalino de las Américas. Asociación Latinoamericana de Cirujanos de Córnea, Cataratas y Segmento Anterior.* 2007; Cap.9:95.

20. Gale, RP, Saha, N., Johnston, RL: Nacional Biometry audit. Eye.2004 Jan; 18(1): 63-6.
21. Tehrani M, Krummenauer F, Kumar R, Dick HB. Comparison of biometric measurements using partial coherence interferometry and applanation ultrasound. J Cataract Refract Surg. 2003 Apr; 29(4): 747-52.
22. Findl O, Kriechbaum K, Sacu S, Kiss B, Polak K, Nepp J, Schild G, Rainer G, Maca S, Petternel V, Lackner B, Drexler W.: Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2003 Oct;29(10):1950-5.
23. Buonsanti, Jorge Luis; Cavalieri et al. Medición Intraoperatoria de la Longitud Axial con el IOL Master durante la cirugía de Catarata. Archivos de Oftalmología de Buenos Aires. Vol. 80. Num. 02-Abril-Agosto 2009; Pág. 83-84.
24. Olsen, T: Prediction of the effective postoperative (intraocular Lens) anterior chamber depth. J Cataract Refract Surg. 2006 Mar; 32(3): 419-24.
25. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. Acta Ophthalmol Scand 2007; 85:472– 85.
26. P J Buckhurst, J S Wolffsohn, S Shah, S A Naroo, L N Davies, E J Berow. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. British Journal of Ophthalmology 2009; 93:949-953.
27. Ucakhan ÖÖ, Özkan M, Kanpolat A. Corneal thickness measurements in normal and keratoconic eyes: Pentacam comprehensive eye scanner versus noncontact specular microscopy and ultrasound pachymetry. J Cataract Refract Surg 2006; 32: 970-977.
28. Lackner B, Schmidinger G, Pieh S, et al. Repeatability and Reproducibility of Central Corneal Thickness Measurement With Pentacam, Orbscan, and Ultrasound. Optom Vis Sci 2005; 82: 892-899.
29. Drexler W, Findl O, Menapace R, et al. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol 1998;126:524 –34.
30. Santodomingo-Rubido J, Mallen EA, Gilmartin B, Wolffsohn JS. A new non-contact optical device for ocular biometry. Br J Ophthalmol 2002; 86:458–62.

31. Böhnke M, Widmer S, Wälti R. Real-time pachymetry during photorefractive keratectomy using optical low-coherence reflectometry. *J Biomed Opt* 2001; 6:412–7.
32. P J Buckhurst, J S Wolffsohn, S Shah, S A Naroo, L N Davies, E J Berrow. A new optical low coherence reflectometry device for ocular biometry in cataract patients. *British Journal Of Ophthalmology* 2009; 93:949-953.
33. Mike P Holzer, Mladen Mamusa and Gerd U Auffarth. Accuracy of a new partial coherence interferometry analyzer for biometric measurements. *Br J Ophthalmol*. Published Online First: 15 March 2009. doi:10.1136/bjo.2008.152736.
34. Schmid GF: Axial and peripheral eye length measured with optical low coherence reflectometry. *J Biomed Opt* 2003;8:655-8.
35. Böhnke M, Masters BR, Wälti R, et al. Precision and reproducibility of measurements of human corneal thickness with rapid optical low-coherence interferometry (OLCR). *J Biomed Opt* 1999;4:152-6.
36. Drexler W, Findl O, Menapace R. Et al. Partial coherence interferometry : a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol* 1998;126:524-34.
37. Kaspar Rohrer, MD, Beatrice E. Frueh, MD, Rudolf Wälti, PhD, Isabelle A. Clemetson, MD, Christoph Tappeiner, MD, David Goldblum. Comparison and Evaluation of Ocular Biometry Using a New Noncontact Optical Low-Coherence Reflectometer. *Ophthalmology* 2009; xx:xxx © 2009 by the American Academy of Ophthalmology.