INVESTIGACIONES

Cuantificación objetiva de la opacidad de la cápsula posterior mediante tomogramas Scheimpflug del Pentacam

Objective quantification of opacification of posterior capsule by using Scheimpflug Pentacam tomograms

Dr. Iván Hernández López, Dra. Yisell Nuñez Larín, Tec. Yaquelin Fernández Hernández, Dra. Zucell Veitía Rovirosa, Dra. Eneida Pérez Candelaria, Dra. Carmen Padilla González

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

RESUMEN

Objetivo: Cuantificar objetivamente la opacidad de la cápsula posterior poscirugía de catarata con implante de lente intraocular mediante el uso de la cámara Scheimpflug del Pentacam y evaluar su correlación con la gradación subjetiva mediante lámpara de hendidura.
Métodos: Se estudiaron 35 ojos operados de catarata por facoemulsificación en el Instituto Cubano de Oftalmología de marzo a septiembre de 2010. Se evaluó el grado opacidad capsular mediante examen por lámpara de hendidura y por análisis de tomogramas Scheimpflug con el software libre Image J. Finalmente se calculó la correlación entre ambos procederes.
Resultados: El valor promedio de la intensidad de pixeles de los tomogramas del Pentacam resultó de 21,142 unidades. Existió correlación positiva significativa entre el grado de severidad de la opacidad de la cápsula posterior por lámpara de hendidura y la intensidad de pixeles de la opacidad de la cápsula posterior obtenida del análisis de los tomogramas del Pentacam. (p= 0,000; r= 0,961) Se observó una correlación negativa significativa entre la mejor agudeza visual corregida y ambos procedimientos.
Conclusión: El análisis de tomogramas Scheimpflug permite obtener un indicador preciso y reproducible para la cuantificación objetiva de la opacidad de la cápsula posterior.

Palabras clave: Cirugía de catarata, opacidad de cápsula posterior, Pentacam, cámara Scheimpflug.

ABSTRACT

Objectives: To objectively quantify the posterior capsule opacification (PCO) after cataract surgery and intraocular lens implantation by analyzing Scheimpflug Pentacam tomograms and to evaluate its relation with the subjective gradation by using slit lamp exam.
Methods: Thirty five eyes were studied after cataract surgery and intraocular lens implantation at Cuban Institute of Ophthalmology from March to September 2010. PCO was evaluated based on both slit lamp exam and Scheimpflug Images analysis. Correlation coefficients were calculated for both procedures.
Results: Mean pixel-intensity value using Image J was 21.142. There was a significant positive correlation between PCO severity grade (P = 0.000; r = 0.961) by slit lamp gradation and PCO pixel intensity obtained from Pentacam tomograms analysis. A significant negative correlation was observed between best corrected visual acuity and both procedures.
Conclusions: Scheimpflug tomograms analysis is an applicable method to obtain a factual and reliable indicator for PCO objective quantification.

Key words: Cataract surgery, posterior capsule opacification, Pentacam, Scheimpflug Camera.

INTRODUCCIÓN

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 continúa siendo una de las complicaciones más frecuentes, tras una cirugía exitosa, que compromete de manera importante el resultado visual obtenido.[1] Aunque la capsultomía 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.[2]

Un análisis lo más exacto posible de la opacidad de la cápsula posterior (OCP) es de gran importancia para poder evaluar objetivamente, el efecto de las diferentes intervenciones que actualmente se realizan para reducir su desarrollo.[3] Entre ellas el uso de múltiples sustancias farmacológicas,[4-9] modificaciones en las técnicas quirúrgicas[10-18] y diferentes lentes intraoculares en cuanto a composición y diseño.[19-26]

En los últimos años han surgido varios sistemas de imágenes. No obstante no existe hasta el presente un consenso sobre cuál es el mejor método para la cuantificación objetiva de la OCP.[27-30]

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.[30] El primer sistema Scheimpflug solo capturaba imágenes en un solo meridiano. Este sistema fue desarrollado más adelante por Hayashi y colaboradores en 1998, logrando analizar imágenes obtenidas en 4 meridianos. A este doctor se deben los primeros trabajos reportados sobre el uso de las imágenes de Scheimpflug para cuantificar la OCP en ese año.[31-34]

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.[30] 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 presentar destellos de luz 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 otros programas de evaluación de la opacidad de cápsula posterior.[3,27-29]

El objetivo de este estudio es cuantificar de manera objetiva, estandarizada, confiable y reproducible, mediante el análisis de tomogramas del Pentacam, la OCP. Una vez logrado permita evaluar la eficacia de las múltiples intervenciones que actualmente se investigan para reducir su incidencia.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y prospectivo en 35 pacientes. Estos fueron operados de catarata con implante de lente intraocular en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer" en el periodo comprendido entre marzo y septiembre de 2010.

Las variables estudiadas fueron: grado subjetivo de OCP, índice objetivo de OCP y mejor agudeza visual corregida (MAVC). La evaluación de la OCP se realizó a los 3 meses de la cirugía en todos aquellos pacientes que no presentaran comorbilidad ocular que influyera negativamente en la agudeza visual y que expresaron por escrito su acuerdo manifiesto de participar en el estudio.

A todos los pacientes se les tomó la MAVC y se les realizó, previa midriasis, un análisis subjetivo del grado de severidad de la OCP mediante el examen en la lámpara de hendidura. Se clasificó en: grado 0 (no opacidad), grado 1 (leve), grado 2 (moderada) y grado 3 (severa). Posteriormente a cada paciente se le tomaron múltiples imágenes del ojo estudiado (50 imágenes en 2 segundos) mediante la cámara Scheimpflug del Pentacam y se obtuvo tomogramas en 3 D de alta resolución del segmento anterior de cada ojo. Se eliminaron del modelo tridimensional las estructuras no necesarias para el análisis, aislando selectivamente el saco capsular. Este fue llevado desde la vista en perspectiva (vista predeterminada del Pentacam) a una vista anteroposterior similar a la que vemos en una lámpara de hendidura (Fig. 1). Las imágenes se guardaron en formato JPEG.

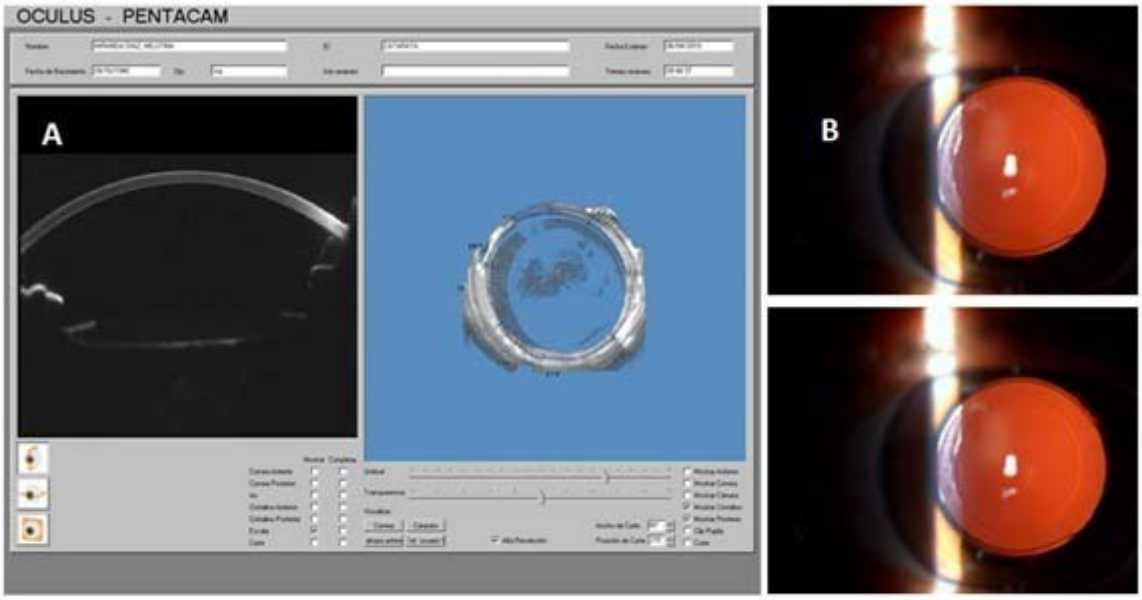


Fig. 1. A: Tomograma en una vista anteroposterior que muestra opacidad de la cápsula posterior. B: Imagen en retroiluminción de la misma opacidad vista en la lámpara de hendidura. La opacidad queda infraestimada.

Estas imágenes fueron analizadas mediante el software Image J 1.42q desarrollado por el *National Institute of Health* de Estados Unidos y descargado libremente desde su sitio web. Basados en los cálculos realizados por Grewal y otros que determinaron que para los tomogramas del Pentacam un área de 4 mm corresponden a 16 752 pixeles en la imagen;[30] calculamos que una selección circular de 12 645 píxeles correspondía a un área de 3 mm. Este fue el diámetro de cápsula posterior seleccionado para ser analizado en nuestro estudio. Esta selección fue salvada con la herramienta *ROI manager* para ser utilizada invariablemente en todas las imágenes. Finalmente, se utilizaron las herramientas *Find Edges* (hallar bordes) y *Measure* (medición) para calcular el valor promedio de la intensidad de pixeles del área seleccionada en los tomogramas Scheimpflug, como indicador cuantitativo equivalente a la densidad de la opacidad capsular posterior, expresado en unidades (U) (Fig. 2). Para determinar la repetitividad del indicador se hicieron dos análisis diferentes de cada una de los tomogramas con el Image J por el mismo observador para ser comparados.

La información obtenida fue tabulada mediante el uso del programa Microsoft Office Excel 2007. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS 11.5.1 para Windows. Se utilizó el coeficiente de Spearman para establecer la correlación entre el análisis de los tomogramas por el Image J y la gradación por lámpara de hendidura; así como para la correlación entre este último método y la MAVC. La correlación entre el indicador obtenido por el Image J y la MAVC se estableció mediante el coeficiente de Pearson. La repetitividad del indicador obtenido se analizó mediante la obtención del valor promedio de variación entre las diferentes tomas realizadas con 95 % de intervalo de confianza.

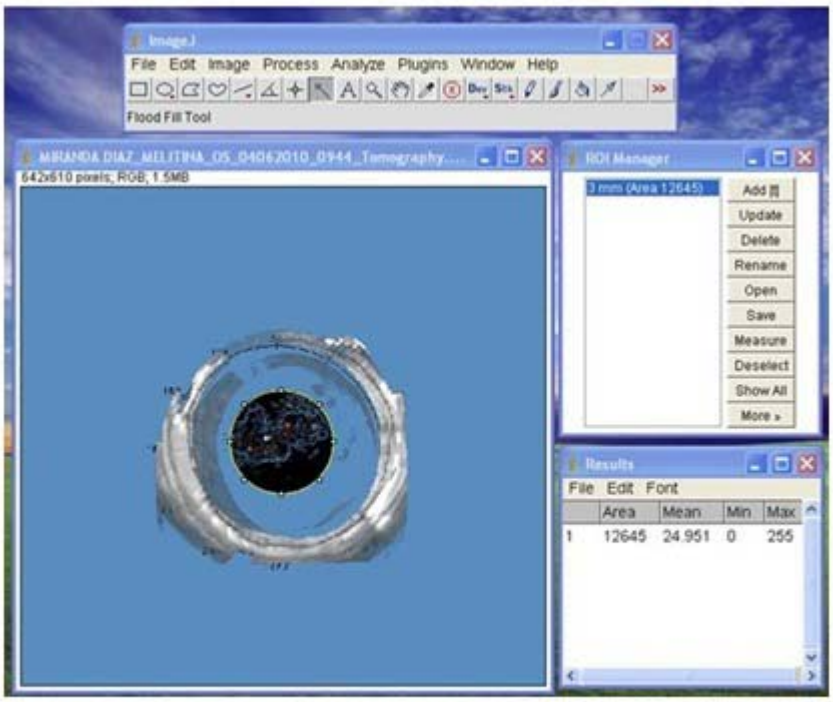


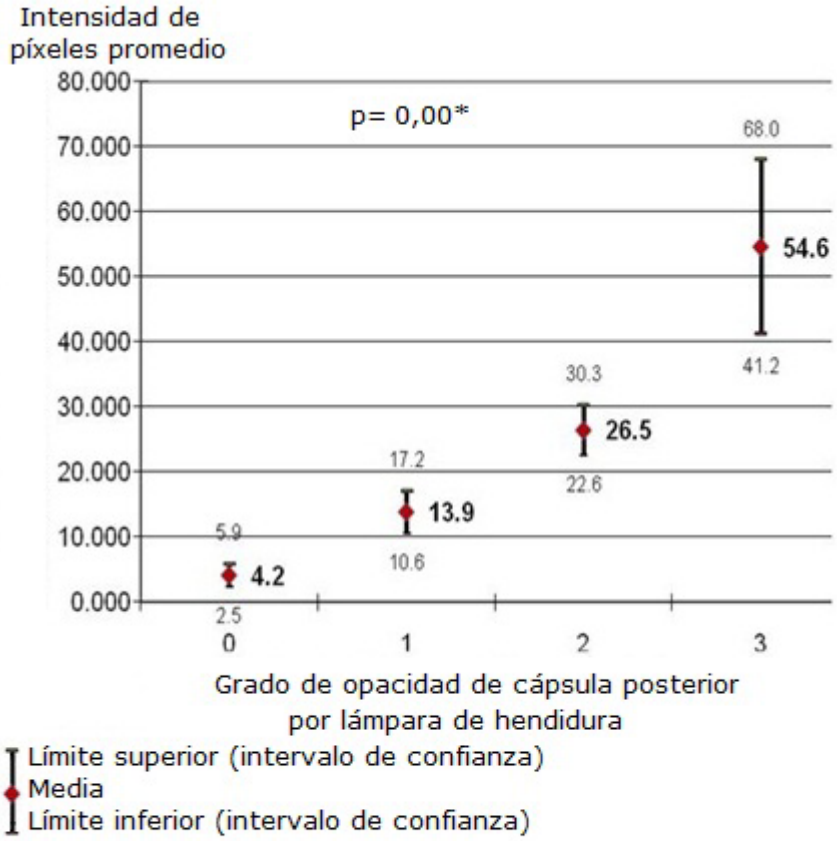
Fig. 2. Vista del programa Imahen J analizando un área circular de 3 mm. Equivalente a 12 645 píxeles de un tomograma Scheimpflug.

RESULTADOS

La edad promedio de los pacientes que al examen con lámpara de hendidura no presentaban opacidad capsular (grado 0) fue de 70,5 años (rango, 61-88 años), mientras que aquellos con opacidad leve (grado 1) fue de 70 años (rango, 59-88 años). En los pacientes con opacidad moderada (grado 2) y severa (grado 3) la edad promedio fue de 71 años (rango, 49-85 años) y 67,7 años (rango 58-84 años) respectivamente.

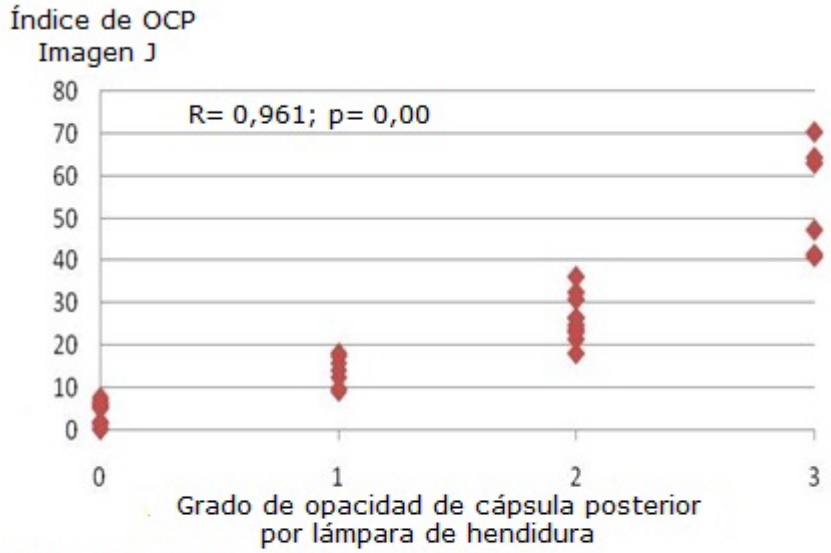
Para los pacientes con opacidades grados 0 y 1 según lámpara de hendidura, el valor promedio de la intensidad de pixeles (indicador equivalente a la densidad de la OCP) calculado por el programa Image J fue de 4 201 y 13 910 U respectivamente. Para el grupo con opacidad grado 2 la media de este indicador fue de 26 455 U y para el grado 3 de 54 608 U. Existieron diferencias significativas entre cada grado de severidad (p= 0.000) (Fig. 3).

Se demostró una correlación positiva significativa entre el grado de severidad de la OCP por lámpara de hendidura y la intensidad de pixeles de la OCP obtenida del análisis de los tomogramas del Pentacam (coeficiente de correlación de Spearman: R= 0,961; p= 0,000) (Fig. 4).



* Asociado a ANOVA de primera vía.

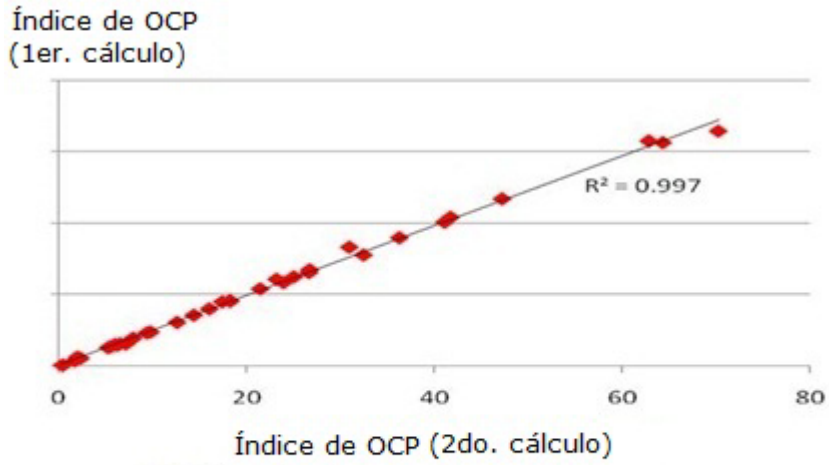
Fig. 3. Valor promedio de la intensidad de píxeles de los tomogramas calculados con Imagen J para cada grado de opacidad de cápsula posterior por lámpara de hendidura.



OCP: opacidad de cápsula posterior.

Fig. 4. Correlación entre el índice de opacidad de cápsula posterior calculado con Imagen J y el grado de esta por lámpara de hendidura.

Así mismo el análisis de la intensidad de pixeles de los tomogramas Scheimpfug por medio del programa Image J demostró una muy buena repetitividad. Esto fue al comparar entre 2 diferentes cálculos llevados a cabo por un mismo observador a cada uno de los ojos estudiados (R2= 0,997) (Fig. 5).



OCP: opacidad de cápsula posterior.
Fig. 5. Correlación entre cálculos de la intensidad de píxeles promedio (Índice de opacidad de cápsula posterior) realizadas por un mismo observador.

Esta repetitividad se corroboró mediante la obtención del valor promedio de variación entre ambos cálculos que resultó ser de 0,16594 (intervalo de confianza para la media al 95 %). Presentó proporcionalidad directa al grado de OCP por lámpara de hendidura (tabla 1).

Tabla 1. Variación promedio entre dos diferentes cálculos de la intensidad de pixeles promedio (Índice de opacidad de cápsula posterior) según grado de este por lámpara de hendidura

OCP LH	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95 %		Mínimo	Máximo
			Límite inferior	Límite superior		
0	0,03042	0,335020	-0,24328	0,24328	-0,668	0,818
1	-0,03957	0,288849	-0,30671	0,22757	-0,643	0,270
2	-0,76000	1,014410	-0,90167	0,54967	-2,393	1,335
3	1,24667	1,749699	-0,58953	3,08286	-0,115	4,530
Total	0,16594	1,014553	-0,18257	0,51445	-2,393	4,530

OCP: opacidad de cápsula posterior, LH: lámpara de hendidura.

Por otra parte, la MAVC mostró una correlación negativa estadísticamente significativa con respecto a la gradación por lámpara de hendidura (coeficiente de correlación de Spearman: R= -0,612; p= 0,00). También con el índice de OCP calculado con Image J (coeficiente de correlación de Pearson R= -0,676; p= 0,00) (tabla 2).

Tabla 2. Correlación entre la mejor agudeza visual corregida y el grado de opacidad de la cápsula posterior por lámpara de hendidura

	Coeficiente de correlación	Grado de OCP por LH	Índice de OCP por Image J
MAVC	Spearman	-0,612	-
	Pearson	-	-0,676
P		0,00	0,00

MAVC: mejor agudeza visual corregida, OCP: opacidad de cápsula posterior, LH: lámpara de hendidura

DISCUSIÓN

Este estudio demostró que mediante el análisis de tomogramas Scheimpflug del Pentacam se obtuvo un indicador numérico exacto. Esto permitió determinar la cuantía precisa de la opacidad manteniendo correspondencia con lo observado al examen biomicroscópico, pero eliminando la inexactitud de la gradación subjetiva de la OCP por medio de la lámpara de hendidura.

La correlación positiva estadísticamente significativa demostrada, entre el resultado del cálculo del valor promedio de la intensidad de pixeles de los tomogramas obtenidos por el sistema Scheimpflug del Pentacam y el grado de severidad observado al examen de la lámpara de hendidura coincide con estudios similares.[27-30] Además, *Saika* y otros demostraron que las imágenes de la OCP obtenidas por el sistema Scheimpflug se correspondieron con los hallazgos histológicos hallados en ojos de conejos.[35]

Aunque se han desarrollado otros sistemas con los que se obtienen indicadores numéricos para la cuantificación objetiva de la OCP como el EPCO, POCO, POCOman, AQUA y OSCA;[27-30,36] todos se basan en el análisis de imágenes en retroiluminación obtenidas por lámpara de hendidura. Estos se ven afectados por reflejos luminosos (imágenes de Purkinje) que interfieren con la imagen, por lo que se han visto precisados a desarrollar algoritmos para su eliminación haciendo más engorroso el proceso de análisis.[29] Además, la obtención de la imagen con la calidad deseada puede variar según el sistema de adquisición empleado y la experiencia del operador pues necesita una curva aprendizaje. Otro aspecto que disminuye la objetividad de estos sistemas es que necesitan aún de la intervención directa del hombre en varios pasos del análisis.[3,27]

En cambio, las imágenes Scheimpflug son adquiridas de forma muy rápida independientemente del operador al usar el modo de disparo automático. Los tomogramas son generados totalmente por el equipo con una alta resolución siendo imágenes que tienen las ventajas de tener un color de fondo azul constante y estar libres de reflejos que interfieran con su análisis (Fig 1). En cuanto al análisis por el programa Image J, la selección del área a analizar es el único paso que puede variar al tener el operador la libertad de colocarlo manualmente, aunque su diámetro sí puede ser predeterminado (Fig. 2). El alto grado de repetitividad obtenido al analizar más de una vez cada tomograma de nuestro estudio corrobora la fiabilidad del proceder y la mínima posibilidad de sesgos intraobservador.

La toma de la agudeza visual no es un parámetro fiable para medir la OCP porque puede afectarse por la presencia de comorbilidad ocular, la cooperación del paciente y la experiencia del optometrista entre otros factores que conllevan sesgos en su medición. No obstante, en este estudio se excluyeron aquellos con afecciones oculares preoperatorias y la MAVC se comportó con una correlación negativa significativa entre ella y ambos métodos de análisis de la OCP. Fue menor a mayor opacidad capsular posterior como cabría esperar.

Los resultados del presente trabajo nos permiten concluir que el análisis de los tomogramas obtenidos con el sistema Scheimpflug del Pentacam constituye un método fiable que permite obtener un indicador exacto y reproducible para la cuantificación objetiva de la OCP. Su importancia radica en que puede ser utilizado como parámetro estándar para expresar la densidad de la opacidad, haciendo mucho más comparable los resultados de las múltiples intervenciones que actualmente se investigan para reducir su incidencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hernández López I, Castro González Y, Trujillo Fonseca K, Cepero Hernández L, Miranda Hernández I. Opacidad de la cápsula posterior. En: Rio Torres M. Oftalmología. Criterios y tendencias actuales. La Habana: Ciencias Médicas; 2009. p. 307-17.

2. American Academy of Ophthalmology. Part XI. Cap. 9: Complications of cataract surgery. En su: Lens and cataract. USA: American Academy of Ophthalmology; 2009. p. 182-6. (Basic and Clinical Science Course; 11)

3. Aslam TM, Dhillon B, Werghi N, Taguri A, Wadood A. Systems of analysis of posterior capsule opacification. Br J Ophthalmol. 2002 October;86(10). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1771330/

4. Chandler HL, Barden CA, Lu P, Kusewitt DF, Colitz MH. Prevention of posterior capsule opacification trough cycloxygenase-2 inhibition. Molecular vision. 2007;13. Disponible en: http://www.molvis.org/molvis/v 13/a74/

5. 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;16. Disponible en: http://www.molvis.org/molvis/v16/a92/

6. Tanaka S, Sumioka T, Fujita N, Kitano A, Okada Y, Yamanaka O, et al. Suppression of injury-induced epithelial-mesenchymal transition in a mouse lens epithelium lacking tenascin-C. Molecular Vision. 2010;16. Disponible en: http://www.molvis.org/molvis/v16/a133/

7. Weidmann A, Kwittner S, Beck R, Teller J, Jonas L, Nebe JB. Prevention of Lens Epithelial Cell Growth In Vitro Using Mibefradil-Containing PLGA Micro Particles. Open Ophthalmol J. 2008;2. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2694602/

8. Awasthi N, Wang-Su ST, Wagner BJ. Downregulation of MMP-2 and -9 by Proteasome Inhibition: A Possible Mechanism to Decrease LEC Migration and

Prevent Posterior Capsular Opacification. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008 May;49(5). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2532066/

9. Portes AL, Almeida AC, Allodi S, Monteiro ML, Miguel NC. Trypan blue staining for capsulorhexis: Ultrastructural effect on lens epithelial cells and capsules. J Cataract Refract Surg. 2010;36(4). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20362849

10. Leysen I, Coeckelbergh T, Gobin L, Smet H, Daniel Y, De Groot V, et al. Cumulative neodimiun Yag laser rates after bag-in-the-lens and lens-in-the-bag intraocular lens implantation: comparative study. J Cataract Refract Surg. 2006;32(12). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17137988

11. Sacu S, Menapace R, Wirtitsch M, Buehl W, Rainer G, Findl O. Effect of anterior capsule polishing on fibrotic capsule opacification: Three-year results. J Cataract Refract Surg. 2004;30(11). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15519082

12. Sacu S, Menapace R, Findl O, Georgopoulos M, Buehl W, Kriechbaum K, et al. Influence of optic edge design and anterior capsule polishing on posterior capsule fibrosis. J Cataract Refract Surg. 2004;30(3). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15050264

13. Bolz M, Menapace R, Findl O, Sacu S, Buehl W, Wirtitsch M, et al. Effect of anterior capsule polishing on the posterior capsule opacification-inhibiting properties of a sharp-edged, 3-piece, silicone intraocular lens. Three- and 5-year results of a randomized trial. J Cataract Refract Surg. 2006;32(9). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16931265

14. Menapace R, Wirtitsch M, Findl O, Buehl W, Kriechbaum K, Sacu S. Effect of anterior capsule polishing on posterior capsule opacification and neodimium:YAG capsulotomy rates: Three-year randomized trial. J Cataract Refract Surg. 2005;31(11). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16412917

15. Zurresh KP, Apple DJ, McAvoy J, Maloof AJ, Milverton EJ. Posterior capsule opacification (After cataract): Surgical and implant related factors for prevention. En: Jitendar PV. Matering the Arts of Bimanual microincision Phaco (Phaconit/MICS). New Delhi: Jaypee Brothers; 2005. p. 396-420.

16. Tassignon MJ, Van Looveren J. Bag-in-the-lens IOL implantation and pseudophakic retinal detachment. En: Garg A, Alió JL. Mastering phaco chop techniques. New Delhi: Jaypee Brothers; 2009. p. 213-5.

17. Chen MS, Ye YJ, Wang Y, Liu Y, Wu L, Luo WX. Posterior continuous curvilinear capsulorhexis and optic capture of the posterior chamber intraocular lens in pediatric cataract surgery. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2006 May;42(5). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16762232

18. Menapace R. Erradication of after-cataract by posterior capsulorhexis and optic buttonholing combined with anterior capsule polishing: A report of 1000 cases. En: Garg A, Fine H. Mastering the techniques of advanced phaco surgery. New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 394-401.

19. Yuen C, Williams R, Batterbury M, Grierson I. Modification of the surface properties of a lens material to influence posterior capsular opacification. Clinical

and Experimental Ophthalmology. 2006;34(6):568–74. Disponible en: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1442-9071.2006.01278.x/full

20. Wegner L. Biocompatibility of intraocular lens materials. Current opinion in Ophthalmology. 2008;19. Disponible en: http://bme.yonsei.ac.kr/community/data/Biocompatibilityofintraocularlensmaterials.pdf

21. Žemaitiene R, Jašinskas V, Barzdžiukas V, Auffarth GU. Prevention of posterior capsule opacification using different intraocular lenses (results of one-year clinical study). Medicina (Kaunas). 2004;40(8). Disponible en: http://medicina.kmu.lt/0408/0408-04e.pdf

22. 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 Oftalmol. Mayo-Junio 2005;79(3). Disponible en: http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2005/rmo053f.pdf

23. Katayama Y, Kobayakawa S, Yanagawa H, Tochikubo T. The relationship between the adhesion characteristics of acrylic intraocular lens materials and posterior capsule opacification. Ophthalmic Res. 2007;39(5). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17851268

24. Buehl W, Findl O. Advances in optic designs to reduce PCO. En: Garg A, Fine H. Mastering the techniques of advance phaco surgery. New Delhi: Jaypee Brothers; 2008. p. 408-13.

25. Nishi O, Nishi K, Sakanishi K. Inhibition of migrating lens epithelial cells at the capsular bend created by the rectangular optic edge of a posterior chamber intraocular lens. Ophthalmic Surg Lasers. 1998;29(7). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9674010

26. Boyce JF, Bhermi GS, Spalton DJ, El-Osta AR. Mathematical modeling of the forces between an intraocular lens and the capsule. J Cataract Refract Surg. 2002;28(10). Disponible en: http://www.jcrsjournal.org/article/S0886-3350%2802%2901490-6/abstract

27. 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 Jan;29(1). Disponible en: http://www.jcrsjournal.org/article/S0886-3350%2802%2901509-2/fulltext

28. Bender L, Spalton DJ, Uyanonvara B, Boyce, C Heatley, Jose R, et al. POCOman: New system for quantifying posterior capsule opacification. J Cataract Refract Surg. 2004;30(10). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15474814

29. Findl O, Buehl W, Siegl H, Pinz A. Removal of Reflections in the Photographic Assessmentof PCO by Fusion of Digital Retroillumination Images. IOVS. Jan 2003;44(1). Disponible en: http://www.iovs.org/content/44/1/275.long

30. Grewal D, Jain R, Brar GS, Grewal SPS, Singh SP. Pentacam tomograms: A Novel Method for Quantification of Posterior Capsule Opacification. IOVS. 2008;49(5). Disponible en: http://www.iovs.org/content/49/5/2004.long

31. Oliver Findl, Wolf Buehl, Peter Bauer, Thomas Sycha. Intervenciones para la prevención de la opacificación de la cápsula posterior (Revision Cochrane traducida). En: Biblioteca Cochrane Plus 2010 Número 2. Oxford: Update Software Ltd. (Traducida de The Cochrane Library, 2010 Issue 2 Art no. CD003738. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

32. Hayashi K, Hayash H, Nakao F, Hayashi F. In vivo quantitative measurement of posterior capsule opacification after extracapsular cataract surgery. Am J Ophthalmol. 1998;125(6). Dsiponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=.Invivoquantitativemeasurementofposteriorcapsuleopacificationafterextracapsularcataractsurgery

33. Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Quantitative comparison of posterior capsule opacification after polymethylmethacrylate, silicone, and soft acrylic intraocular lens implantation. Arch Ophthalmol. 1998;116(12). Dsiponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Quantitativecomparisonofposteriorcapsuleopacificationafterpolymethylmethacrylate%2Csilicone%2Candsoftacrylicintraocularlensimplantation

34. Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Reproducibility of posterior capsule opacification measurement using Scheimpflug videophotography. J Cataract Refract Surg. 1998;24(12). Dsiponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=ReproducibilityofposteriorcapsuleopacificationmeasurementusingScheimpflugvideophotography

35. Saika S, Miyamoto T, Ishida I, Tanaka T, Okada Y, Nagane Y, et al. Comparison of Scheimpflug images of posterior capsule opacification and histological findings in rabbits and humans. J Cataract Refract Surg. 2001;27(7). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11489581

36. Aslam TM, Patton N, Rose CJ. OSCA: a comprehensive open-access system of analysis of posterior capsular opacification. BMC Ophthalmol. 2006;6(30). Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1592309/?tool=pubmed

Recibido: 20 de febrero de 2011.
Aprobado: 21 de marzo de 2011.

Dr. *Iván Hernández López*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao. La Habana, Cuba. Correo electrónico: ivan.hdez@infomed.sld.cu