

¿Afecta la modalidad de adquisición de la tomografía de coherencia óptica la medición del grosor retiniano en pacientes diabéticos?

Dulce Milagros Razo Blanco Hernández,* Vanessa Flores Quiles,**
Xóchitl Demetrio Damián,** Virgilio Lima Gómez***

RESUMEN

Introducción. La tomografía de coherencia óptica (TCO) es el estándar para evaluar el grosor macular. El grosor retiniano encontrado en nuestra población es menor a la referencia internacional, se desconoce si es debido a variables de la adquisición del estudio (midriáticos, flash, color del ojo). **Objetivo.** Identificar si los midriáticos, el flash y la selección del color del ojo modifican significativamente el grosor del punto central (GPC) y el volumen macular medidos con TCO. **Material y métodos.** Estudio observacional, prospectivo, comparativo, transversal. Se evaluaron diabéticos con iris oscuro, sin alteraciones del fondo del ojo, en quienes se obtuvo una TCO en cuatro modalidades: 1) Sin midriáticos y sin flash, medición para ojos oscuros. 2) Con midriáticos y sin flash, medición para ojos oscuros. 3) Con midriáticos y flash, medición para ojos oscuros. 4) Con midriáticos y flash, medición para ojos claros. Se compararon el GPC y el volumen macular entre las modalidades mediante análisis de varianza. **Resultados.** Se evaluaron 30 ojos. El promedio de GPC fue: primera modalidad $155.6 \pm 18.25 \mu\text{m}$, segunda $163.17 \pm 20.86 \mu\text{m}$, tercera $155.87 \pm 18.85 \mu\text{m}$, cuarta 161.37 ± 19.35 ($p = 0.3$). El promedio de volumen macular fue: primera modalidad $6.69 \pm 0.4 \text{ mm}^3$, segunda $6.75 \pm 0.39 \text{ mm}^3$, tercera $6.72 \pm 0.42 \text{ mm}^3$, y cuarta $6.68 \pm 0.39 \text{ mm}^3$ ($p = 0.9$). **Discusión.** Las modificaciones en la adquisición de la TCO no indujeron diferencias significativas en el GPC ni en el volumen macular. Las diferencias identificadas entre los estudios de nuestra población y la referencia internacional y extranjeros no son atribuibles a inconsistencias en la medición.

Palabras clave: Tomografía de coherencia óptica, grosor retiniano, volumen macular.

ABSTRACT

Background: Optical coherence tomography (OCT) is the standard for evaluation of macular thickness. Retinal thickness in our population is lower than the international reference, it has not been defined whether this difference is related to variables of the study acquisition (mydriatics, flash, eye color). **Aim:** To identify if mydriatics, flash and eye color selection cause a significant modification of center point thickness (CPT) and macular volume measured with OCT. **Material and methods.** Non interventional, prospective, comparative, cross sectional study. An OCT was obtained in diabetic patients with dark iris color, without ocular fundus alterations, using four acquisition modalities: 1) Without mydriatics without flash, measurement for dark eyes. 2) With mydriatics without flash, measurement for dark eyes. 3) With mydriatics with flash, measurement for dark eyes. 4) With mydriatics with flash, measurement for light eyes. CPT and macular volume were compared between acquisition modalities using analysis of variance. **Results.** 30 eyes were evaluated. Mean GPC was: first acquisition modality: $155.6 \pm 18.25 \mu\text{m}$, second $163.17 \pm 20.86 \mu\text{m}$, third $155.87 \pm 18.85 \mu\text{m}$, fourth 161.37 ± 19.35 ($p = 0.3$). Mean macular volume was: first acquisition modality $6.69 \pm 0.4 \text{ mm}^3$, second $6.75 \pm 0.39 \text{ mm}^3$, third $6.72 \pm 0.42 \text{ mm}^3$, and fourth $6.68 \pm 0.39 \text{ mm}^3$ ($p = 0.9$). **Discussion.** The changes in OCT acquisition modality did not induce significant differences either in CPT or macular volume values. The difference identified between national studies and the international reference is not related to measurement inconsistency.

Key words: Macular thickness, macular volume, optical coherence tomography.

* Investigador en Ciencias Médicas "C", División de Investigación Clínica, Hospital Juárez de México.

** Oftalmóloga egresada del Hospital Juárez de México.

*** Jefe de la División de Investigación Clínica, Hospital Juárez de México.

INTRODUCCIÓN

La tomografía de coherencia óptica (TCO) es una técnica no invasiva que permite evaluar el fondo del ojo, que no requiere contacto; utiliza interferometría y una fuente de luz de onda continua de baja coherencia, para la formación de imágenes.¹

La TCO proyecta un par de rayos infrarrojos en el ojo, para generar imágenes seccionales de la retina con alta resolución (10 μm); el patrón resultante de la interferencia de ambos rayos depende del grosor y de la reflectividad de las estructuras retinianas, y es detectado por un fotodiodo, seguido de un procesamiento electrónico de la señal y adquisición de los datos por una computadora; las tomografías son procesadas en escala micrométrica después de su adquisición, para compensar artefactos de movilidad debidos al movimiento del paciente o al flujo sanguíneo pulsátil.¹

La TCO es un auxiliar útil en el diagnóstico de las enfermedades de la retina. Entre sus características se encuentra la capacidad de medir cuantitativamente el grosor del centro de la mácula (grosor del punto central, GPC), lo que le da un potencial de gran valor en la evaluación del edema macular en retinopatía diabética y en otras enfermedades.

Estas características permiten evaluar objetivamente terapias nuevas potenciales para el edema macular, como los abordajes farmacológicos o quirúrgicos para reducir el engrosamiento retiniano y para mejorar la agudeza visual, tanto en estudios de investigación como en la práctica clínica.²

Para medir el grosor retiniano, la estrategia de mapeo de 6 mm (mapa rápido macular) divide a la mácula en nueve campos y determina el GPC en μm y el volumen macular en mm^3 . Este estudio emplea seis líneas radiales de 6 mm, con 128 rastreos por línea en un tiempo de 1.92 segundos, con lo que mide el grosor retiniano en 768 puntos.³

El GPC se define como el grosor retiniano promedio en el punto de intersección de seis mediciones radiales que pasan por el centro de la mácula (área de mayor resolución); el grosor del campo central (GCC) es el grosor promedio en las 1,000 μm centrales de la mácula.³

Existe variabilidad interobservador en la medición del grosor retiniano, pero el volumen macular total es independiente del observador y directamente comparable.⁴ La variabilidad en la medición del GCC es de 8%;⁵ de acuerdo con esa estimación, la variabilidad de la medición del GPC corresponde a 12%.

El promedio de GCC medido con TCO Stratus en pacientes sin diabetes fue 212 μm y el de GPC fue 183 μm en un estudio estadounidense;⁶ en un estudio de nuestro país

el promedio de GPC fue $157.6 \pm 14.9 \mu\text{m}$, lo cual representa un valor 15% menor.⁷

No se ha identificado si esta diferencia es causada por variables de la adquisición del mapa en los parámetros del equipo, como la aplicación de midriáticos, el empleo de flash o la selección del tono del ojo (claro u oscuro). Las diferencias de grosor retiniano con estudios de otros países podrían deberse a características étnicas, pero se requiere investigar la participación del método de adquisición en esta modificación.

Se realizó un estudio para determinar si el uso de midriáticos, el uso de flash y la selección del color del ojo (claro u oscuro) modificaban significativamente el GPC y el volumen macular, en pacientes diabéticos sin retinopatía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio observacional, prospectivo, comparativo, transversal y abierto, en pacientes diabéticos tipo 2, residentes en el Distrito Federal y su área metropolitana, atendidos en un hospital general entre el 1 de enero y el 30 de junio del 2010. El estudio fue autorizado por la Comisión de Investigación de la institución donde se realizó.

Se incluyeron pacientes de cualquier género, con edad entre 40 y 60 años, con iris de color oscuro, sin retinopatía y con el fondo del ojo normal, con medios transparentes que permitieran obtener un estudio de tomografía de coherencia óptica de adecuada calidad. Se excluyeron los ojos con miopía superior a -6.00 dioptrías y aquéllos con cirugía intraocular previa. Se eliminaron los ojos cuyo estudio de tomografía de coherencia óptica presentara errores de medición.

En todos los pacientes se obtuvo un mapa rápido macular con el equipo Stratus OCT (Zeiss), en cuatro modalidades:

- **Sin midriáticos y sin flash**, con medición para ojos de color oscuro.
- **Con midriáticos y sin flash**, con medición para ojos de color oscuro.
- **Con midriáticos y con flash**, con medición para ojos de color oscuro.
- **Con midriáticos y con flash**, con medición para ojos de color claro.

Para estandarizar la medición, se incluyó el equivalente esférico y el eje anteroposterior ocular (calculado con el ultrasonido modo A del equipo Ultrascan, Alcon).

Cada mapa se obtuvo mediante el siguiente procedimiento: El equipo se enfocó en el plano de la pupila y

posteriormente se desplazó hacia adelante hasta que se escuchó una alarma acústica, que señaló que se había alcanzado el plano de la retina; una vez identificado éste, se activaron las funciones de optimización del eje Z y de la polarización. Con fines de estandarización, todos los mapas se obtuvieron por un mismo observador, entre las 8:00 y las 11:00 a.m.

Para verificar que el mapa estuviera centrado adecuadamente, se comparó el GCC con el GPC. Se aseguró que el último fuera menor que el primero, y que la zona más delgada se localizara dentro del círculo central.

Se consideró error de medición a cualquier desviación de la línea de rastreo de la tomografía de coherencia óptica con respecto al límite real de la retina.⁸ La discrepancia entre la localización del límite externo de la retina obtenida automáticamente y la obtenida manualmente⁹ no se consideró un error de medición, ya que de acuerdo con Sadda y cols., esta detección es la esperada para el equipo.⁸

Las variables en estudio fueron el grosor del punto central (medido en μm) y el volumen macular (medido en mm^3). Sus definiciones operativas fueron los resultados generados por el equipo Stratus OCT mediante el análisis de ojo único.

Se comparó el promedio del GPC y del volumen macular en cada modalidad de medición con las modalidades restantes mediante análisis de varianza, con la prueba *post hoc* de Tukey. Se consideró significativa a una $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se evaluaron 30 ojos de 16 pacientes con edad entre los 47 y los 69 años (promedio 55.69 D.E. \pm 6.08). Once pacientes correspondieron al sexo femenino (68.75%).

El promedio de grosor del punto central fue $155.6 \pm 18.25 \mu\text{m}$ en la primera modalidad, $163.17 \pm 20.86 \mu\text{m}$ en la segunda, $155.87 \pm 18.85 \mu\text{m}$ en la tercera y 161.37 ± 19.36 en la cuarta ($p = 0.3$).

El promedio de volumen macular en la primera modalidad fue $6.69 \pm 0.4 \text{ mm}^3$, $6.75 \pm 0.39 \text{ mm}^3$ en la segunda, $6.72 \pm 0.42 \text{ mm}^3$ en la tercera, y $6.68 \pm 0.39 \text{ mm}^3$ en la cuarta ($p = 0.9$).

El promedio del grosor de campo central en la primera modalidad fue $185.57 \pm 19.55 \mu\text{m}$, $192.17 \pm 21.85 \mu\text{m}$ en la segunda, $187 \pm 21 \mu\text{m}$ en la tercera, y 189.23 ± 21.46 en la cuarta ($p = 0.6$).

No se encontraron diferencias significativas en los promedios de las variables, los intervalos de confianza de 95% para los promedios en cada modalidad de medición se presentan en el cuadro 1.

DISCUSIÓN

Las modificaciones en la técnica de adquisición de la TCO no indujeron diferencias significativas en los promedios de GPC ni del volumen macular. Las diferencias de grosor retiniano identificadas entre estudios nacionales y extranjeros no pueden atribuirse a inconsistencias en la adquisición de los estudios de imagen.

No es común que los estudios que evalúan el grosor retiniano reporten los parámetros del equipo empleados durante la adquisición. Con fines de reproducibilidad en la institución donde se desarrolló el estudio, el procedimiento estandarizado de adquisición de los mapas maculares comprende:

Cuadro 1. Intervalos de confianza de 95% para cada modalidad de las variables evaluadas.

Variables	Modalidad	Promedio	Intervalos de confianza de 95%
GPC (μm)	1	155.6	149.07 a 162.13
	2	163.17	155.71 a 170.63
	3	155.87	149.12 a 162.62
	4	161.37	154.44 a 168.30
VM (mm^3)	1	6.69	6.55 a 6.83
	2	6.75	6.61 a 6.89
	3	6.73	6.57 a 6.87
	4	6.68	6.54 a 6.82
GCC (μm)	1	185.57	178.57 a 192.57
	2	192.17	184.35 a 199.99
	3	187	179.49 a 194.51
	4	189.23	181.55 a 196.91

GPC: Grosor del punto central. VM: Volumen macular. GCC: Grosor del campo central.



- Inclusión del equivalente esférico y del eje anteroposterior en los parámetros de medición.
- Obtención del estudio con flash, bajo midriasis de al menos 6 mm y con la modalidad de ojo de color oscuro.

La cantidad de luz que refleja la retina podría modificarse de un estudio a otro, si se adquiriera con o sin flash, y con o sin midriasis, pero en esta muestra la modificación se ubicó dentro de la variabilidad de la medición. La dilatación de la pupila es un procedimiento opcional que puede resultar útil para la adquisición de una imagen de buena calidad de TCO; las imágenes de pacientes con pupilas que miden menos de 2-3 mm pueden tener una menor calidad de imagen debido al bloqueo del instrumento por el iris, aunque es posible obtenerlas.

El factor donde se esperaba que hubiera una mayor diferencia fue la modalidad de tono del ojo, ya que el equipo automáticamente selecciona los ojos de color claro, y en la mayoría de los estudios no se determina que esta variable se hubiera ajustado, lo que hace suponer que las mediciones se realizan con la especificación inicial del instrumento.

Si se hubiera identificado una diferencia significativa por la selección del parámetro de color del ojo, entonces las diferencias encontradas entre la población estudiada y el estudio estadounidense podrían criticarse por un error de omisión al medir el grosor retiniano. Debe destacarse que el número de ojos evaluados en esta muestra ($n = 30$) no dista del empleado por Chan para definir los valores de grosor retiniano normal ($n = 37$),⁶ y que la dispersión del GPC más amplia en las modalidades evaluadas ($21.49 \mu\text{m}$, estudio sin midriasis y con flash, con modalidad de ojo oscuro) no superó la del estudio estadounidense de referencia ($23 \mu\text{m}$).

Asefzadeh¹⁰ identificó en pacientes caucásicos valores de GPC mayores que en afroamericanos e hispanos; un estudio de fotocoagulación en pacientes diabéticos ajustó el grosor foveal de acuerdo con la raza, para considerar confusiones potenciales debidas a desbalances basales ligeros entre grupos.¹¹

Las diferencias del GPC encontradas entre poblaciones podrían deberse al color del ojo, pero no a una omisión al programar el instrumento antes de la medición. Un ojo con iris de color claro podría tener un GPC menor al de un ojo de color oscuro, pero el GPC de ese ojo con iris de color claro no diferiría significativamente si se realizara una medición para ojo de color claro o si se hiciera una medición para ojo de color oscuro.

Con fines de reproducibilidad, es preferible medir de manera consistente el grosor retiniano mediante TCO, particularmente si se evalúan características que permitan explicar las diferencias de grosor encontradas entre poblaciones.

REFERENCIAS

1. Voo I, Mavrofrides EC, Puliafito CA. Clinical applications of optical coherence tomography for the diagnosis and management of macular diseases. *Ophthalmol Clin North Am* 2004; 17: 21-31.
2. Alasil T, Keane PA, Updike JF, Dustin L, Ouyang Y, Walsh AC, et al. Relationship between optical coherence tomography retinal parameters and visual acuity in diabetic macular edema. *Ophthalmology* 2010; 117: 2379-86.
3. Polito A, Del Borrello M, Isola M, Zemella N, Bandello F. Repeatability and reproducibility of fast macular thickness mapping with stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2005; 123: 1330-7.
4. Browning DJ. Interobserver variability in optical coherence tomography for macular edema. *Am J Ophthalmol* 2004; 137: 1116-17.
5. Krzystolik MG, Strauber SF, Aiello LP, Beck RW, Berger BB, Bressler NM, et al. Reproducibility of macular thickness and volume using Zeiss optical coherence tomography in patients with diabetic macular edema. *Ophthalmology* 2007; 114: 1520-5.
6. Chan A, Duker JS, Ko TH, Fujimoto JG, Schuman JS. Normal macular thickness measurements in healthy eyes using Stratus optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 2006; 124: 193-8.
7. Lima-Gómez V, Osornio-Castro NA. Comparación del grosor retiniano en diabéticos sin retinopatía, con y sin fondo coroideo. *Rev Mex Oftalmol* 2006; 80: 301-5.
8. Sadda SR, Wu Z, Walsh AC, Richine L, Dougall J, Cortez R, et al. Errors in retinal thickness measurements obtained by optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2006; 113: 285-93.
9. Pons ME, Garcia-Valenzuela E. Redefining the limit of the outer retina in optical coherence tomography scans. *Ophthalmology* 2005; 112: 1079-85.
10. Asefzadeh B, Cavallerano AA, Fisch BM. Racial differences in macular thickness in healthy eyes. *Optom Vis Sci* 2007; 84: 941-5.
11. Brucker AJ, Qin H, Antoszyk AN, Beck RW, Bressler NM, Browning DJ, et al. Observational study of the development of diabetic macular edema following panretinal (scatter) photocoagulation given in 1 or 4 sittings. *Arch Ophthalmol* 2009; 127: 132-40.

Solicitud de sobretiros:

Dr. en C. Virgilio Lima Gómez
División de Investigación Clínica, Hospital
Juárez de México.
Av. Instituto Politécnico Nacional No. 5160, Col.
Magdalena de las Salinas.
Deleg. Gustavo A. Madero, C.P. 06770,
México, D.F.
Tel.: 5747-7634
Correo electrónico: vlimag@prodigy.net.mx