

Utilidad del sistema Scheimpflug por Pentacam para la cuantificación de la opacidad de la cápsula posterior en pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona

Usefulness of Pentacam Scheimflug system for quantification of the posterior capsule opacity in pseudophakic patients with silicon oil-filled eyes

Zucell Ana Veitía Roviroso, Abel Cerna Garnica, Iván López Hernández, Yaumary Bauza Fortunato, Eneida Pérez Candelaria, BelKys Rodríguez Suárez

Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

RESUMEN

Objetivo: determinar si el sistema Scheimpflug por Pentacam tiene utilidad en la cuantificación objetiva de la opacidad de la cápsula posterior en los pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona.

Métodos: se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y observacional en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" en el periodo comprendido entre abril del año 2012 y abril de 2014. Se evaluó, mediante sistema Scheimpflug del Pentacam para la cuantificación de la opacidad de cápsula posterior, a un grupo de 31 pacientes pseudofáquicos sometidos a una vitrectomía previa con aceite de silicona y se compararon los resultados con los obtenidos en 26 pacientes operados solo de cirugía del cristalino con lente intraocular, para lo cual se utilizaron las variables edad, sexo, opacidad en grados por lámpara de hendidura y la intensidad media de píxeles en un área circular de 3 mm centrales seleccionada en los tomogramas, analizadas por el software Image J 1.42 q.

Resultados: en los pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona el sistema Scheimpflug no fue capaz de discernir entre los diferentes grados de opacidad de la cápsula posterior ($p= 0,210$) y no existió concordancia entre ambas mediciones ($p= 0,120$). Las mediciones realizadas en los pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona con la lámpara de hendidura por dos observadores fueron similares ($p= 0,042$), al igual que existió buena correlación en las realizadas con el sistema Scheimpflug ($r= 0,981$). Cuando se compararon las mediciones realizadas con el sistema Scheimpflug en los dos grupos de pacientes se observó que las medias de intensidad en los grados 1 y 2 eran superiores a las halladas en los pacientes no vitrectomizados previamente, no así en los grados 3; solo en este último caso la diferencia fue significativa ($p= 0,001$).

Conclusiones: el sistema Scheimpflug no es útil para cuantificar la opacidad de la cápsula posterior en los pacientes vitrectomizados previamente que aún tienen aceite de silicona.

Palabras clave: opacidad de cápsula posterior; sistema Scheimpflug por Pentacam; vitrectomizados; aceite de silicona.

ABSTRACT

Objective: to determine whether the Pentacam Scheimpflug imaging system is useful for objective quantification of the posterior capsule opacity in pseudophakic patients with silicon oil-filled eyes.

Methods: observational, prospective and descriptive study conducted in "Ramon Pando Ferrer" Cuban Institute of Ophthalmology in the period of April 2012 through April 2014. With the Pentacam Scheimpflug imaging system for the quantification of the posterior capsule opacity, 31 pseudophakic patients, who had undergone previous vitrectomy with silicon oil, were evaluated and their results were then compared with those of patients operated on through crystalline lens surgery and intraocular lens implantation (26 patients). To this end, the analyzed variables were age, sex, opacification degrees measured with slit lamp and average intensity in pixels in a 3mm round area selected from tomographs and analyzed by Image J 1.42 q software.

Results: in pseudophakic patients with silicon oil-filled eyes, the Scheimpflug system could not differentiate the different levels of the posterior capsule opacity ($p= 0.210$) and there was no agreement between both measurements ($p= 0.120$). The measurements taken by two observers in pseudophakic patients using silicon oil and slit lamp were similar ($p= 0.042$) and good correlation in those taken with the Scheimpflug system ($r= 0.981$). When comparing the Scheimpflug system measurements taken in the two groups of patients, it was observed that the intensity means in grades 1 and 2 were higher than those found in non-vitrectomized patients, but in grade 3, the difference was significant ($p= 0.001$).

Conclusions: Scheimpflug system is not useful to measure the posterior capsule opacity in previously vitrectomized patients who still have silicon oil-filled eyes.

Key words: posterior capsule opacity, Pentacam Scheimpflug system, vitrectomized, silicon oil.

INTRODUCCIÓN

La catarata es la patología ocular más frecuente en todo el mundo. Se encuentra presente en más del 50 % de los pacientes mayores de 75 años, además de ser responsable de la disminución de la agudeza visual en más del 25 % de las mujeres y en el alrededor del 12 % de los hombres.¹ La catarata puede ser adquirida, congénita y secundaria. Dentro de este último grupo tenemos los secundarios a traumatismos, inducidos por algunos fármacos o resultado de alguna enfermedad ocular primaria, como las alteraciones vitreoretinianas, en las que el gel vítreo en algún momento es sustituido por ciertos tipos de materiales, que dan lugar secundariamente a la formación de cataratas en un período determinado.²

La cirugía de catarata tiene en estos pacientes características singulares, y en general presentan cuadros clínicos diferentes de abordar para el cirujano. Esta situación es cada vez más frecuente, ya que la evolución a la catarata es la complicación más usual después de la vitrectomía.³ La presentarán más del 75 % de los ojos diabéticos en los diez años siguientes a la cirugía del vítreo o, prácticamente siempre, después del uso del aceite de silicona. Además, las indicaciones de la vitrectomía se amplían cada vez más y por tanto el porcentaje de este tipo de catarata es cada vez mayor.⁴

Las indicaciones del uso de aceite de silicona son principalmente en el desprendimiento de retina (DR) regmatógeno asociado a vítreo-retinopatía proliferativa; en los casos complicados de retinopatía diabética vítreo-proliferativa con tracción retiniana; en el DR con múltiples cirugías, asociado a DR por citomegalovirus, necrosis retiniana aguda, efusión coroidea hemorrágica y DR asociado a miopía alta.^{5,6} Incluso es frecuentemente usada con otras técnicas quirúrgicas como la extracción de membranas epirretinianas, la colocación de implantes esclerales en hemovítreos traumáticos complicados asociados con DR,^{7,8} y pacientes que por su estado físico, mental o por su condición de ojo único útil, precisan una readaptación inmediata a la vida social y laboral.¹⁰

Existen múltiples mecanismos por los cuales se produce la catarata después de la vitrectomía. Se describen algunos factores como la oxidación de las proteínas cristalinas en el intraoperatorio (inhibición de la enzima antioxidante catalasa) por exposición prolongada a la luz del microscopio y cambios de presión de oxígeno-acuoso-vítreo,^{11,12} la alteración de la permeabilidad cristalina, la inhibición de la glucólisis anaerobia (disminución de la nutrición) y las concentraciones inadecuadas de glucosa en las soluciones de irrigación.^{13,14}

El toque cristalino con instrumentos es una de las fuentes que producen disrupción traumática de la cápsula lenticular y permiten la hidratación del material cortical. Muchas veces es autolimitada y localizada, sin ser significativa desde el punto de vista de la capacidad visual; sin embargo, puede progresar con rapidez, hacerse visualmente importante, y esto amerita su extracción. Se ha pensado que se desarrolla por el proceso de cristalización de la cápsula cristalina posterior y anterior hialoidea. Otras razones son la inflamación, los químicos o líquidos de infusión, la baja temperatura del líquido infundido y la eliminación del *buffer* o de la función de barrera que ofrecía la sustancia vítrea.¹⁵

Los avances en la cirugía de la catarata con implante de lente intraocular han hecho posible una mejoría manifiesta de los resultados visuales posoperatorios. Esto ha logrado que los pacientes dependan cada vez menos de cristales correctores después de la cirugía. No obstante, la opacidad de la cápsula posterior (OCP) continúa siendo una de las complicaciones más frecuentes tras una cirugía exitosa, que compromete de manera importante el resultado visual obtenido. Esta complicación se hace más evidente en casos complejos que requieren procedimientos quirúrgicos múltiples, ya sean secuenciales o simultáneos tales como los pacientes vitrectomizados, a los cuales se les coloca una sustancia sustitutiva del humor vítreo como gas o aceite de silicona. Aunque la capsulotomía con Nd: YAG láser se considera un método efectivo para tratar la opacidad capsular, no está exenta de riesgos. Además, no siempre está al alcance de todos los pacientes y cuando estos son poco cooperativos para el correcto posicionamiento de la cabeza, como los niños pequeños, no pueden ser beneficiados con este proceder.¹⁷

Lograr un análisis lo más fiel posible de la opacidad de la cápsula posterior (OCP) sería de vital importancia para poder evaluar objetivamente el resultado de las diferentes intervenciones que actualmente se realizan para reducir su aparición y progresión. Entre ellas el uso de múltiples sustancias farmacológicas,¹⁸⁻²⁶ las modificaciones en las técnicas quirúrgicas²⁷⁻³³ y diferentes lentes intraoculares en cuanto a composición y diseño.^{20,34-40} En los últimos años han surgido varios sistemas de imágenes con los que se obtienen indicadores numéricos para la cuantificación objetiva de la OCP, como EPCO, POCO, POComan, AQUA y OSCA; todos se basan en el análisis de imágenes en retroiluminación obtenidas por lámpara de hendidura. No obstante, no existe hasta el presente un consenso sobre cuál es el mejor método para la cuantificación objetiva de la OCP.⁴¹⁻⁴⁷

La tomografía de coherencia óptica (OCT) es una técnica de imagen tomográfica óptica, no invasiva e interferométrica. Al respecto, ha sido publicado un estudio en el cual se utilizó para la cuantificación de la OCP.⁴⁸ La OCT ofrece una penetración de milímetros (aproximadamente 2-3 mm en el tejido o material de que se trate) con resolución axial y lateral de escala micrométrica. La técnica fue demostrada por primera vez en 1991 con una resolución axial de ~30 μm . En el año 2001 la OCT alcanzó una resolución submicrométrica relacionada con la introducción de fuentes de luz de banda amplia (fuentes que emiten longitudes de onda sobre un rango de ~100 nm).^{49,50} Ideada en 1991 por *Huangy* y otros,^{51,52} la OCT, con capacidades de imagen de resolución micrométrica y de corte transversal, se ha convertido en una prominente técnica biomédica de visualización de tejidos; es particularmente adecuada para las aplicaciones oftálmicas y otras imágenes de tejidos que requieren resolución micrométrica y profundidad de penetración milimétrica.⁵³ La OCT tiene ventajas críticas sobre otros sistemas de imágenes médicas. La ultrasonografía médica, la imagen por resonancia magnética (MRI) y la microscopía confocal no son adecuadas para la imagen morfológica de tejidos, ya que las primeras dos tienen escasa resolución y la última carece de profundidad de penetración milimétrica.^{49,54}

La OCT está basada en la interferometría de baja coherencia.⁵⁵ En la interferometría convencional con la longitud de coherencia larga (interferometría láser), la interferencia de la luz ocurre sobre una distancia de metros. En la OCT, esta interferencia se acorta a una distancia de micrómetros, gracias al uso de fuentes de luz de banda ancha (fuentes que pueden emitir luz de una amplia gama de frecuencias). La luz de gran ancho de banda puede generarse con diodos superluminiscentes (LED superbrillantes) o láseres con pulsos extremadamente cortos (láseres de femtosegundo). La luz blanca es también una fuente de banda ancha con energías más bajas.⁵³

La luz en un sistema de OCT es dividida en dos rayos: un rayo de muestra (que contiene el objeto de interés) y un rayo de referencia (usualmente un espejo). La combinación de la luz reflejada del rayo de muestra y la luz del rayo de la referencia da lugar a un patrón de interferencia, pero solamente si la luz de ambos rayos ha viajado la "misma" distancia óptica ("misma" significa una diferencia de menos de una longitud de coherencia). Explorando el espejo en el rayo de referencia, puede obtenerse un perfil de reflectividad de la muestra (este es dominio de tiempo OCT). Las áreas de la muestra que reflejan mucha luz crean mayor interferencia que las áreas que no lo hacen. Cualquier luz que esté fuera de la corta longitud de coherencia no interfiere. Este perfil de reflectividad, llamado A-scan, contiene información sobre las dimensiones y la localización espaciales de estructuras situadas dentro del objeto de interés. Un tomógrafo de corte transversal (B-scan) puede ser alcanzado al combinar lateralmente una serie de estas exploraciones de profundidad axial (A-scan). Dependiendo del motor de imagen usado, es posible la imagen de cara (C-scan) a una profundidad adquirida.⁵³

La OCT es especialmente útil en Oftalmología, dada la facilidad con que la luz alcanza las estructuras oculares en las cámaras anterior y posterior. La ventaja en su aplicación en oftalmología es que la luz incide de forma directa sobre el tejido, sin la necesidad de utilizar un transductor. Para esto se precisa un medio óptico suficientemente transparente que permita obtener una señal detectable. Las imágenes tomográficas obtenidas permiten el diagnóstico de enfermedades difíciles de identificar oftalmoscópicamente; pero, además, la capacidad de explorar varias veces la misma zona de la retina hace posible su monitorización.^{53,56-60}

El Pentacam es un equipo oftalmológico de alta tecnología capaz de reconstruir imágenes tridimensionales de alta resolución del polo anterior del ojo. Esto lo realiza a partir de múltiples fotografías tomadas mediante una cámara rotacional del sistema Scheimpflug con que cuenta el equipo. El análisis de estos tomogramas en 3D puede potencialmente ser utilizado para la cuantificación objetiva de la OCP.^{61,62}

El moderno sistema Scheimpflug con que cuenta el Pentacam es capaz de capturar imágenes en múltiples meridianos (hasta 50 imágenes en 2 segundos) en un único escaneo automatizado. Posteriormente, calcula un modelo tridimensional del segmento anterior del ojo a partir de los 25 000 puntos de elevación real.^{61,62} El equipo permite además aislar específicamente la estructura deseada de la imagen tomográfica —en este caso el saco capsular— para ser analizada posteriormente. Los tomogramas del Pentacam tienen además la ventaja de no afectarse por los destellos de luz en la córnea (imágenes de Purkinje) que interfieran con el análisis. Esto sí sucede con las fotografías en retroiluminación tomadas por los sistemas de adquisición de imágenes en lámpara de hendidura, en que basan su análisis en otros programas de evaluación de la opacidad de cápsula posterior.^{61,62}

En el año 2011, en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" (ICO) se realizó un estudio por el Dr. *Iván Hernández* y otros, cuyo objetivo fundamental fue realizar la cuantificación de manera objetiva, estandarizada, confiable y reproducible, mediante el análisis de tomogramas del Pentacam la OCP.⁶² Este estudio permitió evaluar la eficacia del Pentacam en obtener imágenes de la OCP susceptibles de ser cuantificadas objetivamente mediante un software para el análisis de imágenes médicas llamado Image J 1.42q, desarrollado por el *National Institute of Health de Estados Unidos* y descargado libremente en su sitio web.⁶³ Esta cuantificación numérica es mucho más confiable para llegar a conclusiones menos segadas en las investigaciones que estudian las múltiples intervenciones que actualmente se investigan para reducir la incidencia de OCP. En este se concluyó que el análisis de tomogramas Scheimpflug por pentacam permite obtener un indicador preciso y reproducible para la cuantificación objetiva de la opacidad de la cápsula posterior, evitando así los errores humanos que van intrínsecamente ligados a la percepción subjetiva del grado de OCP al realizar la evaluación de la opacidad en la Lámpara de Hendidura.⁶²

Los pacientes con patologías vitreoretineanas severas muestran con mayor frecuencia OCP, lo cual se plantea que puede relacionarse con la necesidad de estos pacientes de procedimientos quirúrgicos múltiples y complejos como la vitrectomía posterior pars plana, asociado a facoemulsificación por la presencia de catarata. Esta opacidad puede ser secundaria al contacto de sustancias sustitutas del gel vítreo que son capaces de mostrar modificaciones importantes a nivel capsular con la subsecuente opacificación de la cápsula posterior y alta reflectividad en los estudios interferométricos. Por esta situación nos motivamos a realizar este trabajo cuyo objetivo fundamental es determinar si el sistema Scheimpflug por Pentacam tiene utilidad en la cuantificación objetiva de la opacidad de la cápsula posterior en estos pacientes tratados en el ICO "Ramón Pando Ferrer".

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y observacional para evaluar la utilidad del sistema Scheimpflug del pentacam, para la cuantificación de la OCP, en pacientes que fueron operados de catarata con implante de lente intraocular (LIO) sometidos a una vitrectomía previa con aceite de silicona y se compararon los resultados con los obtenidos en pacientes operados solo de cirugía del cristalino con LIO, en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", en el período comprendido entre abril del año 2012 y abril de 2014.

GRUPO DE PACIENTES (31) OPERADOS DE CATARATA CON LIO SOMETIDOS A VITRECTOMÍA POSTERIOR PREVIA CON ACEITE DE SILICONA

Criterios de inclusión

- Pacientes pseudofáquicos con vitrectomía previa quienes aún tenían aceite de silicona como sustituto del vítreo.
- Pacientes que estuvieron de acuerdo en participar en el estudio.

GRUPO DE PACIENTES (26) OPERADOS DE CATARATA CON LENTE INTRAOCULAR

Criterios de inclusión

- Pacientes operados de catarata quienes no habían sido previamente vitrectomizados.
- Grado de OCP determinado por la lámpara de hendidura (LH) distinto de 0.
- Pacientes que estuvieron de acuerdo en participar en el estudio.

COMUNES A AMBOS GRUPOS

Criterios de exclusión

Trastornos corneales severos (distrofias, degeneraciones, queratocono, leucoma) o cualquier opacidad de medios por delante la cápsula posterior.

Criterios de salida del estudio

Pacientes que no asistían a los controles indicados en el posoperatorio.

RESULTADOS

En el presente estudio se evaluó la utilidad de los tomogramas Scheimpflug del Pentacam en la cuantificación de la OCP en pacientes operados de catarata con implante de LIO sometidos a una vitrectomía previa, quienes mantenían aceite de silicona como sustituto del vítreo. Estos resultados se compararon con los obtenidos en pacientes sometidos solamente a cirugía de catarata con implante de LIO. En la [tabla 1](#) se comparan las medias de las edades entre los dos grupo de pacientes, si

bien la media de los pacientes sometidos a una vitrectomía previa fue ligeramente superior, la diferencia encontrada no fue estadísticamente significativa ($p= 0,250$).

Tabla 1. Comparación de las medias de edad entre los dos grupos de pacientes

Grupos	N	Media (años)	DE	Diferencias de medias	Intervalo de confianza de las diferencias de medias		P
					Inferior	Superior	
Pacientes vitrectomizados	31	69,0	9,24	2,78	-2,01	7,56	0,250
Pacientes no vitrectomizados	26	66,2	8,64				

N= 57.

DE: Desviación estándar.

Fuente: Historia clínica.

La tabla 2 muestra la distribución por sexos en ambos grupos de pacientes. Existió un predominio de los pacientes del sexo masculino en ambos grupos, pero hubo una homogeneidad en cuanto a la distribución por sexos entre los dos grupos de pacientes ($p= 0,177$).

Tabla 2. Distribución por sexos según el grupo de pacientes

Variable	Categorías	Grupo de pacientes				Total	
		Pacientes vitrectomizados		Pacientes no vitrectomizados		N	%
		N	%	N	%		
Sexo	Masculino	16	51,6	18	69,2	34	59,6
	Femenino	15	48,4	8	30,8	23	40,4
Total		31	54,4	26	45,6	57	100

N= 57.

Chi cuadrado de Pearson= 1,824; gl 1; $p= 0,177$.

Fuente: Historia clínica.

A partir de los resultados de la intensidad en píxeles, como indicador equivalente a la densidad del OCP, obtenidos mediante tomogramas Scheimpflug del pentacam, se analizaron las diferencias entre las medias para los diferentes valores del grado de OCP medidos con lámpara de hendidura teniendo en consideración las mediciones realizadas por el especialista en los pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona (tabla 3). Se observó que en la medida en que aumenta el grado por LH se incrementa la media obtenida de los tomogramas, pero la diferencia no es estadísticamente significativa ($p= 0,210$). Cuando se compara cada para por separado, puede observarse que no existen diferencias significativas entre las medias de los píxeles de los grados 1 y 2 ($p= 0,150$); grados 1 y 3 ($p= 0,100$) y grados 2 y 3 ($p= 0,965$).

Tabla 3. Valor promedio de la intensidad de píxeles de los tomogramas Scheimpflug del pentacam para cada grado de opacidad de la cápsula posterior por lámpara de hendidura en los pacientes vitrectomizados previamente

Grados	N	Media (U)	DE	IC-95 %		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
1	10	14567,2	9618,1	7686,8	21447,6	1598	30076
2	10	21529,5	11341,8	13416,0	29643,0	7815	46845
3	11	21727,4	9396,1	15415,1	28039,8	7625	34739
Total	31	19353,8	10346,7	15558,6	23149,0	1598	46845

Prueba de Levene: $p= 0,944$.

ANOVA de una cola: $p= 0,210$.

DE: Desviación estándar.

IC-95 %: Intervalo de confianza para la media al 95 %.

Grado 1 vs. grado 2; $p= 0,150$.

Grado 1 vs. grado 3: $p= 0,100$.

Grado 2 vs. grado 3: $p= 0,965$.

Fuente: Historia clínica.

La [tabla 4](#) muestra el comportamiento de las mediciones de la OCP obtenidas mediante tomogramas Scheimpflug del pentacam, según el grado de OCP determinado con lámpara de hendidura en los pacientes no vitrectomizados previamente. A diferencia de lo encontrado en los pacientes previamente vitrectomizados, aquí si existió una diferencia estadísticamente significativa para las medias de lectura obtenidas para los diferentes grados de OCP determinados por la LH. Como puede apreciarse, al igual que en el caso anterior, a medida que aumentan los grados de OCP determinados con LH, aumenta también la media de los valores de los píxeles, pero la variabilidad de las mediciones es significativamente mayor.

Tabla 4. Comportamiento de las mediciones de la opacidad de la cápsula posterior obtenidas mediante tomogramas Scheimpflug del pentacam determinado con lámpara de hendidura en los pacientes no vitrectomizados previamente

Grados	N	Media (U)	Desviación estándar	Intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
				Límite inferior	Límite superior		
1	9	9203,9	2925,5	6955,1	11452,6	5387	13908
2	9	20163,9	3199,9	17707,2	22623,6	14596	23520
3	8	42038,0	13404,9	30831,2	53244,8	26848	67388
Total	26	23005,4	15611,4	16794,9	29406,0	5387	67388

$p= 0,004$ Prueba de Levene.
 $p= 0,000$ ANOVA de una cola.
 Grado 1 y grado 2: $p= 0,000$.
 Grado 1 y grado 3: $p= 0,003$.
 Grado 2 y grado 3: $p= 0,000$.
 Fuente: Historia clínica.

La [tabla 5](#) muestra el análisis de regresión lineal para determinar la concordancia entre los valores de la intensidad de píxeles de los tomogramas calculados con Image J y los grados de OCP determinados con lámpara de hendidura en pacientes vitrectomizados previamente. Obsérvese que el coeficiente de regresión (R) está distante del valor 1, lo que no habla a favor de que las medias de intensidad de píxeles sean una función del grado de opacidad determinado por lámpara de hendidura. No existe una concordancia lineal entre estas variables ($p= 0,120$).

La [tabla 6](#) muestra el análisis de la reproducibilidad de las lecturas realizadas por los dos observadores con la LH, en pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona. Para este análisis se empleó la prueba de los signos (prueba no paramétrica). Puede apreciarse que si bien se presentaron diferencias entre las mediciones de la OCP entre los dos observadores, las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas, por lo que puede plantearse que existió un porcentaje importante de coincidencia entre estas mediciones.

Tabla 5. Modelos de regresión para evaluar la concordancia entre las mediciones realizadas con ambos sistemas en pacientes vitrectomizados previamente

Modelo I	R		R ²	R ² corregida	Error estándar de la estimación
1	0,285 (a)		0,081	0,050	10086,8
Modelo II	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	P
	B	Error estándar	Beta		
Constante	12183	4829,4	-	2,523	0,017
Intensidad de píxeles calculado con Imagen J	3528,1	2202,8	0,285	1,602	0,120

N= 31.

(a): Variable predictora (constante): grado de opacidad de la cápsula posterior medida con lámpara de hendidura.

Variable dependiente: Intensidad de píxeles calculado con Imagen J.

I: Resumen del modelo.

II: Coeficientes.

Fuente: Historia clínica.

Tabla 6. Concordancia interobservador de las mediciones con la lámpara de hendidura

Estadio clínico	Diferencias	N	%
Lectura del Especialista y del Residente con lámpara de hendidura	Negativas ^a	5	16,1
	Positivas ^b	7	22,6
	Empates ^c	19	61,3
	Total	31	100

^a Lectura del Especialista < lectura del Residente con la lámpara de hendidura.

^b Lectura del Especialista > lectura del Residente con la lámpara de hendidura.

^c Lectura del Especialista = lectura del Residente con la lámpara de hendidura.

Prueba de los signos: $p= 0,774$.

Fuente: Historia clínica.

Para determinar el grado de asociación de los resultados de las mediciones realizadas con el sistema Scheimpflug de los dos observadores, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman (prueba no paramétrica, que no toma en cuenta la distribución normal de la variable, ni la presencia de valores extremos). Se observó que el coeficiente alcanzó un valor cercano a 1, lo que habla de un alto grado de asociación entre las dos mediciones y este grado de correlación fue estadísticamente significativo (Fig.).

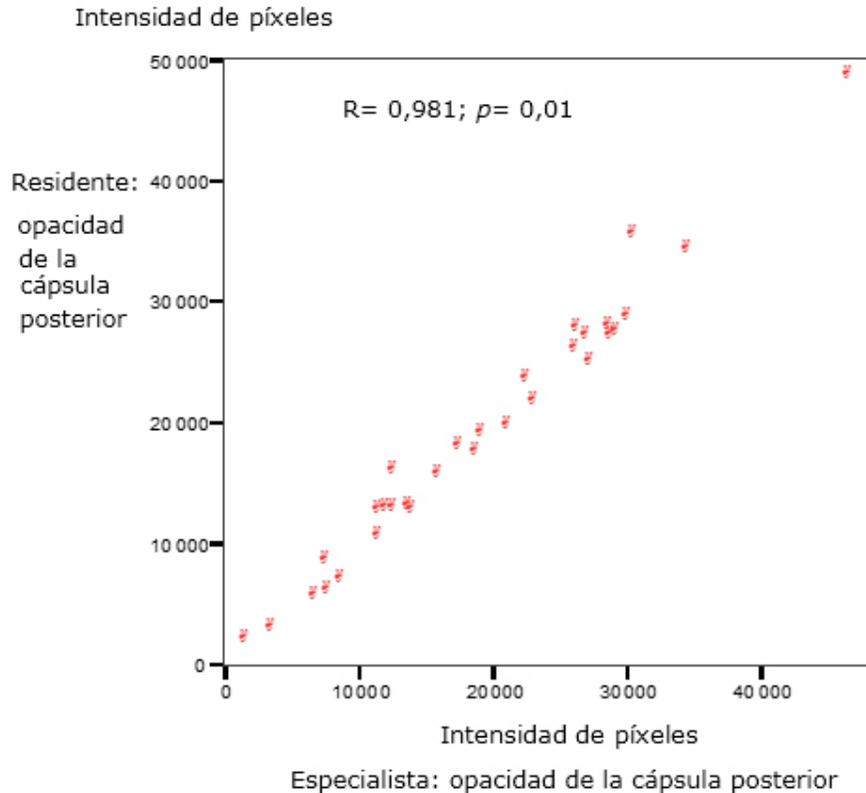


Fig. 1. Correlación interobservador de las mediciones realizadas con los tomogramas Scheimpflug del pentacam en pacientes vitrectomizados previamente, mediante tomografía de coherencia óptica.

La [tabla 7](#) muestra la comparación de las medias de las intensidades de píxeles de los tomogramas calculados con Imagen J según el grado de OCP determinado con LH, en los pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona operados de catarata con LIO y en los pacientes que solo fueron operados de catarata con LIO. Como puede observarse, para los grados 1 y 2, las medias de las intensidades de píxeles, como indicador de densidad de la OCP, fueron superiores para los pacientes pseudofáquicos con silicona (14567,2 U vs. 9203,9 U y 21458,8 U vs. 20163,9 U, respectivamente), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, para los pacientes grado 3, el valor promedio de las intensidades de píxeles en los pacientes no vitrectomizados previamente fue muy superior al de los pacientes vitrectomizados (42038,0 U vs. 21727,4 U), donde la diferencia fue estadísticamente significativa ($p = 0,001$).

Tabla 7. Media de intensidad de píxeles por Imagen J, según los grados de opacidad, por lámpara de hendidura en ambos grupos

Grado	Tipo de pacientes	N	P Prueba de Levene	Media (U)	DE	P
1	PSAS	10	0,013*	14567,2	9618,1	0,122
	PNVP	9		9203,9	2925,5	
2	PSAS	10	0,029*	21458,8	11359,1	0,736
	PNVP	9		20163,9	3199,7	
3	PSAS	11	0,513	21727,4	9396,1	0,001
	PNVP	8		42038,0	13404,9	

* No homogeneidad de las varianzas.

DE: Desviación estándar.

PSAS: Pacientes pseudofáquicos con aceite de silicona.

PNVP: Pacientes no vitrectomizados previamente.

Fuente: Historia clínica.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se realizó una caracterización demográfica de los pacientes que serían evaluados y se reportaron edades como promedio superiores a los 65 años en ambos grupos. Las diferencias que existen no son significativas desde el punto de vista estadístico, lo cual es coincidente con lo reportado por *Hernández López* y otros.⁶² Cuando se analiza la distribución de los pacientes según el sexo, se observa que los pacientes hombres predominan en ambos grupos pero no existe asociación entre el género y el grupo al cual pertenece el paciente. Este resultado coincide con lo reportado por *Tanaka* y otros,⁹⁴ aunque pensamos que en nuestra muestra el predominio del sexo masculino está relacionado con la enfermedad vitreoretinal de base que causó la vitrectomía previa a la cirugía de catarata.

Tomando como base los estudios anteriores de *Grewal* y *Hernández López*, quienes lograron cuantificar objetivamente la OCP mediante el uso de tomogramas del Pentacam en pacientes operados de catarata sin otro tipo de comorbilidad y demostraron su correlación con los grados de OCP evaluados por lámpara de hendidura,^{61,62} la pregunta a realizarse es si estos tomogramas del pentacam podrían, de la misma manera, ser utilizados para este fin en pacientes pseudofáquicos previamente vitrectomizados que aún tenían aceite de silicona como sustituto del vítreo y si existiría concordancia con las mediciones realizadas con la LH.

Preferimos en nuestro estudio utilizar un análisis de regresión lineal por ser muy útil cuando dos métodos tienen diferentes unidades de medición como en este caso, donde existe una medición subjetiva en la cual se establecen los grados del comportamiento vs. una cuantificación objetiva del comportamiento. En este caso no se puede reemplazar la medida de un método con las medidas dadas por el otro,

porque no están midiendo la misma cantidad. Sin embargo, sí se puede predecir cuál medida del viejo método puede ser dada por el nuevo método. Si existe una buena concordancia con las medidas del viejo método, entonces ambos métodos dan una información similar y se puede remplazar el método viejo por el nuevo. Este sería el problema a resolver con este estudio.

Antes de realizar la regresión lineal es importante saber si existen diferencias no debidas al azar entre las medias de intensidad de píxeles para los diferentes grados de OCP determinado con LH. Si bien las medias aumentan en la medida en que aumentan los grados de OCP, la diferencia estadística no es significativa como para excluir el azar. Es muy difícil en este caso que exista una relación lineal entre ambas técnicas, o que pueda realizarse la predicción de una a partir de la otra, como sí sucede en los pacientes no vitrectomizados donde el comportamiento de las medias según el grado determinado por LH muestra diferencias entre sí de manera estadísticamente significativa. A pesar de esto, se realizó el análisis de regresión lineal para determinar la concordancia entre los valores de la intensidad de píxeles de los tomogramas calculados con Imagen J y los grados de OCP determinados con LH. El coeficiente de regresión está distante del valor 1 ($r = 0,285$), lo que no está a favor de que las medias de la intensidad en píxeles sean una función del grado de opacidad determinado por LH, por lo que no existe una concordancia lineal entre estas variables.

Atribuimos los resultados mostrados en este estudio a la presencia de imágenes de hiperreflectividad en varios de los tomogramas de los PSAS, que se comportan como artefactos en el área analizada cuya intensidad de píxeles es muy elevada, por lo que el software Image J sobrestima el grado real de la OCP en dichas imágenes, y afecta de algún modo la dispersión de las hendiduras de luz mediante las cuales el pentacam registra las imágenes Sheimpflug a partir de las cuales se obtiene el tomograma tridimensional usado en este estudio.

Es importante recalcar que estas imágenes hiperreflectivas no aparecen en la totalidad de los tomogramas y son generalmente observadas en pacientes en quienes el examen biomicroscópico revela la presencia de pequeñísimas partículas de aceite de silicona en la cámara anterior del ojo, que de algún modo afecta la dispersión de las hendiduras de luz mediante las cuales el pentacam registra las imágenes Sheimpflug a partir de las que se obtiene el tomograma tridimensional usado en este estudio.

Este comportamiento no coincide con lo publicado previamente por *Grewal*⁶⁰ y *Hernández López*,⁶² quienes reportan coeficientes de correlación cercanos a 1, pero en los pacientes de ambos estudios no se había sustituido el vítreo por aceite de silicona ni se reportaron estas imágenes hiperreflectivas en los tomogramas. Para explicarlo tuvimos en cuenta que la silicona tiene propiedades diferentes al humor vítreo en cuanto a viscosidad (tiene una alta viscosidad entre 1 000 y 5 000 cs), gravedad específica (0,97, menor que la del humor vítreo), tensión interfacial y flotabilidad.⁹⁵ Además, la reflexión geométrica de la luz es un fenómeno óptico bastante común que se produce cuando la superficie reflectora tiene rugosidades en el orden de los cientos de micrómetros. En este caso el rayo de luz se refleja uniformemente en todas direcciones, según la ley de Snell. Cuando la rugosidad de la superficie reflectora es el orden de las nanopartículas, se ha descrito un nuevo fenómeno que se conoce como reflexión en ondas de la luz. Si se tiene en cuenta que la viscosidad del aceite de silicona viene dada por el peso molecular y la talla de molécula, cabría preguntarse en qué medida la viscosidad del aceite empleado pudiera afectar el comportamiento de la medición.⁹⁶

Este razonamiento puede ser también sustentado por el estudio de la OCP mediante la tomografía de coherencia óptica de *Moreno* y otros,⁴⁸ quienes señalan que cada pico de reflectividad se forma cuando la estructura del tejido cambia. Si se producen dos picos de intensidades, el primero es producido por los cambios de reflectividad entre el material de la LIO y la cápsula posterior y el segundo es el resultado del cambio de reflectividad entre la cápsula posterior y el vítreo. Si se sustituye en cierta medida el vítreo con aceite de silicona, por qué no pudiera estar afectado el comportamiento de este segundo pico. Es importante señalar que *Moreno*⁴⁸ no encontró diferencia significativa desde el punto de vista estadístico, en cuanto a la intensidad de píxeles con distintos tipos de OCP (perlada o fibrosa).

Se procedió a determinar si existía reproducibilidad en las mediciones del mismo paciente realizadas por dos investigadores diferentes, con cada una de las técnicas utilizadas en el estudio. A pesar de ser las mediciones con la LH más subjetivas, las diferencias encontradas no tenían significación estadística. Por otra parte, el coeficiente de correlación entre las mediciones realizadas por la especialista y el residente a partir de los tomogramas era alto ($r = 0,981$), lo que significaba un alto grado de asociación entre ambas mediciones. Este resultado coincide con lo reportado por *Grewal*.⁶⁰

Por último, cuando se compararon las mediciones con los tomogramas en ambos grupos de pacientes, pudo observarse que en los grados 1 y 2 las medias de los valores determinadas con los tomogramas del Pentacam eran llamativamente superiores en los pacientes vitrectomizados, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa. Este resultado también puede explicarse en la sobrestimación que el software realizó de la OCP en los pacientes vitrectomizados, a partir de las imágenes hiperreflectivas antes mencionadas. El comportamiento significativamente invertido de las medias para el grado 3 resulta realmente paradójico. En nuestra opinión la causa fundamental solo puede responder caprichosamente a la presencia del aceite en cámara anterior y por tanto los artefactos en los tomogramas son observados con menor frecuencia en pacientes evaluados como grado 3 en la lámpara de hendidura, y en segundo lugar, aunque en menor grado, a las diferencias de evaluación en lámpara de hendidura entre el especialista y el residente.

Hasta el momento, con los resultados actuales del trabajo y el análisis realizado, debemos plantear que el sistema Scheimpflug no es útil para la cuantificación objetiva de la OCP en pacientes pseudofáquicos previamente vitrectomizados que aún tienen aceite de silicona. Serán necesarios otros estudios que permitan una mejor orientación en cuanto a su utilidad o no.

Conflicto de intereses

El equipo de investigación declara no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Academy of Ophthalmology. Cataract in the Adult Eye Preferred. EE.UU.: AAO; 2001.
2. Resnikoff S, Pascolini D. Global data on visual impairment in the year 2002. Ginebra: Bull World Health Organ; 2004.

3. Braunstein RE, Airiani S. Cataract surgery results after pars plana vitrectomy. *Curr Opin Ophthalmol*. 2003;14:150-4.
4. Nieto I. Cirugía de la catarata en enfermedades vitreoretinianas. LXXV Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Oftalmología; 1999 [citado 19 abril 2009]; Disponible en: <http://www.oftalmo.com/publicaciones/vitreoretiniana/>
5. Machemer R. Proliferative vitreoretinopathy (PVR). A personal approach of its pathogenesis and treatment: proctor lecture. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1998;29:1771-83.
6. Heimann K, Dahl B, Dimopoulos S. Pars plana vitrectomy and silicone oil injection in proliferative diabetic retinopathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1989;227:152-6.
7. Hoerauf H, Roider J, Boop S, Lucke K, Laqua H. Endotamponade mit Silikonöl bei schwerer proliferativer retinopathie mit Anliegender netzhaut. *Ophthalmologie*. 1995;92:657-62.
8. Corcóstequi B, Mateo C. Principios y técnicas básicas Sustitutos Vitreos. LXXV Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Oftalmología. 1999 [citado 19 abril 2009]; Disponible en: <http://www.oftalmo.com/publicaciones/vitreoretiniana/>
9. Rizzo S, Genovesi EF. Heavy Silicone Oil for Persistent Macular Holes. In: Kriegstein GK, Weinreb RN, editors. *Essentials in ophthalmology Vitreo-Retinal Surgery*. New York: Springer; 2007. p. 19-25.
10. Pujol GO. Uso del aceite de silicona en el desprendimiento complejo de la retina. Resumen del 32 Congreso de la Sociedad Catalana de Oftalmología. *Ann Ophthalmol*. 2002;10(4):247-8.
11. Cotlier E. The lens. In: Moses RA, Hart WMJ, editors. *Alders Physiology of the eye Clinical Application*. St. Louis: C. V. Mosby; 1987. p. 268-90.
12. Bron AJ, Vrensen GF, Koretz J. The Ageing Lens. *Ophthalmology*. 2000;214(1):86-104.
13. Fernández de Ortega L, Romero MR. Facoemulsificación en pacientes con vitrectomía previa. En: Centurión V, Nicol CL, editors. *El Libro del Cristalino de las Américas*. Brasilia: Livraria Santos Editora; 2007. p. 788.
14. Centurión V, Lacava AC, Caballero JC. Lente intraocular com cromoforo amarelo. *Bras Ophthalmol*. 2004;63(7-8):424-31.
15. Mandal S, Gadia R, Dada T, Garg SP. Facoemulsificación después de la cirugía vitreoretiniana. En: Mahipal S, editor. *Técnicas de la cirugía de catarata*; 2008. p. 287-93.
16. Hernández López I, Castro González Y, Trujillo Fonseca K, Cepero Hernández L, Miranda Hernández I. Opacidad de la cápsula posterior. En: Río Torres M, editor. *Oftalmología. Criterios y tendencias actuales*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 307-17.

17. American Academy of Ophthalmology. Complications of cataract surgery. Lens and cataract. EE.UU.: American Academy of Ophthalmology (Basic and Clinical Science Course; 11); 2009. p. 182-6.
18. Lewis AC. Interleukin-6 in the pathogenesis of posterior capsule opacification and the potential role for interleukin-6 inhibition in the future of cataract surgery. *Med Hypotheses*. 2013; 80(4):466-74.
19. Yao Y, Shao J, Tan X, Xu H, Hu W, Huang H, et al. Effect of diclofenac sodium combined with nuclear rotation on the prevention of posterior capsule opacification: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(4):733-9.
20. Zemaitiene R, Jasinskas V. Prevention of posterior capsule opacification with 3 intraocular lens models: a prospective, randomized, long-term clinical trial. *Medicina (Kaunas)*. 2012;47(11):595-9.
21. Liu H, Wu L, Fu S, Hou Y, Liu P, Cui H, et al. Polylactide-glycolic acid and rapamycin coating intraocular lens prevent posterior capsular opacification in rabbit eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009;247(6):801-7.
22. Mukai K, Matsushima H, Gotoh N, Aose M, Satoshi W, Wataru T, et al. Efficacy of ophthalmic nonsteroidal antiinflammatory drugs in suppressing anterior capsule contraction and secondary posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(9):1614-8.
23. Raj SM, Vasavada AR, Kaid JS, Vasavada VA. Post-operative capsular opacification. *Nepal J Ophthalmol*. 2009;1(1):43-59.
24. Jonhede S, Petersen A, Zetterberg M, Karlsson JO. Acute effects of the sigma-2 receptor agonist siramesine on lysosomal and extra-lysosomal proteolytic systems in lens epithelial cells. *Mol Vis*. 2010 [citado 20 Septiembre 2013]; 16. Disponible en: <http://www.molvis.org/molvis/v16/a92/>
25. Dieleman M, Wubbels RJ, van Kooten-Noordzij M, de Waard PW. Single perioperative subconjunctival steroid depot versus postoperative steroid eyedrops to prevent intraocular inflammation and macular edema after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2010;37(9):1589-97.
26. Donnenfeld ED, Holland EJ, Solomon KD, Fiore J, Gobbo A, Prince J, et al. A multicenter randomized controlled fellow eye trial of pulse-dosed difluprednate 0.05 % versus prednisolone acetate 1 % in cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2011;152(4):609-17.
27. Dick HB, Schultz T. Primary posterior laser-assisted capsulotomy. *J Refract Surg*. 2014; 30(2):128-33.
28. Ecsedy M, Mihaltz K, Kovacs I, Takacs A, Filkorn T, Nagy ZZ. Effect of femtosecond laser cataract surgery on the macula. *J Refract Surg*. 2011;27(10):717-22.
29. Hara T, Narita M, Hashimoto T, Motoyama Y. Long-term study of posterior capsular opacification prevention with endocapsular equator rings in humans. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(7):855-63.

30. Lusef SN, Lusef NL. Comparison study of new nucleus fragmentation technique in dense cataract phacoemulsification. *Vestn Oftalmol.* 2012;128(5):18-20.
31. Junemann A, Schlotzer-Schrehardt U, Naumann GO. Effect of a capsular tension ring on prevention of intraocular lens decentration and tilt and on anterior capsule contraction after cataract surgery. *Jpn J Ophthalmol.* 2009;53(3):288.
32. Chomanska U, Krasnicki P, Proniewska-Skrettek E, Mariak Z. Anterior capsule contraction syndrome after cataract phacoemulsification surgery. *Klin Oczna.* 2010;112(7-9):243-6.
33. Hayashi K, Yoshida M, Hirata A, Hayashi H. Anterior capsule relaxing incisions with neodymium: YAG laser for patients at high-risk for anterior capsule contraction. *J Cataract Refract Surg.* 2010;37(1):97-103.
34. Buehl W, Findl O. Advances in optic designs to reduce PCO. In: Garg A, Fine H, editors. *Mastering the techniques of advance phaco surgery.* New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 408-13.
35. Ollerton A, Werner L, Fuller SR, Kavoussi SC, McIntyre JS, Mamalis N. Evaluation of a new single-piece 4 % water content hydrophobic acrylic intraocular lens in the rabbit model. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(10):1827-32.
36. Zemaitiene R, Jasinskas V, Barzdziukas V, Auffarth GU. Prevention of posterior capsule opacification using different intraocular lenses (results of one-year clinical study). *Medicina (Kaunas).* 2004;40(8):721-30.
37. Kavoussi SC, Werner L, Fuller SR, Hill M, Burrow MK, McIntyre JS, et al. Prevention of capsular bag opacification with a new hydrophilic acrylic disk-shaped intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(12):2194-200.
38. Schein OD, Banta JT, Chen TC, Pritzker S, Schachat AP. Lessons learned: wrong intraocular lens. *Ophthalmology.* 2012;119(10):2059-64.
39. Watanabe K, Negishi K, Torii H, Saiki M, Dogru M, Tsubota K. Simple and accurate alignment of toric intraocular lenses and evaluation of their rotation errors using anterior segment optical coherence tomography. *Jpn J Ophthalmol.* 2012;56(1):31-7.
40. Kociecki J, Stopa M, Zalecki K. Evaluation of the disc shaped lens in the combined cataract and vitrectomy surgery. *Klin Oczna.* 2009;111(4-6):115-8.
41. Findl O, Buehl W, Menapace R, Georgopoulos M, Rainer G, Siegl H, et al. Comparison of 4 methods for quantifying posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(1):106-11.
42. Bender L, Spalton DJ, Uyanonvara B, Boyce J, Heatley C, Jose R, et al. POComan: new system for quantifying posterior capsule opacification. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(10):2058-63.
43. Findl O, Buehl W, Siegl H, Pinz A. Removal of reflections in the photographic assessment of PCO by fusion of digital retroillumination images. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44(1):275-80.

44. Hirschsall N, Amir-Asgari S, Maedel S, Findl O. Predicting the postoperative intraocular lens position using continuous intraoperative optical coherence tomography measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(8):5196-203.
45. Hirschsall N, Crnej A, Gangwani V, Findl O. Comparison of methods to quantify posterior capsule opacification using forward and backward light scattering. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(5):728-35.
46. Aslam TM, Patton N, Rose CJ. OSCA: a comprehensive open-access system of analysis of posterior capsular opacification. *BMC Ophthalmol.* 2006;6:30.
47. Nekolova J, Jiraskova N, Pozlerova J, Rozsival P. Three-year follow-up of posterior capsule opacification after AquaLase and NeoSoniX phacoemulsification. *Am J Ophthalmol.* 2009;148(3):390-5.
48. Moreno-Montanes J, Alvarez A, Maldonado MJ. Objective quantification of posterior capsule opacification after cataract surgery, with optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005;46(11):3999-4006.
49. Fercher AF, Hitzenberger CK, Drexler W, Kamp G, Sattmann H. In vivo optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 1993;116(1):113-4.
50. Baumgartner A, Hitzenberger CK, Sattmann H, Drexler W, Fercher AF. Signal and resolution enhancements in dual beam optical coherence tomography of the human eye. *J Biomed Opt.* 1998;3(1):45-54.
51. Huang D, Swanson EA, Lin CP, Schuman JS, Stinson WG, Chang W, et al. Optical coherence tomography. *Science.* 1991;254(5035):1178-81.
52. Huang D, Tang M, Wang L, Zhang X, Armour RL, Gattey DM, et al. Optical coherence tomography-based corneal power measurement and intraocular lens power calculation following laser vision correction (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2013;111:34-45.
53. Zysk AM, Nguyen FT, Oldenburg AL, Marks DL, Boppart SA. Optical coherence tomography: a review of clinical development from bench to bedside. *J Biomedical Optics.* 2007;12(5):051403.
54. Kaufman SC, Musch DC, Belin MW, Cohen EJ, Meisler, Reinhart DMWJ, et al. *Confocal Microscopy: A Report by the American Academy of Ophthalmology.* *Ophthalmology.* 2004;111(2):396-496.
55. Fercher AF, Mengedoht K, Werner W. Eye length measurement by interferometry with partially coherent light. *Optics Letters.* 1988;13(3):186-8.
56. Adhi M, Liu JJ, Qavi AH, Grulkowski I, Lu CD, Mohler KJ, et al. Choroidal analysis in healthy eyes using swept-source optical coherence tomography compared to spectral domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2014;157(6):1272-81.
57. Altiparmak UE, Ersoz I, Hazirolan D, Koklu B, Kasim R, Duman S. The impact of Nd: YAG capsulotomy on foveal thickness measurement by optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2010;41(1):67-71.

58. Bae SH, Hwang JS, Yu HG. Comparative analysis of macular microstructure by spectral-domain optical coherence tomography before and after silicone oil removal. *Retina*. 2012; 32(9): 1874-83.
59. Bosnar D, Kuzmanovic Elabjer B, Basic M, Bjelos Roncevic M, Miletic D, Barac J. Optical low-coherence reflectometry enables preoperative detection of zonular weakness in pseudoexfoliation syndrome. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2011; 250(1): 87-93.
60. Grewal D, Jain R, Brar GS, Grewal SP. Pentacam tomograms: a novel method for quantification of posterior capsule opacification. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008; 49(5): 2004-8.
61. Jain R, Grewal SP. Pentacam: Principle and Clinical Applications. *J Curr Glaucoma Pract* 2009; 3(2): 20-32.
62. Hernández López I, Nuñez Larín Y, Fernández Hernández Y, Veitia Rovirosa Z, Pérez Candelaria E, Padilla González C. Cuantificación objetiva de la opacidad de la cápsula posterior mediante tomogramas Scheimpflug del Pentacam. *Rev Cubana Oftamol*. 2011; 24(2): 208-19.
63. Rasband W. Image J. 1.42. EE.UU.: National Institute of Health; 2011.
64. Hernández Silva JR, Río Torres M, Padilla González CM. Resultados del RACSS en Ciudad de La Habana, Cuba, 2005. *Rev Cubana Oftamol*. 2006; 19(1): 1-7.
65. Foster A. Visión 2020: el desafío de la catarata. *Rev Salud Ocular*. 2006; 1(1): 12-7.
66. Hernández Silva JR. Resultados del Programa de Salud Ocular en Cuba 2004-2005. *Rev Cubana Oftamol*. 2004; 17(2): 2-9.
67. Lansingh VC. The epidemiology of cataract and blindness. *El libro del Cristalino de las Américas*. Brasil: Editorial Livraria Santos; 2007. p. 41-8.
68. Kanski JJ. *Oftalmología clínica*. Barcelona: Elsevier; 2008.
69. Awasthi N, Guo S, Wagner BJ. Posterior capsular opacification: a problem reduced but not yet eradicated. *Arch Ophthalmol*. 2009; 127(4): 555-62.
70. Centurion V, Nicoli C, Villar-Kuri J. *El cristalino de las Américas*. Santos; 2009.
71. Iwase T, Oveson BC, Nishi Y. Posterior capsule opacification following 20 and 23 gauge phacovitrectomy (posterior capsule opacification following phacovitrectomy). *Eye*. 2012; 26(11): 1459-64.
72. Frezzotti R, Caporossi A. Pathogenesis of posterior capsular opacification. Part I. Epidemiological and clinico-statistical data. *J Cataract Refract Surg*. 1990; 16(3): 347-52.
73. Flores Gaitán A, Morales Gómez ME, Matiz H, Garzón M. Opacidad de la cápsula posterior después de facoemulsificación. Evaluación de varios tipos de lentes intraoculares. *Rev Mex Oftamol*. 2005; 79(3): 159-62.

74. Raj SM, Vasavada AR, Johar SR, Vasavada VA. Post-operative capsular opacification: a review. *Int J Biomed Sci.* 2007;3(4):237-50.
75. Kovacs I, Kranitz K, Sandor GL, Knorz MC, Donnerfeld ED, Nuijts RM, et al. The effect of femtosecond laser capsulotomy on the development of posterior capsule opacification. *J Refract Surg.* 2014;30(3):154-8.
76. Langwinska-Wosko E, Broniek-Kowalik K, Szulborski K. The impact of capsulorhexis diameter, localization and shape on posterior capsule opacification. *Med Sci Monit.* 2011;17(10):577-82.
77. Nixon DR, Woodcock MG. Pattern of posterior capsule opacification models 2 years postoperatively with 2 single-piece acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36(6):929-34.
78. Shah GD, Vasavada AR, Praveen MR, Shah AR, Trivedi RH. Incidence and influence of posterior capsule striae on the development of posterior capsule opacification after 1-piece hydrophobic acrylic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(2):202-7.
79. van Bree MC, van den Berg TJ, Zijlmans BL. Posterior capsule opacification severity, assessed with straylight measurement, as main indicator of early visual function deterioration. *Ophthalmology.* 2013;120(1):20-33.
80. Wensheng L, Wu R, Wang X, Xu M, Sun G, Sun C. Clinical complications of combined phacoemulsification and vitrectomy for eyes with coexisting cataract and vitreoretinal diseases. *Eur J Ophthalmol.* 2009;19(1):37-45.
81. Wormstone IM, Wang L, Liu CS. Posterior capsule opacification. *Exp Eye Res.* 2009;88(2):257-69.
82. Grewal DS, Grewal SP. Clinical applications of Scheimpflug imaging in cataract surgery. *Saudi J Ophthalmol.* 2012;26(1):25-32.
83. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Reproducibility of posterior capsule opacification measurement using Scheimpflug videophotography. *J Cataract Refract Surg.* 1998;24(12):1632-5.
84. Findl O, Buehl W, Bauer T, Sycha T. Intervenciones para la prevención de la opacificación de la cápsula posterior. *Biblioteca Cochrane Plus.* 2010(2):20-40.
85. Ramirez-Miranda A, de la Mota A, Jimenez-Corona A, Graue-Hernandez EO. Repeatability, reproducibility and agreement between three different Scheimpflug systems in measuring corneal and anterior segment biometry. *J Refract Surg.* 2014;30(9):616-21.
86. Kopacz D, Maciejewicz P, Kecik D. Pentacam-the new way for anterior eye segment imaging and mapping. *Klin Oczna.* 2005;107(10-12):728-31.
87. Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, Bax L, Tsutsui K, Aizawa D, et al. Repeatability, reproducibility, and agreement characteristics of rotating Scheimpflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(1):127-33.

88. Kim SW, Kim EK, Cho BJ, Song KY, Kim TI. Use of the pentacam true net corneal power for intraocular lens calculation in eyes after refractive corneal surgery. *J Refract Surg.* 2009;25(3):285-9.
89. Kirkwood BJ, Hendicott PL, Read SA, Pesudovs K. Repeatability and validity of lens densitometry measured with Scheimpflug imaging. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(7):1210-5.
90. Pinero DP, Alio JL, Aleson A, Escaf M, Miranda M. Pentacam posterior and anterior corneal aberrations in normal and keratoconic eyes. *Clin Exp Optom.* 2009;92(3):297-303.
91. Pinero DP, Sáenz González C, Alió JL. Intraobserver and interobserver repeatability of curvature and aberrometric measurements of the posterior corneal surface in normal eyes using Scheimpflug photography. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(1):113-20.
92. Rosales P, Marcos S. Pentacam Scheimpflug quantitative imaging of the crystalline lens and intraocular lens. *J Refract Surg.* 2009;25(5):421-8.
93. Wegener A, Laser-Junga H. Photography of the anterior eye segment according to Scheimpflug's principle: options and limitations - a review. *Clin Experiment Ophthalmol.* 2009;37(1):144-54.
94. Tanaka Y, Kato S, Miyata K, Honbo M, Nejima R, Kitano S, et al. Limitation of Scheimpflug videophotography system in quantifying posterior capsule opacification after intraocular lens implantation. *Am J Ophthalmol.* 2004;137(4):732-5.
95. Barca F, Caporossi T, Rizzo S. Silicone Oil: Different Physical Properties and Clinical Applications. *BioMed Res Int.* 2014:1-6.
96. Murray DC, Durrani OM, Good P, Benson MT, Kirkby GR. Biometry of the silicone oil-filled eye. London, England: *Eye.* 2002;16(6):727-30.

Recibido: 4 de marzo de 2016.

Aprobado: 28 de junio de 2016.

Zucell Ana Veitía Rovirosa. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer".
La Habana, Cuba. Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, La Habana, Cuba. Correo electrónico: zucella@infomed.sld.cu