

January 2014

## Repetibilidad y reproducibilidad de las medidas del espesor y curvatura corneal obtenidas mediante el Oculus Pentacam

Martha Fabiola Rodríguez Álvarez

*Universidad de La Salle, Bogotá, mafarodriguez@unisalle.edu.co*

Laura Lizeth Alfonso Elizalde

*Universidad de La Salle, Bogotá, mafarodriguez@unisalle.edu.co*

Paola Andrea Nariño Roa

*Universidad de La Salle, Bogotá, mafarodriguez@unisalle.edu.co*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo>



Part of the [Eye Diseases Commons](#), [Optometry Commons](#), [Other Analytical, Diagnostic and Therapeutic Techniques and Equipment Commons](#), and the [Vision Science Commons](#)

---

### Citación recomendada

Rodríguez Álvarez MF, Alfonso Elizalde LL y Nariño Roa PA. Repetibilidad y reproducibilidad de las medidas del espesor y curvatura corneal obtenidas mediante el Oculus Pentacam. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2014;(1): 11-19. doi: <https://doi.org/10.19052/sv.2801>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular* by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Repetibilidad y reproducibilidad de las medidas del espesor y curvatura corneal obtenidas mediante el Oculus Pentacam

---

Repeatability and reproducibility of the measurements of corneal thickness and curvature obtained with Oculus Pentacam

---

LAURA LIZETH ALFONSO ELIZALDE\*  
PAOLA ANDREA NARIÑO ROA\*  
MARTHA FABIOLA RODRÍGUEZ ÁLVAREZ\*\*

---

## RESUMEN

**Objetivo:** evaluar la repetibilidad y reproducibilidad de las medidas del espesor y curvatura corneal obtenidas con el Oculus Pentacam, de la Universidad de La Salle. **Materiales y métodos:** para la repetibilidad de las medidas de la curvatura y espesor corneal con el Pentacam, un solo observador realizó diez repeticiones de diez ojos, y para la reproducibilidad dos examinadores, en sesiones separadas, ejecutaron tres tomas consecutivas en ambos ojos de veinte sujetos sanos. **Resultados:** en repetibilidad, el coeficiente de variación de las medidas de la curvatura corneal se encontró entre 0,2% y 0,4% y en el caso del espesor corneal varió entre 0,7% y 1,4%. El coeficiente de variación interobservador, para la curvatura corneal estuvo entre 3,6% y 4,0%, y para el espesor corneal entre 4,9% y 7,9%. No se hallaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) ni clínicamente significativas entre las observaciones inter e intraobservador. El coeficiente de correlación interobservador fue mayor al 0,90 ( $p < 0,01$ ). **Conclusión:** las medidas de la curvatura y espesor corneal obtenidas con el Oculus Pentacam son confiables, reproducibles y repetibles.

**Palabras clave:** reproducibilidad, repetibilidad, curvatura corneal, espesor corneal, Oculus Pentacam.

---

\* Estudiante de X Semestre, Programa de Optometría, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

\*\* Bacterióloga, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. MSc. en Inmunología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Docente investigadora, Universidad de La Salle, Grupo Cuidado Primario Visual y Ocular, Bogotá, Colombia.

---

Cómo citar este artículo: Alfonso Elizalde, L. L., Nariño Roa, P. A. y Rodríguez Álvarez, M. F. (2014). Repetibilidad y reproducibilidad de las medidas del espesor y curvatura corneal obtenidas mediante el Oculus Pentacam. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 12 (1), 11-19.

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the repeatability and reproducibility of the measurements of corneal thickness and curvature obtained with the Oculus Pentacam of the University of La Salle. **Materials and methods:** For the repeatability of the measurements of corneal curvature and thickness with the Pentacam, a single observer performed ten repetitions of ten eyes, and for reproducibility, two examiners executed, in separate sessions, three consecutive shots in both eyes of twenty healthy subjects. **Results:** As for reproducibility, the coefficient of variation of the measurements of corneal curvature was found to be between 0.2% and 0.4%, and in case of corneal thickness, it varied between 0.7% and 1.4%. The coefficient of interobserver variation for corneal curvature was between 3.6% and 4.0%, and for corneal thickness, between 4.9% and 7.9%. There were no statistical ( $p > 0.05$ ) nor clinically significant differences between inter and intraobserver observations. The interobserver correlation coefficient was higher than 0.90 ( $p < 0.01$ ). **Conclusion:** The measurements of corneal curvature and thickness obtained with the Oculus Pentacam are reliable, reproducible and repeatable.

**Keywords:** Reproducibility, repeatability, corneal curvature, corneal thickness, Oculus Pentacam.

**INTRODUCCIÓN**

Para la realización de cualquier examen es importante contar con equipos especializados que arrojen resultados confiables. Entre las variables que se utilizan para definir la realidad de los procedimientos de medida se encuentran la repetibilidad y la reproducibilidad. La repetibilidad se aplica a las medidas realizadas en condiciones lo más estables posible, tomadas con diferencias pequeñas de tiempo, por un mismo operario y con el mismo equipo (condiciones de repetibilidad). Por el contrario, la reproducibilidad se emplea en medidas que se efectúan en distintas condiciones (distintos operarios, distintos aparatos y momentos diferentes). Los métodos estadísticos utilizados para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de las medidas se basan en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, como el rango, la varianza, la desviación estándar (DS, por su sigla en inglés) y análisis de varianza (Anova) (Bonnin, Lobato, Chamorro y Sánchez, 2012).

En la práctica optométrica y oftalmológica, la medida del espesor corneal se usa para valorar el estado fisiológico y metabólico de la córnea, el cual cambia en condiciones de hipoxia y en algunas patologías oculares; por ejemplo, en pacientes con glaucoma se evidencia asociación entre el adelgazamiento o disminución en el espesor corneal con

el grado de severidad (Iester *et al.*, 2012) y con el riesgo de desarrollar pérdidas en el campo visual (Hong, Kim, Seong, Hong, 2007).

Así mismo, la medida de la curvatura corneal es relevante en la adaptación de lentes de contacto y cirugía refractiva. Gordillo *et al.* (2010) reportaron que las hipocorrecciones poscirugía refractiva hipermetrónica (Lasik) podrían deberse a un menor encorvamiento de la córnea, por lo que se recomienda evaluar los datos de la queratometría en los dos meridianos, previa a una cirugía.

El Oculus Pentacam es una cámara rotatoria de Scheimpflug. El procedimiento de examen rotatorio genera imágenes Scheimpflug tridimensionales, en el que la rejilla de puntos se estrecha en el centro por la rotación. El Pentacam calcula un modelo tridimensional de la cara anterior del ojo con un examen real hasta 25.000 puntos de elevación corneales. La topografía y paquimetría de la cara anterior y posterior de la córnea se mide y describe de limbo a limbo.

El nivel de confianza en la información proporcionada por este equipo depende de su eficacia. Los estudios de las mediciones corneales obtenidas con Pentacam reportan una buena repetibilidad y reproducibilidad (Barkana *et al.*, 2005; Doménech *et al.*, 2009; McAlinden, Khadka y Pesudovs, 2011).

La fiabilidad de las medidas del segmento anterior obtenidas con Oculus Pentacam comparada con el topógrafo corneal estándar se demuestra con valores inferiores a 5 % para el coeficiente de variación (CV) y con una muy buena concordancia inter e intraobservador, mayor de 95 % (Doménech *et al.*, 2009). Comparado con la paquimetría de ultrasonido, el coeficiente medio de repetibilidad del Pentacam reporta 0,84 % y el coeficiente de reproducibilidad de 1,10 %, lo que constata que la medición del espesor central corneal con el Pentacam tiene una excelente repetibilidad y reproducibilidad, equiparable con la paquimetría ultrasónica (Barkana *et al.*, 2005).

Teniendo en cuenta la forma de escaneo del Pentacam —veinticinco imágenes en un segundo, cincuenta en dos segundos y cincuenta en un segundo— se observa muy buena repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones del segmento anterior. Para la queratometría la repetibilidad fue de 0,09 % y la reproducibilidad de 0,1 %. Para los mapas de la paquimetría la repetibilidad fue de 3,62 % a 0 mm y de 6,06 % a 8 mm, la reproducibilidad fue de 4,3 % y 6,71 % respectivamente, exhibiendo menos repetibilidad a medida que se aleja del punto central (McAlinden *et al.*, 2011).

En Colombia, Núñez y Blanco (2009) reportaron que el coeficiente de repetibilidad (CR) en el punto de máxima elevación anterior fue de 24,20 % para el Pentacam y de 68,29 % para el Orbscan. Contrario al CR en el punto máximo de elevación posterior, donde el CR fue de 68,03 % y 38,69 % respectivamente. Aunque los autores discuten que en el caso del Pentacam las diferencias entre las medias es significativa clínicamente ( $DS \pm 4,26$ ), también sería significativa para las diferencias obtenidas con el Orbscan ( $DS \pm 3,49$ ).

El propósito de esta investigación fue evaluar la repetibilidad y reproducibilidad de las medidas del espesor y curvatura corneal obtenidas con el Oculus Pentacam, de la Universidad de La Salle.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Tipo de investigación:* observacional descriptiva de tipo transversal, evaluación de equipos.

*Muestra poblacional:* se incluyeron veinte sujetos hombres y mujeres que cumplieron con los siguientes criterios: personas de dieciocho años a treinta años de edad, sin alteraciones oculares como opacificación corneal o de medios, ptosis ocular, nistagmo, amaurosis, pacientes con cualquier astigmatismo irregular o usuarios de lentes de contacto o sometidos a cirugía refractiva.

Antes de iniciar el análisis, todos los sujetos firmaron el consentimiento después de explicárseles los procedimientos y los objetivos del estudio. A cada uno de ellos se le realizó refracción y examen externo para verificar que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión. Previo al estudio, los dos examinadores tuvieron un entrenamiento en el manejo del Oculus Pentacam HR ubicado en el consultorio de telemedicina de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de La Salle.

Para la repetibilidad de las medidas obtenidas con el Pentacam, un solo observador realizó diez tomas de los dos ojos de cinco sujetos participantes. El tiempo transcurrido entre cada medición fue aproximadamente un minuto. Para asegurar que cada repetición fuera independiente, el individuo retiró su cabeza del equipo y se alineó nuevamente frente al Pentacam en el plano requerido.

Para el estudio de reproducibilidad dos examinadores, en sesiones separadas, ejecutaron tres tomas consecutivas en ambos ojos de cada una de las veinte personas participantes. El tiempo entre cada sesión (cada observador) fue de máximo tres minutos para dejar descansar al paciente. El lapso entre las medidas se controló con el fin de evitar la variación diurna en el espesor de la córnea (Aakre *et al.*, 2003; Harper *et al.*, 1996; Oncel, Dinc, Gorgun y Yalvaç, 2009).

En el caso del espesor central se tomó para el registro el punto central y para el espesor periférico se tomaron los cuatro puntos: superior, inferior, nasal y temporal a 8 mm del punto central. Para la curvatura corneal, el punto central, nasal, temporal, superior e inferior a 6 mm del punto central.

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La normalidad en la distribución de los datos se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para la repetibilidad se empleó el análisis descriptivo de las diez repeticiones por ojo y se obtuvo el promedio estadístico: rango, media, DS y CV. Las diferencias estadísticas entre las diez repeticiones de cada ojo y del total de las cien repeticiones de los diez ojos para cada punto de la curvatura y espesor corneal se evaluaron con la prueba de Anova. Para la reproducibilidad, se efectuó el análisis descriptivo de las tres repeticiones por ojo (40) y se obtuvo el promedio DS y CV. Las diferencias estadísticas entre las tomas (240) y por examinador se valoraron con la prueba de Anova. La correlación interobservador para cada una de las medidas de la curvatura y espesor se determinó con el coeficiente de correlación de Pearson. Todo el análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS versión 15.

### RESULTADOS

Los sujetos evaluados tenían entre 20 años y 26 años de edad, y los errores refractivos se encontraron entre +2,50 D y -1,25 D y astigmatismos entre -0,25 D y -2,50 D; ninguno presentó alteración o patología ocular durante la realización del estudio.

### REPETIBILIDAD

La curvatura corneal de los sujetos evaluados, en la primera toma varió con un rango de 3,03 D y el espesor corneal en un rango de 144,6 micras. Para cada punto de la curvatura corneal, el CV se encontró entre 0,2% y 0,4% y en el caso del

espesor corneal varió entre 0,7% y 1,4%. El rango, la media, la DS y el CV promedio obtenido de las diez repeticiones de cada ojo en cada punto de la curvatura y espesor corneal se presentan en la tabla 1.

TABLA 1. Rango, media, DS y CV de las medidas de la curvatura y espesor corneal obtenidas por un solo examinador

CURVATURA	RANGO (D)	MEDIA (D)	DS (D)	CV (%)
CC1	0,5	43,2	0,2	0,4
CC2	0,2	44,7	0,1	0,2
C6Sup	0,3	43,9	0,1	0,3
C6Inf	0,3	44,1	0,1	0,2
C6Nas	0,2	42,4	0,1	0,2
C6Temp	0,2	43,1	0,1	0,2
ESPESOR	μM	μM	μM	%
EC	12,8	546,8	4,1	0,7
E8Sup	31,7	735,2	10,3	1,4
E8Inf	29,6	689,6	8,6	1,2
E8Nas	23,8	731,1	7,6	1,0
E8Temp	28,1	662,5	8,6	1,3

CC: medida de la curvatura corneal central. C6sup: medida de la curvatura corneal superior a 6 mm del punto central. C6inf: medida de la curvatura corneal inferior a 6 mm del punto central. C6Nas: medida de la curvatura corneal nasal a 6 mm del punto central. C6Temp: medida de la curvatura corneal temporal a 6 mm del punto central. Ec: espesor corneal central. E8sup: espesor corneal superior a 8 mm del punto central. E8inf: espesor corneal inferior a 8 mm del punto central. E8Nas: espesor corneal nasal a 8 mm del punto central. E8Temp: espesor corneal temporal a 8 mm del punto central.

La prueba de Anova demostró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las diez repeticiones de cada ojo ni en el total de las cien repeticiones de los diez ojos ( $p > 0,05$ ), tanto para la curvatura como para el espesor corneal hechas por el mismo examinador.

### REPRODUCIBILIDAD

Las medidas de la curvatura y el espesor corneal, en la primera toma entre los sujetos participantes, variaron en un rango promedio de 6,1 D y 178,4 micras, respectivamente. El CV interexaminador para las medidas de la curvatura corneal estuvo entre 3,6% y 4,0%, y del espesor corneal entre

4,9% y 7,9% (tabla 2). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) con la prueba de Anova; teniendo en cuenta las diferencias por toma y por examinador, tanto para la curvatura como para el espesor corneal, tampoco se hallaron diferencias clínicas relevantes.

El coeficiente de correlación para todas las medidas de la curvatura corneal fue de 0,99 y para el espesor estuvo entre 0,89 y 0,99 con una  $p < 0,01$ , lo cual evidencia una buena correlación interobservador (figura 1).

## DISCUSIÓN

El Oculus Pentacam HR es un instrumento que se creó para ayudar a medir y analizar con precisión las características corneales. La mayoría de los estudios revisados muestra que el Pentacam arroja medidas repetibles y reproducibles. McAlinden *et al.* (2011) reportaron una DS en la prueba de repetibilidad para la curvatura central (CC1) de 0,39 D, acorde con el presente estudio, donde la DS en el mismo punto de la córnea fue de 0,2 D,

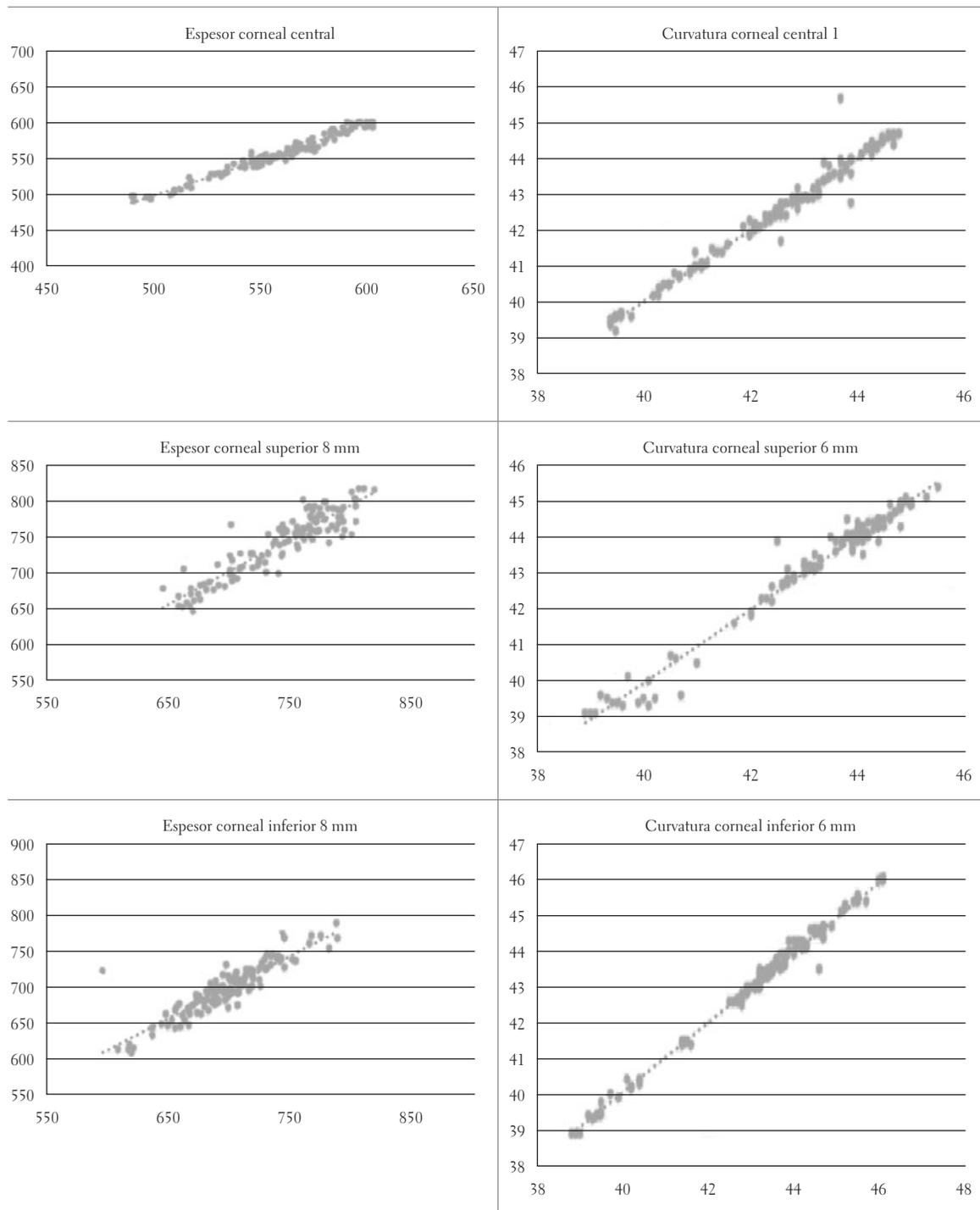
y el CV de 0,4, valor que está muy cercano al reportado por Doménech *et al.* (2009), CV = 0,43 en CC1; ello corrobora la precisión dada en el manual de Oculus Pentacam para la curvatura de  $\pm 0,2$  D.

Kawamorita, Nakayama y Uozato (2009) encontraron en el ensayo de repetibilidad para las medidas de la curvatura central un CV entre 0,31 y 0,38 con una media de  $41,97 \pm 1,52$  y  $43,36 \pm 1,57$  D, resultados comparables con el presente estudio (CV = 0,4). Aunque la DS fue mayor que la reportada aquí ( $\pm 0,2$  y  $\pm 0,1$ ), es probable que esto obedezca al diseño. Kawamorita *et al.* (2009) evaluaron veintiséis ojos con tres repeticiones para cada ojo, por el mismo examinador, mientras que en esta investigación la repetibilidad fue asumida por el CV determinado en diez repeticiones de diez ojos.

La repetibilidad expresada asumiendo el CV mide la dispersión en términos de porcentajes, es decir, señala qué tan grande es la magnitud de la DS respecto al promedio del conjunto de datos que se examinan, siendo estos muy homogéneos

TABLA 2. Media, DS y CV de las medidas del espesor y curvatura interobservador

CURVATURA	EX1		EX2		MEDIA DE LAS DIFERENCIAS	MEDIA EX1 Y EX2	DS	CV
	MEDIA (N = 120) D	DS D	MEDIA (N = 120) D	DS D	D	(N = 240) D	D	%
CC1	42,5	1,5	42,5	1,6	0,1	42,5	1,5	3,7
CC2	43,6	1,6	43,6	1,6	0,1	43,6	1,6	3,7
C6Sup	43,2	1,6	43,2	1,7	0,2	43,2	1,7	3,9
C6Inf	43,1	1,8	43,1	1,7	0,1	43,1	1,7	4,0
C6Nas	42,1	1,5	42,1	1,5	0,1	42,1	1,5	3,6
C6Temp	42,0	1,7	42,0	1,7	0,1	42,0	1,7	3,9
ESPESOR	$\mu$ M	$\mu$ M	$\mu$ M	$\mu$ M	$\mu$ M	$\mu$ M	$\mu$ M	%
EC	557,6	26,8	557,6	27,5	4,6	557,6	27,1	4,9
E8Sup	743,7	42,3	741,0	42,7	13,9	742,4	42,5	5,7
E8Inf	698,5	36,4	698,2	35,7	10,9	698,3	36,0	5,2
E8Nas	690,3	50,9	689,9	51,7	8,1	690,1	51,3	7,4
E8Temp	707,3	56,5	707,1	55,7	8,8	702,2	56,1	7,9



Continúa

cuando el CV está entre 0% y 11%; por lo tanto, el Pentacam tiene una excelente repetibilidad para las medidas de la curvatura corneal en todos los puntos evaluados, lo cual fue además corroborado por la prueba de Anova en la que no se encontraron diferencias estadísticas entre las repeticiones por el mismo examinador.

En cuanto a la reproducibilidad, el coeficiente de correlación para todos los puntos de la curvatura, fue de 0,99 ( $p < 0,01$ ), el mismo valor reportado por estos investigadores (Doménech *et al.*, 2009; McAlinden *et al.*, 2011).

Las medidas del espesor corneal obtenidas con el Pentacam también demostraron ser repetibles al

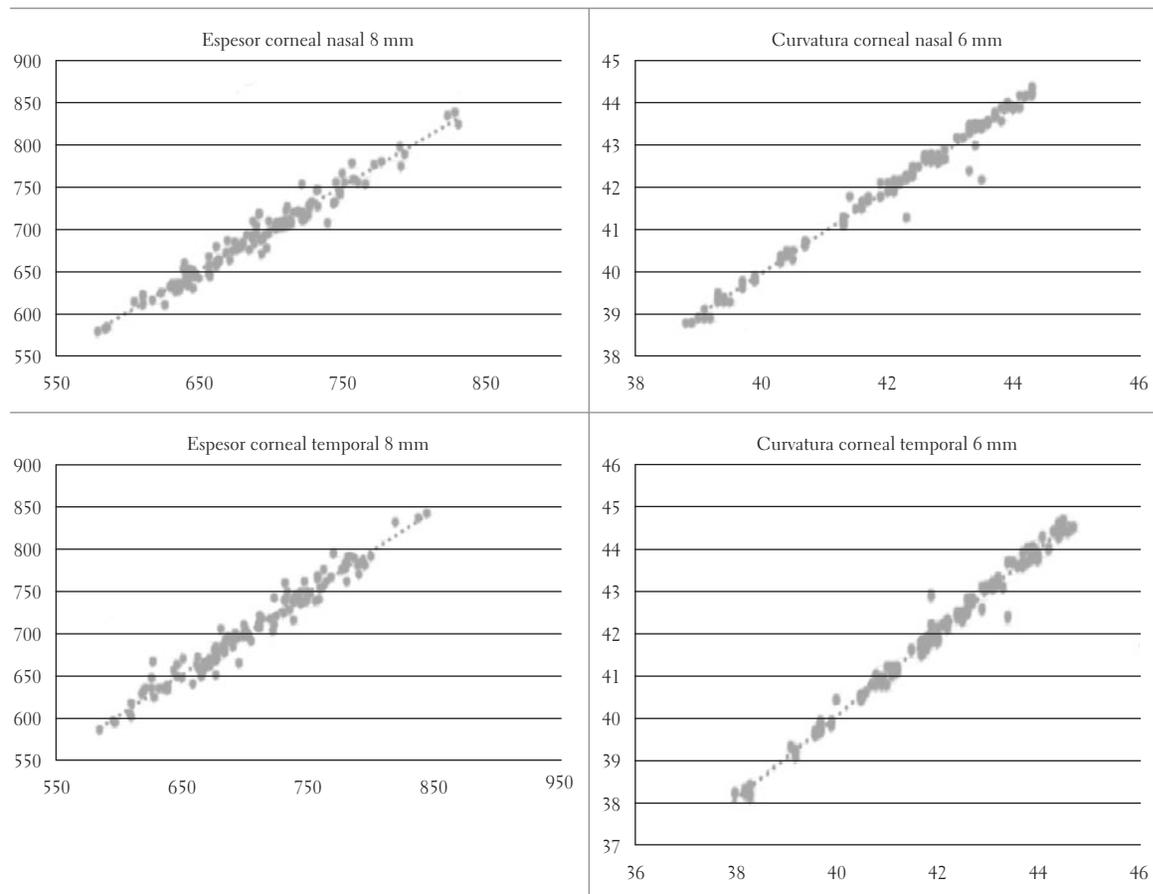


FIGURA 1. Gráficos de dispersión de las medidas de la curvatura en dioptrías ( $r = 0,99$ ) y espesor corneal en micras ( $EC = r = 0,98$ ;  $ESup = r = 0,91$ ;  $EInf = r = 0,89$ ;  $ENas = 0,98$  y  $ETemp = 0,98$ ) realizadas por dos examinadores

encontrar un CV para espesor central de 0,7 con una media  $546 \pm 4,1$  micras, valores muy similares a los reportados por Bonnin *et al.* (2012) en seis sujetos (veinte repeticiones), una media del EC central de  $542,29 \pm 4,1$  micras con un CV de 0,75. Doménech *et al.* (2009) también constataron una buena repetibilidad para estas medidas alcanzadas con el Pentacam (diez repeticiones de dos ojos), con un CV de 1,22, similar a los que evidencian Barkana *et al.* (2005), un CR de 0,84% en diez repeticiones de cuatro ojos, lo que indica que estas medidas tienen una excelente repetibilidad para las valoraciones clínicas, ya que se presenta una baja dispersión de los datos.

Pocos estudios han evaluado la repetibilidad y reproducibilidad del EC periférico. McAlinden *et al.* (2011) efectuaron dos repeticiones de cien ojos, teniendo en cuenta las medidas del EC inferior a 2 mm, 3 mm y 4 mm, y encontraron un

porcentaje de repetibilidad de 4,6, 6,3 y 8,6 respectivamente. Ellos observaron que la repetibilidad disminuye a medida que se aleja del punto central. Además, los autores determinaron la repetibilidad de los gráficos de la paquimetría (*corneal thickness spatial profiles*) a 0 mm, 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm y 10 mm, encontrándolos más repetibles que los mapas (3,6, 3,6, 4,0, 4,7, 6,0 y 7,4 respectivamente) y mejor repetibilidad cuando se efectúa en escaneo fino (cincuenta imágenes por segundo) (2,9; 2,9; 3,2; 3,9; 5,0 y 8,1 respectivamente). En el presente estudio el EC periférico se evaluó a 8 mm (límite de la medida del EC, recomendado por el Pentacam), el mayor CV fue de 1,4 en el punto superior, el doble del CV de las medidas del EC central, acorde con lo reportado por McAlinden *et al.* (2011).

Es importante resaltar que las medidas de los puntos centrales tanto para la curvatura como para el

espesor corneal tienen mayor repetibilidad y reproducibilidad que las medidas periféricas, pues las primeras tienen menor CV; de hecho, muchos de los estudios clínicos y de investigación se hacen teniendo en cuenta solo el punto central.

El coeficiente de correlación interexaminador para cada uno de los puntos del EC varió entre 0,90 y 0,99, una buena reproducibilidad como la que reportan otros autores (Barkana *et al.*, 2005; Doménech *et al.*, 2009). El CV de Barkana *et al.* (2005), variación para la reproducibilidad, fue mayor que el de la repetibilidad en todos los puntos evaluados, siendo mejor la reproducibilidad para el EC central (CV = 4,9) y peor para el EC temporal periférico a 8 mm (CV = 7,9) conforme con McAlinden *et al.* (2011). La DS promedio interexaminador obtenida en este estudio fue de 27,1 micras, valores que están entre los encontrados por Barkana *et al.* (2005) (DS = 32,1 micras) y Doménech *et al.* (2009) (DS = 23,3 micras). Al respecto, es importante señalar que uno de los limitantes del estudio fue que, al inicio de este, el espesor y los sujetos que participaron en el estudio de reproducibilidad variaron con un rango de entre 109 micras en el EC central y 223 micras en el EC temporal.

En general, la repetibilidad y la reproducibilidad del Oculus Pentacam, de la Universidad de La Salle, son muy buenas y confiables para las valoraciones clínicas e investigativas que involucren las medidas del espesor y curvatura corneal, sin diferencias estadísticas ni clínicamente significativas intra o interexaminador.

## REFERENCIAS

- Aakre, B., Doughty, M., Dalane, O., Berg, A., Aamodt, O. y Gangstad, H. (2003). Assessment of reproducibility of measures of pressure and central corneal thickness in Young white adults over a 16-h time period. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 23, 271-283.
- Barkana, Y., Gerber, Y., Elbaz, U., Schwartz, S., Ken-Dror, G., Avni, I. y Zadok, D. (2005). Central corneal thickness measurement with the Pentacam Scheimpflug system, optical low-coherence reflectometry, pachymeter, and ultrasound pachymetry. *Journal of Cataract Refractive and Surgical*, 31 (9), 1729-1735.
- Bonnin, C., Lobato, L., Chamorro, E. y Sánchez, C. (2012). La valoración del espesor del ápex corneal con topógrafo de Scheimpflug: repetibilidad de las medidas. *Gaceta de Optometría y Óptica Oftálmica*, 476, 26-30.
- Doménech, B., Mas, D., Ronda, E., Pérez, J., Espinosa, J. y Illueca, C. (2009). Repeatability and concordance of the Pentacam system. Comparative study of corneal parameters measured with Pentacam and Atlas. *Óptica Pura y Aplicada*, 42 (1), 51-60.
- Gordillo, L., García, D., Báez, M., Merchán, G., Castillo, G., Henao, P., Villa, C., Alfonso, D. y Latorre, M. (2010). Cambios queratométricos en post lasik hipermetrópico en pacientes de dieciocho a setenta años en optilaser, entre abril y septiembre de 2009. *Revista Sociedad Colombiana de Oftalmología*, 43 (3), 213-219.
- Harper, C. L., Boulton, M. E., Bennett, D., Marcyniuk, B., Jarvis-Evans, J. H., Tullo, A. B., y Ridgway, A. E. (1996). Diurnal variations in human corneal thickness. *British Journal of Ophthalmology*, 80 (12), 1068-1072.
- Hong, S., Kim, C., Seong, G. y Hong, Y. (2007). Central corneal thickness and visual field progression in patients with chronic primary angle-closure glaucoma with low intraocular pressure. *American Journal of Ophthalmology*, 143 (2), 362-363.
- Iester, M., Telani, S., Frezzotti, P., Manni, G., Uva, M., Figus, M. y Perdicchi, A. (2012). Differences in central corneal thickness between the paired eyes and the severity of the glaucomatous damage. *Eye*, 26 (11), 1424-1430.
- Kawamorita, T., Nakayama, N. y Uozato, H. (2009). Repeatability and reproducibility of corneal curvature measurements using the Pentacam and keratron topography systems. *Journal of Refractive Surgery*, 25 (6), 539-544.
- McAlinden, C., Khadka, J. y Pesudovs, K. (2011). A comprehensive evaluation of the precision (repeatability

and reproducibility) of the Oculus Pentacam HR. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52 (10), 7731-7737.

Núñez, M., y Blanco, C. (2009). Efficacy of Orbscan II® and Pentacam® topographers by a repeatability analysis when assessing elevation maps in candidates to refractive surgery. *Biomédica*, 29 (3), 362-368.

Oculus Pentacam HR (s. f.). *Manual de instrucciones. Sistema de análisis y evaluación para el segmento anterior ocular*. Wetzlar Oculus: Optikgeräte.

Oncel, B., Dinc, U., Gorgun, E. y Yalvaç, B. (2009). Diurnal variation of corneal biomechanics and intraocular pressure in normal subjects. *European Journal of Ophthalmology*, 19 (5), 798-803.

Recibido: 17 de enero de 2014

Aprobado: 21 de marzo de 2014

CORRESPONDENCIA

Martha Fabiola Rodríguez Álvarez  
mafarodriguez@unisalle.edu.co

