

REVISIONES

Beneficios del sistema Scheimpflug en glaucoma

Benefits of Scheimpflug system for the treatment of glaucoma

Dra. Marerneda Domínguez Randulfe, Dra. Liamet Fernández Argones, Dra. Maritza Miqueli Rodríguez, Dr. Ibraín Piloto Díaz, Dr. Francisco Yunier Fumero González, Dra. María Teresa Ferrer Guerra

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

RESUMEN

Entre los medios diagnósticos que más se han difundido en los últimos años se encuentran los basados en las imágenes de Scheimpflug, como el Pentacam de Oculus Wetzlar de Alemania. Entre sus modelos de evaluación contiene la realización de la paquimetría central y curvatura corneal, así como fórmulas de corrección de la presión intraocular. Permite la medición de la amplitud angular y de la profundidad y volumen de la cámara anterior. Las publicaciones validan la alta reproducibilidad de sus mensuraciones por lo que se ha hecho útil en la evaluación del glaucoma.

Palabras clave: pentacam, cámara Scheimpflug.

ABSTRACT

Scheimpflug's images as is the case of Oculus Wetzlar's Pentacam from Germany, are one of the most widely known diagnostic techniques for the evaluation of the anterior segment of the eye. Its evaluating models comprise the central pachymetry and the corneal curvature as well as the correction formulas for the intraocular pressure. It

allows the anterior chamber amplitude, volume and depth measurements with high reproducibility, being useful in the evaluation of glaucoma.

Key words: pentacam, Scheimpflug´s camera.

INTRODUCCIÓN

En el glaucoma existe una necesidad creciente de búsqueda de información tanto desde el punto de vista clínico, como de tratamiento quirúrgico de la enfermedad. El estudio de las imágenes con los medios diagnósticos continúa como centro de constante revisión y es una de las principales fuentes de reportes de investigación.

La utilización a través de los años de herramientas como la biomicroscopia, paquimetría ultrasónica, queratometría, topografía basada en los discos de Plácido, biomicroscopia ultrasónica, microscopio confocal entre otros, ha servido para valorar y diagnosticar las estructuras del segmento anterior. Pero sin ánimo de discriminar, puesto que aún son útiles en el trabajo diario, a pesar de sus aportes han validado sus limitaciones con el advenimiento de otras tecnologías como las basadas en el principio de Scheimpflug. Actualmente se dispone del Pentacam de Oculus, Wetzlar Alemania, que ha revolucionado el quehacer diario, sobre todo en lo relacionado con la cirugía. El objetivo fue de generalizar y confirmar su utilidad en glaucoma, basado en lo obtenido de una exhaustiva revisión de la literatura y la práctica.¹

Los primeros pasos para el surgimiento de esta tecnología están dados en las referencias de Jules Carpenter, a inicios del siglo pasado, quien fuera creador de una cámara de lente inclinado para aumentar la profundidad del foco en la fotografía arquitectónica. Jules planteaba que "*...si dos planos eran lo suficientemente prolongados, estos se debían interceptar en un plano perpendicular a dicho eje pasando a través del centro óptico de la lente...*". En 1904 en Viena, Theodor Scheimpflug, a quien debemos el nombre de la tecnología en la actualidad, mejora y patentiza este diseño, pero solo fue aplicado con fines militares. Décadas más tarde, un grupo de investigadores dirigidos por el profesor alemán Hockwin, asociado a compañías ópticas, desarrollan un dispositivo con esta tecnología incorporada que ha venido mejorándose hasta nuestros días.²

El principio de Scheimpflug establece que una cámara de gran formato consigue la máxima profundidad de campo en el plano del motivo cuando las prolongaciones imaginarias de éste, el del objetivo y el de la imagen, coinciden en un punto común. Se utiliza para determinar la posición de la cámara cuando el motivo ocupa un plano oblicuo a esta, y permite obtener la máxima nitidez.²

DESARROLLO

Pentacam

Este consta de una cámara tipo Scheimpflug rotacional, capaz de crear una panorámica en tiempo real del segmento anterior. Esta se extiende desde la superficie anterior de la córnea (incluye su zona central), hasta la parte posterior del cristalino; genera imágenes con elevada precisión y resolución en un tiempo extremadamente corto, tan solo 2 segundos. De forma no invasiva (no contacto), captura unas 50 imágenes de hendidura individuales, al girar alrededor del ojo de 0 a 180°. Para cada imagen evalúa unos 500 puntos de medida, los que sumarían 25 000 puntos de elevación que crean una imagen bidimensional o tridimensional exacta del segmento anterior. Contiene además 2 cámaras que constituyen un sistema de seguridad automático, una para controlar la fijación, de disposición central que corrige cualquier movimiento del ojo, y otra montada sobre una rueda que gira para capturar las imágenes de hendidura, inclusive en tejido corneal patológico.^{2,3}

Estas imágenes se digitalizan y transfieren a la computadora, donde se calcula un modelo virtual tridimensional del segmento anterior. A partir de este se genera información adicional, permite magnificar las imágenes, hacer comparaciones o mediciones, ajustes en el contraste o animarlas. Además realiza el análisis de Zernicke para la superficie anterior y posterior y se basa en las mediciones de elevación del cristalino.^{1,4}

Este equipo ofrece determinados modelos de evaluación entre los que la tomografía tipo Scheimpflug es uno de los más novedosos ([Fig. 1](#)). Permite una reconstrucción tridimensional corneal, al evaluar sus curvaturas anterior y posterior además de crear un mapa paquimétrico.

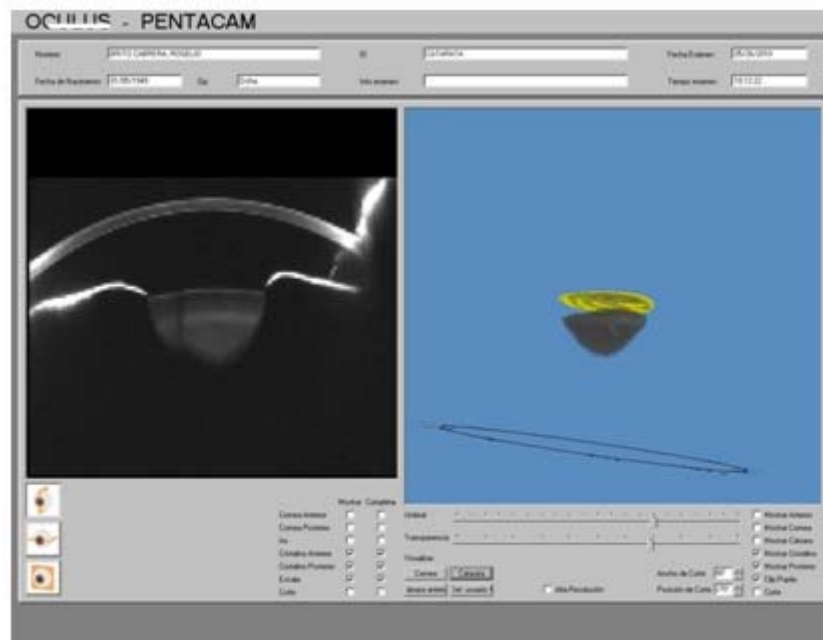


Fig. 1. Imagen tomográfica de una opacidad del cristalino.

La topografía de la córnea anterior y posterior, y los mapas de elevación se realizan mediante un estudio del espesor corneal con luz de hendidura. Esto permite analizar la

cara anterior, posterior y la zona central. A partir de los datos adquiridos mediante las imágenes de hendidura se construyen los mapas de elevación de ambas caras. Utiliza esferas de referencias, o mejor de ajuste, para medir las distancias en micras del perfil corneal real con respecto a esta referencia.⁵

Resulta muy útil en la pesquisa y seguimiento de pacientes con ectasias (queratocono), identificaciones de opacidades sutiles de la córnea, evaluación de cambios en pacientes bajo tratamiento por diversos desórdenes corneales; así como para la decisión de remoción de suturas en ojos sometidos a queratoplastia penetrante. Constituye un instrumento de valor incalculable para la cirugía refractiva, porque aporta las medidas precisas del centro de la córnea, aunque sigue limitado en el estudio de la película lagrimal.⁶⁻⁸

La queratometría y paquimetría se efectúan para calcular el espesor corneal en el centro de la pupila y apical. La cámara mide desde la cima del epitelio hasta la superficie anterior del endotelio. El espesor de la córnea se proyecta de limbo a limbo, como una imagen a color sobre su área, y puede ser evaluado el espesor real corneal mediante la función numérica en cualquier localización o elegir determinada área. Este modelo incluye el ajuste de la presión intraocular (PIO) en relación al valor del espesor corneal.^{9,10}

Alezzandrini y otros realizaron un estudio para comparar la medición del valor real del espesor corneal central mediante paquimetría ultrasónica y el Pentacam. No se obtuvo resultados estadísticamente significativos que propongan la superioridad del Pentacam en este sentido.¹¹

La densitometría de la córnea y del cristalino ha servido para evidenciar la progresión de la esclerosis lenticular. También permite diagnosticar y documentar la opacificación de la cápsula posterior, en especial las perlas de Elsching; así como el síndrome de distensión del saco capsular.¹²

El módulo del cálculo de la lente intraocular, mejorado para pacientes después de cirugía refractiva, incorpora el *Holladay Report*. Se calcula el radio entre los poderes posterior y frontal de la córnea; así como las *Equivalent K-Readings*, que pueden ser implantadas hacia las fórmulas de cálculo de la lente intraocular para obtener un poder más preciso, aún en pacientes con córneas patológicas. Así mismo ofrece una biometría exacta que sería de gran utilidad en pacientes operados con LASIK para prevenir sorpresas refractivas. En un futuro, este análisis cobrará mayor jerarquía al incrementarse el número de casos que requieran de la cirugía de catarata.¹³⁻¹⁵

El análisis de la cámara anterior (CA) tridimensional (profundidad y volumen de CA, amplitud angular) adquiere vital importancia en candidatos de lentes fáquicos ópticos. Esto posibilita que se evite inducir un mayor astigmatismo al ser desplazado de su eje y su seguimiento reduce el riesgo de complicaciones futuras, como el desarrollo de cataratas o la opacificación de la cápsula.¹⁶

Se sugiere desde hace varios años, la necesidad de una identificación precoz de los cambios en la curvatura posterior de la córnea. *Belin*, ha sido uno de los investigadores que más ha resaltado la importancia de contar con un método preciso para estudiar la elevación posterior de la córnea en ojos operados por LASIK.¹⁷

Específicamente para el paciente glaucomatoso, que requiere de un estudio tomográfico estructural de la parte anterior del ojo, donde se determina grado de apertura angular de forma objetiva y la influencia del espesor córneo en las cifras de PIO, resulta fundamental este equipo. El Pentacam permite, mediante sus programas, corregir la PIO, medir la amplitud angular, y la profundidad (PCA) y volumen (VCA) de la cámara anterior.

Para la corrección de la PIO, que puede ser realizada a través de un ajuste acorde al resultado de la paquimetría del sistema, es necesaria la introducción del dato de la tonometría mediante un usuario (Fig. 2). Para este resultado se debe optar por alguna de las fórmulas incluidas, se prefiere la fórmula de Orssengo que difiere del resto al contener en su cálculo, el espesor y la curvatura corneal.^{1,18}

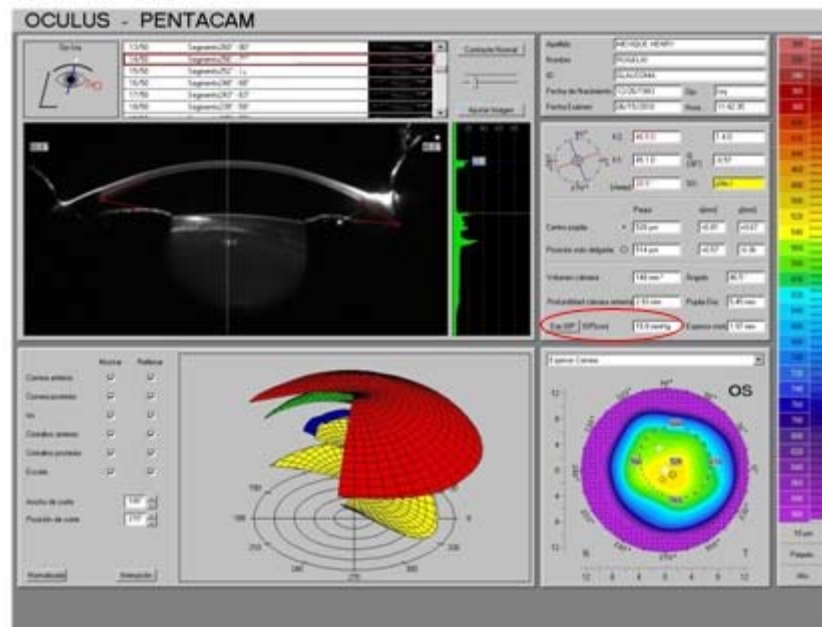


Fig. 2. Corrección de la presión intraocular.

La medición de la amplitud angular, al ser un método de no contacto, es útil en pacientes no colaboradores a la técnica de gonioscopia tradicional o con opacidades corneales. Aunque puede ser efectuada con cierta limitación, por la interferencia del párpado en el sector superior que no permite que se ejecute simultáneamente en los 360°. Se debe seleccionar el segmento a estudiar y de esta forma se obtendrán los valores automatizados, pueden hacerse correcciones manuales. Es necesario conocer las limitaciones del equipo para identificar el espolón escleral, esto hace imprecisa la medición del ángulo camerular. Para visualizar de forma directa estructuras angulares y relacionadas (cuerpo ciliar, espolón escleral y sulcus), se debe recurrir a tecnologías que empleen láser ó ultrasonidos de alta frecuencia y mayor área de barrido, y constituyen mejores alternativas la tomografía de coherencia óptica del segmento anterior o la biomicroscopia ultrasónica. Desafortunadamente esta generación del equipo no lo permite debido a la reflectividad de la superficie escleral (Fig. 3).^{1,19,20}

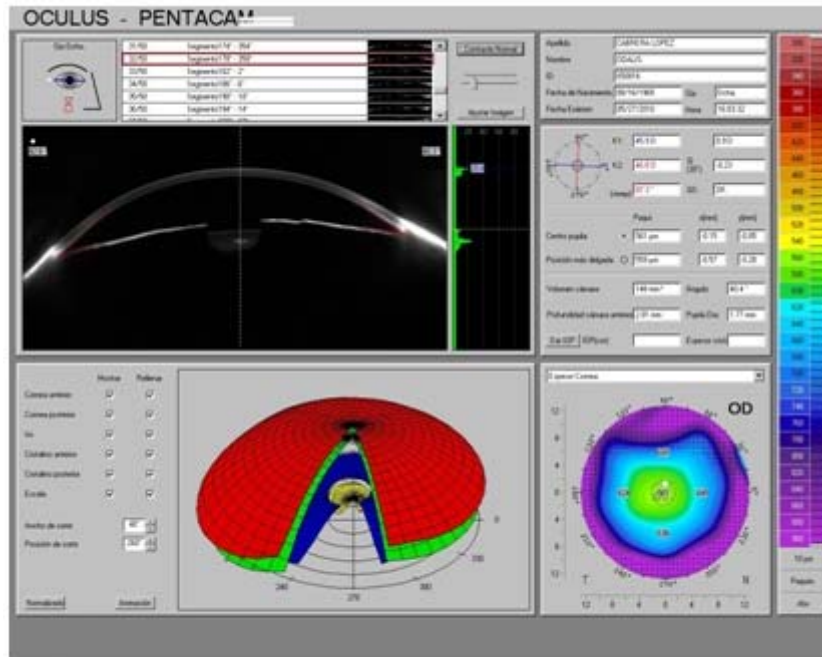


Fig. 3. Medición de la amplitud angular.

La medición de la profundidad y volumen de la cámara anterior ([Fig. 4](#)) se facilita de modo automático en un mapa a color. La profundidad se puede tomar en su área central y en los cuatro puntos cardinales de la media periferia, además tiene incorporada la posibilidad de medir cualquier punto de forma manual, y se obtienen resultados de alta precisión tras procedimientos de iridotomía periférica láser en pacientes con ángulos estrechos. *Grewall* y otros²¹ han aceptado los cambios que se producen en el volumen y profundidad de la cámara anterior mediante el escaneo automático de imágenes desde el eje óptico hasta el limbo, en las horas 3, 9, 12 y 6. Los valores utilizados para la profundidad a 4 y 8 mm, demostraron que la iridotomía periférica láser aumenta significativamente el volumen y la profundidad, especialmente a 8 mm en todos los horarios, al aumentar la distancia del eje óptico. Sin embargo, no demostró resultados estadísticamente significativos de estos estudios a 4 mm.

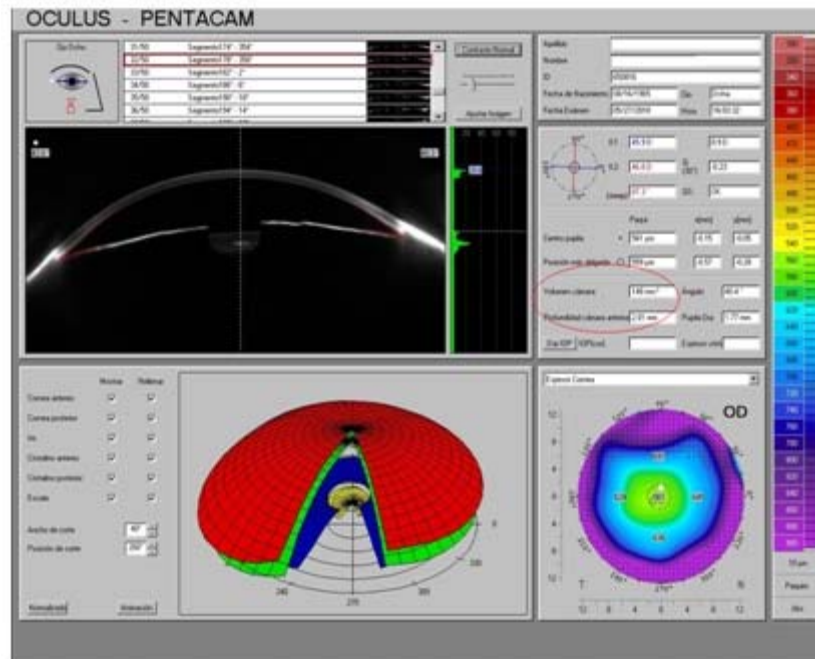


Fig. 4. Medición de la profundidad y volumen de la cámara anterior.

Al proporcionar una estimación cuantitativa del volumen de la cámara anterior, esta medición puede ser considerada para la pesquisa, durante los exámenes oftalmológicos de rutina, de ojos con ángulos estrechos y en riesgo de desarrollar ataques agudos. Así mismo, se puede evaluar las respuestas una vez que sean sometidos a tratamientos de iridotomía o iridoplastia.²² También se ha propuesto su aplicación en el estudio de la profundidad de la ampolla de filtración mediante medición manual o para visualizar en cámara anterior implantes de drenaje.^{1,23,24}

Al estar basado en la ley de Scheimpflug, este equipo tiene limitaciones al no poder medir nada que no sea ópticamente visible, no proporciona una medida sulcus a sulcus válida, solo medidas blanco a blanco y ángulo a ángulo. Si existe cierre angular, identifica de forma equívoca como ángulo, la zona de aposición iridocorneal, por la reflectividad de la luz intensa sobre ésta. Además no incorpora la posibilidad del estudio de la película lagrimal.²⁴

Avances del sistema

La nueva generación de estas cámaras cuenta con el *High Resolution Pentacam*, que facilita la obtención de mejores fotos Scheimpflug y la proyección de imágenes más específicas de implante de la lente intraocular y de las capas de la córnea, equivalentes a las obtenidas con tomógrafos del segmento anterior. Al tener incorporada una cámara de mayor resolución (1,45 Mg pixel), permite la captura de al menos 100 imágenes en menos de 2 segundos.²⁵

CONCLUSIONES

El Pentacam es una herramienta versátil y de gran trascendencia para el campo de las investigaciones. El sistema de Scheimpflug, incorporado en su diseño tecnológico, lo ha convertido en un instrumento para el estudio del segmento anterior. De gran utilidad en candidatos a cirugía refractiva corneal e implantación de lentes fáquicas, por su alta reproducibilidad y habilidad de escaneo de forma fácil, rápida y sin sesgo por parte del operador. Para el glaucoma también ha demostrado sus beneficios en el estudio de pacientes afectados de esta temible enfermedad, sobre todo en aquellos con ángulo estrecho. Quizás en un futuro no muy lejano, con una mejoría de su tecnología para superar las limitaciones que presenta, se pueda dar respuestas a interrogantes actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morcillo R, Muñoz F, Durán S. La cámara Scheimpflug rotacional Pentacam. Studium. 2006 [citado 2012 septiembre 4];XXIV(4). Disponible en: <http://www.oftalmo.com/studium/studium2006/stud06-4/06d-04.htm>
2. Verges C, Cazal J. Aplicaciones del Pentacam en el análisis del segmento anterior. Highlights of Ophthalmology. 2007;35(3):12-6.
3. Capote A, Jareño M, Gómez Z, Fernández K. Queratocono y otras ectasias corneales. En: Río Torres M, Capote Cabrera A, Hernández Silva JR, Eguías Martínez F, Padilla González CM. Oftalmología criterios y tendencias actuales. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 59-77.
4. Oculus [Internet]. Pentacam de oculus [actualizado 2009; citado 3 enero de 2012]. Disponible en: http://www.oculus.de/es/sites/detail_ger.php?page=322
5. Neuhan H T. Perspectiva del sistema Pentacam entendiendo sus beneficios. Highlights of Ophthalmology. 2007;35(3):13.
6. Vega B, Cuevas J, Hernández S. Fundamentos de la topografía corneal. En: Río Torres M, Capote Cabrera A, Hernández Silva JR, Eguías Martínez F, Padilla González CM. Oftalmología criterios y tendencias actuales. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 111-20.
7. Simóny C. Fundamentos de topografía corneal. En: Atlas de cirugía refractiva. Bogotá, Colombia: D'vinni Editorial; 2000. p. 9-59.
8. Quisling S, Sjoberg S, Zimmerman B, Goins K, Sutphin J. Comparison of Pentacam and Orbscan IIz on Posterior curvature topography measurements in keratoconus eyes. Ophthalmology. 2006;113(9):1629-32.
9. Machado E. Aberrometría. En: Río Torres M, Capote Cabrera A, Hernández Silva JR, Eguías Martínez F, Padilla González CM. Oftalmología criterios y tendencias actuales. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 173-81.

10. Lackner B, Schmidinger G, Pieh S, Funovics M, Skorpik C. Repeatability and reproductibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan and Ultrasound. *Optometry and Vision Science*. 2005;82(10):892-9.
11. Alezzandrini H. Estudio comparativo de medición del espesor corneal central utilizando Paquimetría Ultrasónica y Pentacam. *Arch Oftal B Aires*. 2009;80(2):71-3.
12. Satinder G. Evaluación de patologías del segmento anterior usando Pentacam. *Highligts of Ophthalmology*. 2007;36(4):17-20.
13. Pérez E. Cálculo de la lente intraocular en la cirugía de catarata. En: Río Torres M, Capote Cabrera A, Hernández Silva JR, Eguías Martínez F, Padilla González CM. *Oftalmología criterios y tendencias actuales*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2009. p. 223-43.
14. Kent C. Calculando la potencia Post-Lasik de las lentes intraoculares. *Review of Ophthalmology*. 2008;8(2):16-24.
15. Onnis R. Facoemulsificación poscirugía refractiva corneal. En: Centurion V, Nicoli C, Villar Kuri J (editores). *El libro del cristalino de las Américas*. Brasil: Livraria Santos; 2007. p. 777-82.
16. Lackner B, Schmidinger G, Skorpik Ch. Validity and repeatability of anterior chamber depth measurements with Pentacam and Orbscan. *Optom Vis Sci*. 2005;82(9):858-61.
17. Belin MW. Keratoconus ectasia detection with the Oculus Pentacam. *Highlights of Ophthalmology*. 2007;35(6):5-12.
18. Ramos JF, Gálvez J, Mejías MI. Comparación antes y después de la cirugía de cataratas de la PIO, profundidad CA y angulación camerular medida con Pentacam. 22 Congreso SECOIR; 9-12 mayo 2007; Benidorm. Disponible en: <http://www.oftalmo.com/secoir/congreso2007/programa10.htm>
19. Flores I, Gilbert M E, Ruiz N. Cambios del segmento anterior medidos con Pentacam después de iridotomía con Yag en pacientes con ángulos estrechos. *Rev Mex Oftalmol*. 2007;81(5):246-9.
20. Sharan S, Grigg JR, Higgins RA. Nanoftalmos: Ultrasound biomicroscopy and Pentacam assessment of angle structures before and after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(6):1052-5.
21. Satinder G. Evaluación del segmento anterior después de iridotomía periférica láser usando el sistema Pentacam en ojos con cierre primario del ángulo (CPA). *Highligts of Ophthalmology*. 2007;36(4):13-4.
22. Arredondo S, Castellanos MA, Ruiz N, Naranjo R. Reproducibilidad de la medida del ángulo iridocorneal con el uso de Pentacam, cámara rotatoria tipo Scheimpflug. *Rev Mex Oftalmol*. 2009;83(2):106-9.

23. Rabsilber TM, Khoramnia R, Auffart GU. Anterior chamber measurements using Pentacam rotating Scheimpflug camera. J Cataract Refract Surg. 2006;32(3):456-9.
24. Hashemi H, Mehravaran S. Central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan II, and ultrasound devices before and after refractive surgery for myopia. J Cataract Refract Surg. 2007;33(10):1701-7.
25. Crisanti D, Rafael Q, Naranjo R, Ozorno Jorge, Gil F. Inducción de cambio en el patrón topográfico en la cirugía filtrante de glaucoma. Rev Oftalmol Venez. 2005;61(3):142-6.

Recibido: 8 de marzo de 2012.

Aprobado: 8 de abril de 2012.

Dra. *Marerneda Domínguez Randulfe*. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, La Habana, Cuba. Correo electrónico: marernedadguez@infomed.sld.cu