

INVESTIGACIONES

Utilidad del Pentacam para medir el poder corneal después de cirugía refractiva con excímer láser

Use of Pentacam camera in measuring the corneal power after Excimer laser refractive surgery

Yoriel Cuan Aguilar^I; Eneida de la C. Pérez Candelaria^{II}; Eric Montero Díaz^{III}; Imalvet Santiesteban García^{IV}; Lorelei Ortega Díaz^V; Taimí Cárdenas Díaz^{VI}

^I Especialista de I Grado en Oftalmología. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

^{II} Especialista de II Grado en Oftalmología. Profesora Auxiliar. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

^{III} Especialista de I Grado en Oftalmología. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Aspirante a Investigador. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

^{IV} Especialista de I Grado en Oftalmología. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Aspirante a Investigador, Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

^V Especialista de I Grado en Oftalmología. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

^{VI} Especialista de I Grado en Oftalmología. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Profesor Instructor. Aspirante a Investigador. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". La Habana, Cuba.

RESUMEN

OBJETIVO: Evaluar el poder corneal brindado por el Pentacam en pacientes miopes operados de cirugía refractiva con excímer láser en el Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", desde septiembre a diciembre de 2008.

MÉTODOS: Se realizó un estudio prospectivo en 50 ojos de 25 pacientes, utilizando varias mediciones obtenidas por el Pentacam: mapas de color queratométrico total y Equivalent K-reading Power, el true net power y las lecturas de queratometría equivalentes a diferentes diámetros. Todas analizadas y comparadas con los

valores de queratometrías obtenidos a través del método de historia clínica. Además se compararon las queratometrías preoperatorias reales con las queratometrías preoperatorias estimadas mostradas por el Pentacam. El análisis estadístico se realizó con la Prueba T para datos pareados, utilizando una significación del 95 %.

RESULTADOS: No hubo diferencias estadísticas significativas entre las queratometrías del método de historia clínica, el Equivalent K-reading Power y las lecturas de queratometría equivalentes a diferentes diámetros, mostrando la de 3,0 mm, la menor diferencia. El resto de las mediciones difirieron de forma significativa. No se encontró diferencias entre las queratometrías preoperatorias.

CONCLUSIONES: El Pentacam aportó poderes corneales que no difirieron estadísticamente de los obtenidos por el método de historia clínica en ojos miopes que tenían cirugía previa con excímer láser.

Palabras clave: Poder corneal, queratometría, cirugía refractiva, excímer láser.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To evaluate the corneal power offered by Pentacam for myopic patients operated on by refractive excimer laser surgery at "Ramón Pando Ferrer" Cuban Institute of Ophthalmology from September to December, 2008.

METHODS: A prospective study was performed in 50 eyes of 25 patients, using several measurements taken by Pentacam: total keratometric color maps and Equivalent K-reading Power, true net power and the keratometry readings equivalent to different diameters. All these measurements were analyzed and compared with the keratometry values seen in the clinical records. The real preoperative keratometries were also compared with the estimated preoperative keratometries shown by the Pentacam. The statistical analysis was based on paired t test, with 95 % significance.

RESULTS: There were not significant statistical differences among the Keratometries of the medical histories, the Equivalent K-reading Power and the Keratometry readings equivalent to different diameters, being the 3.0 mm reading the one that showed the smallest difference. The rest of the measurements significantly differed. There were no differences among the preoperative keratometries.

CONCLUSIONS: The Pentacam camera provided corneal powers that did not differ statistically from those found in the medical history in the myopic eyes that had previously undergone Excimer laser surgery.

Key words: Corneal power, Keratometry, refractive surgery, Excimer laser.

INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que el cálculo del lente intraocular (LIO) después de cirugía refractiva (CR) corneal es con frecuencia incorrecto debido a su inexactitud.^{1,2}

Las técnicas quirúrgicas con excímer láser pueden corregir miopía disminuyendo la curvatura de la superficie corneal anterior, lo que provoca que se altere la proporción natural entre las curvaturas corneales anterior y posterior. Por lo tanto

estos procedimientos invalidan el índice de refracción queratométrico convencional (usualmente 1,3375) utilizado por la mayoría de los topógrafos y queratómetros para convertir las mediciones del radio en dioptrías (D).^{3,4} Estos instrumentos no pueden calcular correctamente el poder corneal y normalmente pueden dar una medida que es superior al valor real. Esta sobrestimación del poder corneal lleva al paciente a una hipermetropía postoperatoria no deseada cuando se calcula el poder del LIO en ojos que serán operados de catarata.⁴

Un número creciente de métodos han sido propuestos para superar el problema de medir el poder corneal correctamente después de CR con excímer láser.⁵⁻⁷ La mayoría requieren los datos preoperatorios a la CR y ninguno puede adaptarse fielmente para todos los pacientes.⁴

La solución ideal sería encontrar un dispositivo que le permita al cirujano medir el poder corneal directamente de forma correcta, sin realizar cálculos.^{4,6} Existen en la actualidad dos instrumentos con esta capacidad disponibles en el mercado: el Orbscan II (Bausch & Lomb) y el Pentacam (Oculus).^{2,8-10}

Con el objetivo de obtener un valor queratométrico fidedigno de forma directa, nos planteamos en el presente estudio evaluar las medidas realizadas por el dispositivo Pentacam en ojos que tenían CR miope con excímer láser y compararlas con los valores obtenidos a través del método de la historia clínica (MHC) de estos pacientes.

MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo a 50 ojos de 25 pacientes que tenían CR con excímer láser para corregir miopía, en el Instituto Cubano de Oftalmología (ICO) "Ramón Pando Ferrer" durante el período de septiembre a diciembre de 2008. El estudio en cada ojo se comenzó como mínimo a los 3 meses de la CR, con previo consentimiento informado de los pacientes. En todos los casos se dispuso de los datos queratométricos y refractivos previos al LASIK y LASEK.

Cada ojo fue evaluado mediante la pentacamara rotatoria de Scheimpflug (Pentacam) y sometido a un examen refractivo posquirúrgico para determinar la mejor agudeza visual corregida (MAVC) mediante autorrefracto-queratómetro (Nidek) y refracción dinámica.

El poder corneal se calculó mediante el método de historia clínica (MHC), el cual utiliza la fórmula:

$$K = K_{pre} + R_{pre} R_{po}$$

Donde:

K_{pre} = poder corneal preoperatorio, R_{pre} = refracción preoperatoria, y R_{po} = refracción posoperatoria.^{6,7,11-13}

Este método es aún considerado por muchos autores el patrón estándar para obtener el poder corneal después de CR miópica,^{4,5,13,14} por lo que fue usado como referencia en este estudio para establecer las comparaciones.

Las medias de los siguientes valores de queratometría (K) brindados por el Pentacam fueron analizados y comparados con el valor promedio obtenido mediante el MHC: valor del apex corneal de los mapas a color Queratométrico total (QT) y Equivalent K Reading power (EKRp), valor queratométrico total (true net power) y las Equivalent K Reading (EKR) mostradas en el programa Holladay Report, las cuales brindan valores medidos dentro de anillos con diámetros a 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 4,5; 5,0; 6,0 y 7,0 mm (las medidas a 5,0, 6,0 y 7,0 mm no fueron incluidas en el análisis). Solamente fueron usadas las imágenes de Scheimpflug que el equipo calificó su calidad de "OK" o "Modelo".

Se comparó además el promedio de la K preoperatoria estimada (Kpe) aportada por el Pentacam con la K preoperatoria real que se obtuvo de la historia clínica del paciente.

El dispositivo de Pentacam (Oculus, Wetzlar, Alemania) comprende una cámara rotatoria de Scheimpflug y una hendidura con luz de longitud de onda corta que examina y mide las superficies anterior y posterior de la córnea, el espesor corneal y profundidad de la cámara anterior en 2 segundos. La longitud de onda es de 475 nm (luz azul que emite el láser diodo) y realiza 25 000 puntos de mediciones. En este estudio se escogieron los modos de 25 imágenes por examen y el de auto-medida.^{8,15}

El análisis estadístico se realizó con la Prueba T para datos pareados, utilizando una significación del 95 %. Una diferencia con un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

La edad promedio de los pacientes del estudio fue de 30,3 años $\pm$ 7,7 (DS). El error refractivo preoperatorio medio fue de $-4,2 \pm 1,4$ dioptrías (D). La técnica quirúrgica más representada fue el LASIK en el 71,4 % de los pacientes, seguido del LASEK (28,6 %). Los exámenes para la presente investigación se realizaron como promedio a los 9,1 meses de realizada la CR con excímer láser, con un rango de 3 a 14 meses (tabla 1).

Tabla 1. Edad, error refractivo preoperatorio y tiempo entre la cirugía refractiva y los exámenes del Pentacam de los pacientes estudiados

Variable	Media	DS
Edad (años)	30,3	$\pm 7,7$
Error refractivo preoperatorio (D)	-4,2	$\pm 1,4$
Tiempo entre CR y exámenes con Pentacam (meses)	9,1	$\pm 3,8$

DS=desviación estándar; D= dioptrías; CR= cirugía refractiva
Fuente: Historias clínica

El poder corneal calculado por el Método de Historia Clínica arrojó un valor promedio de $39,63 \pm 2,20$ D, el cual fue tomado como referencia para establecer las comparaciones con las mediciones aportadas por el Pentacam. Los valores correspondientes al ápex corneal de los Mapas a color QT y EKRp fueron $37,99 \pm 2,82$ D y $39,81 \pm 2,72$ D respectivamente. El valor Queratométrico total (True Net Power) fue de $38,22 \pm 2,32$ D, mientras el programa Holladay Report aportó los siguientes valores de EKR: a 1,0 mm ($39,31 \pm 2,69$ D), a 2,0 mm ($39,40 \pm 2,58$ D), a 3,0 mm ($39,56 \pm 2,44$ D), a 4,0 mm ($39,87 \pm 2,29$ D) y a 4,5 mm ($40,09 \pm 2,21$ D) (tabla 2).

Tabla 2. Valores del poder corneal por el método de historia clínica y Pentacam

Poder corneal	MHC	Mapas a color		True Net Power	EKR				
		QT	EKRp		1,0 mm	2,0 mm	3,0 mm	4,0 mm	4,5 mm
media (D)	39,63	37,99	39,31	38,22	39,31	39,40	39,56	39,87	40,09
DS	2,20	2,82	2,72	2,32	2,69	2,58	2,44	2,29	2,21

MHC=Método de Historia Clínica; QT=Queratométrico Total; EKRp=Equivalent K Reading power; EKR=Equivalent K Reading.
Fuente: Historias clínica.

Al comparar el MHC con las mediciones del Pentacam, se observó diferencias estadísticamente significativas con las aportadas por el Mapa a color QT, el True Net Power y la EKR a 4,5 mm. El resto de las mediciones de la pentacámara de Scheimpflug no difirieron de forma significativa con el valor del MHC. El valor que mostró menor diferencia fue la EKR a 3,0 mm ($-0,07$ D) seguido de las EKR a 2,0 mm y 4,0 mm con igual valor pero signos diferentes ($\pm 0,23$ D) (tabla 3).

Tabla 3. Confort del cirujano

	Colaboración del paciente			
	Muy buena	Buena	Regular	Mala
Bueno	28	0	0	0
Regular	0	1	1	0
Malo	0	0	0	0

Fuente: Base de datos CMO

Al comparar el valor medio de la K preoperatoria real del paciente con la Kpe del Pentacam, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre estos valores ($44,20 \pm 2,01$ D y $44,28 \pm 2,35$ D respectivamente), mediante el análisis con la prueba T para datos pareados (tabla 4).

Tabla 4. Diferencia entre la K preoperatoria real y la Kpe del Pentacam

Valor de K (D)	K pre	Kpe	Diferencia media $\pm$ DS	p*
Media $\pm$ DS	44,20 $\pm$ 2,01	44,28 $\pm$ 2,35	0,08 $\pm$ 1,15	0,65

K=queratometría; K pre=queratometría preoperatoria; Kpe=queratometría preoperatoria estimada

*p asociada a Prueba T de datos pareados.

Fuente: Historias clínica.

DISCUSIÓN

En la actualidad no existe un método único, aceptado por todos para el cálculo del LIO después de CR con excímer láser. Múltiples son los estudios que sugieren al MHC como el patrón estándar para calcular el poder corneal poscirugía refractiva con láser.^{4,5,13,14} Sin embargo su exactitud depende de la disponibilidad de datos perioperatorios y muestra una fiabilidad pobre cuando tales datos no están disponibles o son absolutamente imprecisos.^{4,5,13,14} El método ideal para calcular la potencia corneal tras cirugía refractiva se debería basar en mediciones directas de la córnea independientes de la información preoperatoria, evitando de esta forma realizar cálculos o inferencias.^{4,6,15}

Una de las aplicaciones novedosas que aporta el Pentacam es el cálculo de las queratometrías «reales» (que el programa denomina EKR, *Equivalent K-readings*: lecturas queratométricas equivalentes) en córneas operadas con cirugía refractiva. Estos datos queratométricos, según el fabricante, se pueden aplicar directamente en las fórmulas disponibles para el cálculo de lentes intraoculares.^{8,15-17} Según *Holladay*, la EKR es un ajuste del poder corneal calculado usando la fórmula óptica de Gaussian.¹⁸

De acuerdo con nuestros resultados son las EKR, calculadas a través del programa *Holladay report*, las mediciones que aportan resultados con menor diferencias respecto al MHC, entre toda la gama de valores queratométricos que nos brinda el Pentacam. Los valores medios de las EKR a 1,0; 2,0; 3,0 y 4,0 mm no mostraron diferencias estadísticamente significativas al compararlas con el del MHC y de ellas la EKR a 3,0 mm arrojó el poder corneal más cercano al valor tomado como referencia. Este representa el resultado más importante del presente estudio debido a que podríamos haber encontrado una medición directa del poder corneal sin la necesidad de disponer de datos perioperatorios ni realizar cálculos.

Estos resultados coinciden con otros estudios consultados donde los autores encontraron la mayor similitud a los valores queratométricos del MHC en el poder corneal aportado por las EKR del programa *Holladay report*, dentro de una serie de mediciones queratométricas realizadas por el Pentacam en pacientes con CR con excímer láser.^{4,8}

De hecho, el *Holladay Report* intenta, al poner a disposición las EKR, reflejar con más exactitud el cambio obtenido tras la cirugía refractiva, en un esfuerzo por mejorar el cálculo del poder del LIO en estos casos.¹⁷ El software de la unidad

evalúa las medidas tomadas de la superficie corneal central anterior y los ajusta al reflejar la diferencia en el poder de la superficie posterior de la córnea para la media de la población. Las lecturas de K equivalentes pueden ser usadas directamente en las fórmulas biométricas para calcular el poder del LIO sin un ajuste necesario.²

Pudimos observar además que el Pentacam puede predecir la K preoperatoria estimada con bastante exactitud al compararla con el valor queratométrico real del paciente antes de la CR. Este valor podría ser útil para aplicarlo en la fórmula de Doble-K propuesta por el doctor *Aramberri*¹⁹ así como en otros métodos que requieran de este dato y que por alguna razón no esté disponible o no sea confiable. Esto coincide también con los resultados expuestos por *Savini* y otros⁴ en un estudio realizado en el que utilizó el Pentacam en pacientes operados de cirugía refractiva.

Los resultados expuestos en este estudio, consideramos son alentadores, sobre todo por la posibilidad de haber obtenido a través del Pentacam, valores del poder corneal similares al del MHC, pero de una forma directa, fácil y automática sin la necesidad de aplicar fórmulas ni realizar suposiciones e inferencias con el propósito de obtener un valor queratométrico que sea confiable para el cálculo del LIO después de CR con excímer láser.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Savini G, Barboni P, Zanini M. Correlation between attempted correction and keratometric refractive index of the cornea after myopic excimer laser surgery. *J Refract Surg.* 2007;23(5):4616.
2. Kawamorita T, Uozato H, Kamiya K, Leon B, 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):12733.
3. Seitz B, Langenbucher A. Intraocular lens power calculation in eyes after corneal refractive surgery. *J Refract Surg.* 2000;16(3):34961.
4. Savini G, Barboni P, Profazio V, Zanini M, Hoffer KJ. Corneal power measurements with the Pentacam Scheimpflug camera after myopic excimer laser surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34:80913.
5. Savini G, Barboni P, Zanini M. Intraocular lens power calculation after myopic refractive surgery: theoretical comparison of different methods. *Ophthalmology.* 2006;113(8):127182.
6. Savini G, Hoffer KJ, Zanini M. IOL Power Calculations after LASIK and PRK. *Cataract & Refractive Surgery Today Europe.* 2007 Apr.
7. Mesa JC, Marti T, Arruga J. Cálculo del poder dióptrico de la lente intraocular (LIO) tras cirugía refractiva. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2005 Dic;80(12):699-703.
8. Jain R, Dilraj G, Grewal SPS. Repeatability of corneal parameters with Pentacam after laser in situ keratomileusis. *Indian J Ophthalmol.* 2007;55(5):3417.

9. Lackner B, Schmidinger G, Pieh S, Funovics M, Skorpik C. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan, and ultrasound. *Optom Vis Sci.* 2005;82(10):8929.
10. Arce GC, López Moreno G. Cálculo del lente intraocular después de cirugía refractiva. *Rev Colomb Oftalmol.* 2007;40(1):205-46.
11. Kenneth JH. Calculating Intraocular Lens Power after Refractive Corneal Surgery. *Arch Ophthalmol.* 2002;120(4):500-1.
12. Wang L, Booth MA, Koch DD. Comparison of intraocular lens power calculation methods in eyes that have undergone LASIK. *Ophthalmology.* 2004;111(10):1825-31.
13. Odenthal MP, Eggink CA, Melles G, Pameyer JH, Geerards AJ, Beekhuis WH. Clinical and theoretical results of intraocular lens power calculation for cataract surgery after photorefractive keratectomy for myopia. *Arch Ophthalmol.* 2002;120:431-8.
14. Kim JH, Lee DH, Joo CK. Measuring corneal power for intraocular lens power calculation after refractive surgery. Comparison of methods. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(11):1932-8.
15. Morcillo Laiz R, Muñoz Negrete F, Durán Poveda S. La cámara Scheimpflug rotacional Pentacam. *Actualizaciones Tecnológicas en Oftalmología.* 2006;24(4).
16. Belin MW, Holladay JT, Michelson MA, Woodhams JT, Ahmed I. The Pentacam: Precision, Confidence, Results and Accurate «Ks!» [monografía en Internet]. [citado: abril 2007]. Disponible en: http://www.oculus.de/chi/downloads/dyn/sonstige/sonstige/pentacam_aao_2006.pdf
17. Shammas HJ, Hoffer KJ, Shammas MC. Scheimpflug photography keratometry readings for routine intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(2):3304.
18. Holladay JT. Measuring Corneal Power after Corneal Refractive Surgery. *Cataract & Refractive Surgery Today.* 2006 Suppl:5-6.
19. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:20638.

Recibido: 14 de noviembre de 2010.

Aprobado: 24 de noviembre de 2010.

Dr. Yoriel Cuan Aguilar. Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer". Ave. 76 No. 3104 entre 31 y 41 Marianao, La Habana, Cuba. Correo electrónico: yoriel.cuan@infomed.sld.cu

