

Imágenes de la coroides por tomografía de coherencia óptica en sujetos sanos y con enfermedades coriorretinales

Images of choroid by optical coherence tomography in healthy subjects and chorioretinal diseases

Cruzado-Sánchez Deivy Robert^{1,2,3}, Tobón Mesa Camilo Andrés^{1,2}, Luglio Valdivieso Hugo^{1,2}, Lujan Nájjar Silvio Moises^{1,2}.

RESUMEN

Objetivos: Describir las imágenes de la coroides por tomografía de coherencia óptica (TCO) de dominio espectral en sujetos sanos y con enfermedades coriorretinales.

Materiales y métodos: Estudio de serie de casos. Se evaluaron 67 casos que incluyeron sujetos sanos oculares y pacientes con enfermedades coriorretinales. Las tomografías realizadas incluyeron un barrido de la retina y coroides a nivel de la mácula de manera convencional y otro usando el protocolo de profundidad de imagen mejorada (PIM). El espesor coroideo se midió desde el borde exterior del epitelio pigmentario de la retina hasta el reborde escleral interno.

Resultados: De los 67 casos, 12 (17.4%) fueron sujetos sanos oculares, 10 (14.5%) con coriorretinopatía serosa central (CSC), 23 (33.4%) degeneración macular relacionada con la edad (DMRE), 9 (13.0%) miopía magna, 13 (18.8%) vasculopatía polipoidal coroidea. Existen diferencias en la calidad de las imágenes con TCO convencional y las realizadas con PIM, permitiendo describir solo coriocapilaris en algunos casos mientras que con el protocolo PIM se puede apreciar el grosor total coroideo. La coroides es de mayor espesor en la vasculopatía polipoidal coroidea ($353.92 \pm 68.66 \mu\text{m}$) y en la CSC ($408.81 \pm 95.56 \mu\text{m}$) que en los sujetos sanos ($251.97 \pm 66.37 \mu\text{m}$) ($p < 0.05$) y está disminuida en DMRE forma seca ($124.69 \pm 34.02 \mu\text{m}$) ($p < 0.05$), al igual que en la miopía magna ($118.47 \pm 34.02 \mu\text{m}$) ($p < 0.05$).

Conclusiones: Las imágenes de TCO de la coroides por PIM es una técnica reproducible que permite describir y medir su espesor, estando disminuida en la DMRE, y miopía magna; e incrementada en vasculopatía polipoidal y la CSC.

Palabras claves: Coroides, espesor coroideo, tomografía de coherencia óptica

SUMMARY

Objectives: Describe the images of the choroid by optical coherence tomography (OCT) spectral domain in healthy subjects and chorioretinal diseases.

Materials and methods: Case series study. We evaluated 67 cases involving healthy ocular subjects and patients with chorioretinal diseases. The scans included a sweep of the retina and choroid at level of the macula conventionally, and other using enhanced depth imaging (EDI). The choroid thickness was measured from the outer edge of the retinal pigment epithelium to the internal scleral rim.

Results: Of the 67 cases, 12 (17.4%) were healthy ocular subjects, 10 (14.5%) with central serous chorioretinopathy (CSC), 23 (33.4%) age-related macular degeneration (AMD), 9 (13.0%) with myopia, 13 (18.8%) with polypoidal choroidal vasculopathy. There are differences in the quality of images with conventional OCT and those with EDI, allowing only to describe the choriocapillaris in some cases while the EDI protocol can appreciate the total thickness of the choroid. The choroid is thicker in polypoidal choroidal vasculopathy (353.92 ± 68.66 microns) and CSC (408.81 ± 95.56 microns) than in healthy subjects (251.97 ± 66.37 mm) ($p < 0.05$) and is decreased in the dry AMD (124.69 ± 34.02 microns) ($p < 0.05$), as well as in the myopia (118.47 ± 34.02 microns) ($p < 0.05$).

Conclusions: OCT images of the choroid by PIM is a reproducible technique for describing and measuring its thickness, being decreased in AMD and myopia, and was increased in the polypoidal vasculopathy and CSC.

Keywords: choroid, choroidal thickness, optical coherence tomography

INTRODUCCIÓN

La coroides es la capa vascular del ojo que se encuentra entre la retina y la esclerótica. La importancia de evaluarla radica en que juega un papel importante en la patogénesis de muchas enfermedades del segmento posterior del ojo, sin embargo su visualización no era posible^{1,2}.

Algunos métodos como la angiografía con verde de indocianina y ultrasonografía ocular solo permitían mostrarnos ciertas características de esta capa, pero tenían una limitada resolución e imprecisión en sus mediciones².

La tomografía de coherencia óptica (TCO) es un método de ayuda diagnóstica de tipo no invasivo, de no contacto

ocular, y de alta reproductibilidad; está basado en el principio de interferometría y permite obtener imágenes de la retina de alta resolución^{3,4,6}. Lo recientes avances de la tecnología han permitido mejoras en estos equipos de manera que en la actualidad es posible no solo visualizar la retina sino también la coroides posterior y poder describir sus características y grosor.

El interés de este estudio es describir el espesor y las características de las imágenes de la coroides obtenidas por TCO en sujetos sanos oculares y en pacientes con enfermedades de la coroides y la retina tales como degeneración macular relacionada con la edad (DMRE), vasculopatía polipoidal coroidea, coriorretinopatía serosa central (CSC), y miopía magna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo, de serie de casos. Se evaluaron 67

1. Médico oftalmólogo.

2. Centro Oftalmológico Mácula D&T, Lima- Perú

3. Universidad Peruana Cayetano Heredia

sujetos con diagnósticos confirmados de las siguientes enfermedades coriorretinales: vasculopatía polipoidal coroidea, DMRE, CSC y miopía magna.

Asimismo, se incluyeron doce sujetos sanos oculares como controles. Estos pacientes fueron estudiados retrospectivamente desde 2011 al 2012, en el centro oftalmológico Mácula D&T, Lima- Perú.

Las imágenes tomográficas de la coroides y de la retina fueron realizadas utilizando el TCO de dominio espectral Spectralis (versión 1.5.12.0, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Alemania); y forman parte del protocolo estandarizado de adquisición de imágenes de la institución, adoptadas según Spaide y colaboradores⁴.

La imágenes de la coroides fueron obtenidas utilizando el sistema convencional de tomografía y por el protocolo de profundidad de imagen mejorada (PIM) conocidas como EDI en inglés (Enhanced depth imaging), a través de una función que puede seleccionarse durante captura de la imagen del software de Heidelberg. Veinte secciones fueron obtenidas, que comprenden cada una 100 barridos en promedio utilizando la opción de seguimiento de los ojos.

La sección horizontal que pasa directamente a través del centro foveal se utilizó para las mediciones.

El espesor corioideo subfoveal se midió desde la superficie externa de la línea hiperreflectivas atribuido al epitelio pigmentario de la retina (EPR) hasta la zona escleral interna, medición ampliamente utilizada por varios autores^{4,9}. (Ver figura 1).

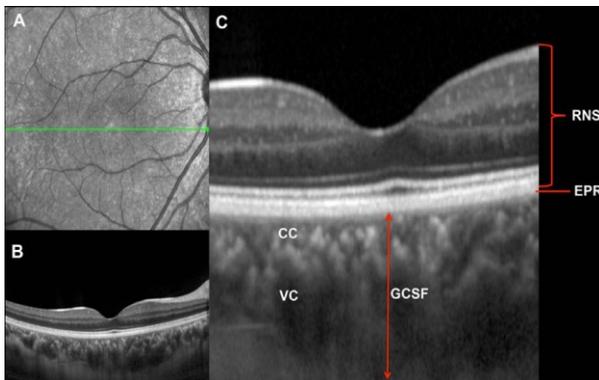


FIGURA 1. Imagen de la coroides por tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (TCO/DE) con profundidad de imagen mejorada (PIM) en sujeto sano. (A) Retinografía infraroja (IR). (B) Corte transversal tomográfico a nivel del centro foveal macular con PIM. (C) Se observa en detalle la retina y la coroides, diferenciamos la retina neurosensorial (RNS) y el epitelio pigmentario de la retina (EPR); a nivel de la coroides la coriocapilaris (CC) y los grandes vasos corioideos (VC); el grosor corioideo subfoveal (GCSF) fue medido desde desde el borde exterior del epitelio pigmentario de la retina hasta el reborde escleral interno.

Las mediciones se realizaron de forma independiente por dos examinadores enmascarados, y si la diferencia de espesor entre los dos examinadores excedía el 15% de la media de los dos valores, el autor principal realizaba el voto dirimente.

TABLA 1. Características generales de los sujetos evaluados según diagnóstico.

Diagnóstico	Pacientes n (%)	Sexo		Edad Med ± DE	AVMC Promedio
		M	F		
Sujetos sanos	12 (17,4%)	6	6	47,1 ± 9,4	20/25
VPC	13 (18,8%)	8	5	65,8 ± 6,3	20/200
CSC	10 (14,5%)	6	4	48,2 ± 8,4	20/100
DMRE seca	13 (18,8%)	7	6	67,6 ± 11,3	20/120
DMRE Hemorrágica	10 (14,5)	5	5	69,3 ± 13,7	20/200
Miopía magna	9 (13,0%)	3	6	52,4 ± 12,5	20/40

AV= Agudeza visual; M= masculino, F=femenino; n= frecuencia, DMR= Degeneración macular relacionada con la edad; VPC= vasculopatía polipoidal coroidea; VPC= Vasculopatía polipoidal coroidea, CSC= Coriorretinopatía serosa central. Med= media, DE= Desviación estándar.

El análisis de las imágenes de la coroides incluyó la comparación cualitativa de la coriocapilaris y los vasos corioideos por el sistema convencional y por el protocolo de profundidad de imagen mejorada (PIM) en cada paciente de la línea horizontal central foveal.

Los datos se analizaron por medio de Stata 12.0 (Stata/SE 12.0 for Mac OS X 10.7.5, Statacorp Texas, USA) utilizando herramientas de la estadística descriptiva, para la comparación de las mediciones del grosor corioideo se utilizó la prueba no paramétrica U-Mann Whitney.

En el estudio no figura ningún dato que permita identificar a los participantes de la investigación.

RESULTADO

De los 67 sujetos incluidos, 12 (17.4%) fueron sujetos sanos, 13 (18.8%) pacientes con vasculopatía polipoidal coroidea, 10 (14.5%) con coriorretinopatía serosa central, 13 (18.8%) degeneración macular relacionada con la edad forma seca, 10 (14.5%) DMRE forma hemorrágica, y 9 (13.0%) con miopía magna

Existen diferencias en la calidad de las imágenes con TCO convencional y las realizadas con PIM, permitiendo describir parcialmente la capa externa de Haller y la media de Sattler de la coriocapilaris en algunos casos, mientras que con el protocolo PIM se puede apreciar el grosor total incluyendo los grandes vasos corioideos (Ver Tabla 2 y Figura 2).

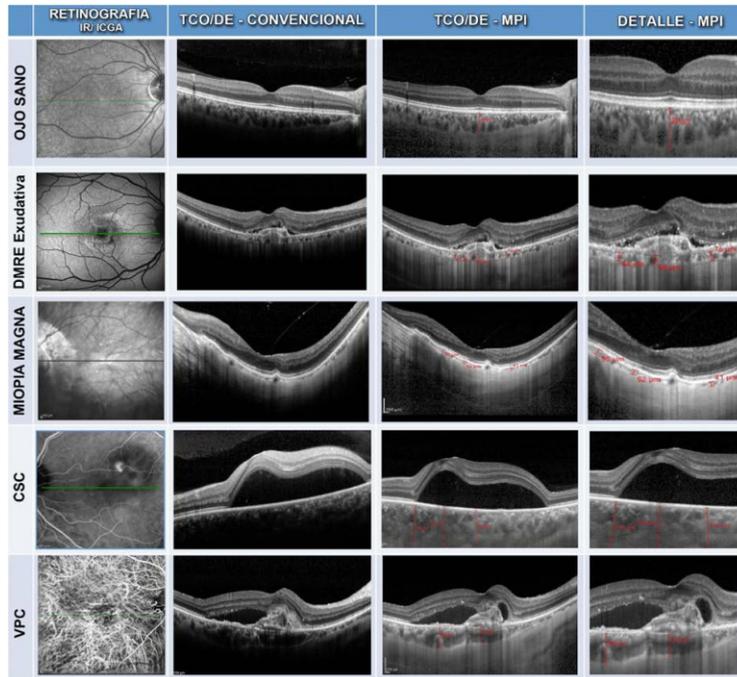


FIGURA 2. Imágenes de la retina y coroides por tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (TCO/ DE) convencional y por profundidad de imagen mejorada (PIM) en ojos sanos y enfermedades coriorretinales. Retinografía infraroja (IR), angiografía con verde de indocianina (ICGA). DMR= Degeneración macular relacionada con la edad; VPC= vasculopatía polipoidal coroidea; VPC= Vasculopatía polipoidal coroidea.

La coroides es de mayor espesor en la vasculopatía polipoidal coroidea ($353,92 \pm 68,66 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$) y coriorretinopatía serosa central ($408,81 \pm 95,56 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$) en comparación con los sujetos sanos oculares

($251,97 \pm 66,37 \mu\text{m}$); mientras que es menor en la DMRE seca ($124,69 \pm 34,02 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$), DMRE hemorrágica ($136,62 \pm 25,7 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$) y en los paciente con miopía magna ($118,47 \pm 34,02 \mu\text{m}$) ($p < 0,05$). Ver tabla 2.

TABLA 2. Características tomográficas de la coroides y el grosor corioideo subfoveal.

Diagnóstico	TCO convencional		TCO con PIM		Grosor corioideo subfoveal
	Coriocaliparis	Vasos corioideos	Coriocaliparis	Vasos corioideos	
Sujetos saludables	Evaluable	Parcialmente evaluable	Evaluable: Coriocaliparis diferenciada de los vasos corioideos	Evaluable: vasos corioideos diferenciada de la coriocaliparis	$251,97 \pm 66,37 \mu\text{m}$
VPC	Parcialmente	No evaluable	Parcialmente evaluable: Dependiente de los exudación y los depósitos de material lipoproteico a nivel del EPR	Evaluable: Dilatación de los vasos corioideos	$353,92 \pm 68,66 \mu\text{m}$
CSC	Evaluable	No evaluable	Parcialmente, dependiente del tamaño del desprendimiento seroso	Evaluable: Dilatación de los vasos corioideos	$408,81 \pm 95,56 \mu\text{m}$
DMRE Hemorrágica	Evaluable	Parcialmente evaluable	Evaluable, sin embargo existe abundante contracción de esta capa	Evaluable: Contracción de los vasos corioideos	$124,69 \pm 34,02 \mu\text{m}$
DMRE Hemorrágica	Evaluable	Parcialmente evaluable	Evaluable: contracción de la coriocaliparis	Evaluable: Contracción de los vasos corioideos	$136,52 \pm 25,7 \mu\text{m}$
DMRE Hemorrágica	Evaluable	Parcialmente evaluable	Evaluable: Contracción de la coriocaliparis	Evaluable: Contracción de los vasos corioideos	$118,47 \pm 34,02 \mu\text{m}$

Diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) comparando cada grupo de enfermedad coriorretinales con los sujetos sanos oculares utilizando U-Mann Whitney. TCO= Tomografía de coherencia óptica; PIM= profundidad de imagen mejorada; DMR= Degeneración macular relacionada con la edad; VPC= vasculopatía polipoidal coroidea; CSC= Coriorretinopatía serosa central, M= masculino, F=femenino; EPR= Epitelio pigmentario de la retina.

DISCUSIÓN

En la actualidad numerosos estudios describen la coroides por TCO a partir de una técnica novedosa descrita por Spaide y colaboradores⁴ denominada profundidad de imagen mejorada (PIM), esta misma técnica viene adaptada al software del equipo de TCO Spectralis con el nombre de EDI (versión 1.5.12.0, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Alemania); utilizado en este estudio, lo que nos asegura la reproductibilidad de las imágenes.

Respecto a las mediciones de la coroides, el software no dispone la posibilidad de realizarlo de manera automatizada, por lo que se recurrió a la forma manual utilizando la metodología utilizada por varios autores centrándose en la distancia desde el borde exterior del EPR a la superficie interna de la esclera^{5,6}.

Las imágenes de la TCO convencional comparadas con la utilizada por PIM, muestran diferencias en la resolución y en algunos casos no es posible realizar mediciones, siendo dependiente de la patología estudiada. A través de la PIM logramos valorar algunas estructuras como la coriocapilaris en la degeneración macular y la miopía magna que estaban ausentes o contraídas, y contrariamente los grandes vasos coroideos observamos que estaban dilatados en la vasculopatía polipoidea corioidea y en la coriorretinopatía serosa central.

La coroides, basados en estudios histológicos⁶, oscila su grosor entre 170 a 220 μm . Sin embargo, las mediciones in vivo con los actuales tomógrafos de coherencia óptica con profundidad de imagen mejorada encuentran valores promedio entre 287 μm y 332 μm . en voluntarios sanos^{4,6,8}, nuestro estudio encontró una media de $251,97 \pm 66,37 \mu\text{m}$, estas diferencias se podrían deber a la edad, raza, y condición patológica según numerosos autores^{4,8}. Asimismo, se ha reportado que en ojos normales la coroides se adelgaza progresivamente con el tiempo a razón de 1,56 μm por año en la zona subfoveal⁶. Variaciones adicionales descritas son de acuerdo a la ubicación en relación a la macula siendo más delgado del lado nasal, y más grueso subfovealmente y, más delgado y temporalmente^{5,6}; al respecto nuestro estudio no valoró estas diferencias y solo realizó la cuantificación a nivel subfoveal.

En los pacientes con DMRE, observamos disminución del grosor corioideo comparado con el promedio de ojos sanos, además de contracción de los vasos coroideos y casi ausencia en alguno de los casos de coriocapilaris como se ve Figura 1. La media determinada en los 12 casos para la forma seca fue de $144,69 \pm 34,02 \mu\text{m}$, comparado con otro estudio que este tipo de pacientes determinó una media de $190 \pm 37,5 \mu\text{m}$ ⁹; sin embargo la diferencia de este estudio es que fue realizado en caucásicos y en pacientes con DMRE temprana, esta diferencia es muy importante dado que nuestro estudio no consideró el grado de severidad de esta enfermedad y además que otro reporte manifiesta que los cambios en el

grosor corioideo son evidentes en las formas avanzadas de atrofia geográfica a diferencia de las formas tempranas donde los cambios son escasos^{9,10}. En la DMRE forma hemorrágica observamos que la media del grosor corioideo fue de $136,52 \pm 25,7 \mu\text{m}$, esto es importante tomar en cuenta dado que otras formas que cursan con formas exudativas que son diagnósticos diferenciales tal es el caso de la CSC y la VPC, sin embargo uno de las diferencias a nivel tomográfico es que la coroides en estas patologías suele estar engrosada¹¹⁻¹⁴.

Respecto a la CSC, Kim YT y colaboradores¹⁴ reportaron una media de $445,58 \pm 100,25 \mu\text{m}$, y en el ojo contralateral no afectado $378,35 \pm 117,44$, en nuestro estudio fue de $408,81 \pm 95,56 \mu\text{m}$ sin embargo no evaluamos el otro ojo, cabe recalcar que las lesiones fueron unilaterales. Asimismo existen cambios del grosor corioideo en las formas crónicas de esta enfermedad tras el tratamiento con terapia fotodinámica siendo evidente la disminución del fluido subretinal y el grosor corioideo basal¹⁵.

En los pacientes con miopía magna la coroides es evaluable tomográficamente tanto con el sistema convencional y por PIM, sin embargo estas imágenes difieren en su resolución siendo mayor por el segundo método. Se ha descrito la relación inversa entre la miopía y el grosor corioideo^{16,17}, de manera que los ojos con miopía magna (superior a 6 dioptrías), el grosor corioideo subfoveal disminuye de 12,7 μm por cada década de la vida y 8,7 μm por dioptría de miopía¹⁶. En nuestro estudio la media fue de $118,47 \pm 34,02 \mu\text{m}$, a pesar que no consideramos la longitud axial parece que esta influye en el grosor corioideo, nuestro estudio consideró dado el carácter retrospectivo solo el tener mayor de 6 dioptrías en un grupo de pacientes cuya media de edad fue de $52,4 \pm 12,5$ de edad.

En los pacientes con vasculopatía polipoidea corioidea (VPC), se ha reportado que el grosor corioideo suele ser mayor que en grupos controles sanos en un promedio de $319,92 \pm 68,66 \mu\text{m}$ ¹³, en nuestro estudio la media fue de $353,92 \pm 68,66 \mu\text{m}$. Debemos aclarar que en nuestras observaciones este grosor depende de la ubicación de la lesión polipoidea, dado que usualmente son peripapilares y a nivel de la mácula, también es frecuente encontrar a nivel de las arcadas temporal superior asociado a grandes desprendimientos hemorrágicos, sin embargo debemos recordar que las mediciones realizadas por nosotros se hicieron en lesiones a nivel macular. Una de las características de este grupo de pacientes es que la mayoría fue tratado inicialmente como DMRE de forma exudativa con terapia antiangiogénica, por tanto considerar el grosor corioideo como una característica a estudiar en estos pacientes sería una de las aplicaciones de su evaluación.

En conclusión las imágenes de TCO de la coroides es una técnica reproducible que permite describir y medir el grosor de la coroides a nivel macular, estando esta disminuida en comparación con los sujetos sanos en la

DMRE, y miopía magna; e incrementada en VPC y la CSC en la serie estudiada.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Oftalmológico Mácula D&T, a su gerente general la Sra. Yovanna Paredes Bailetti y la Sra Lupe Navarro Hemmerling.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Mencionamos y confirmamos que ninguno de los autores tiene relación con interés financiero alguno que pueda parcializar la interpretación del artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ikuno Y, Kawaguchi K, Nouchi T, et al. Choroidal thickness in healthy Japanese subjects. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51(4):2173-2176.
2. Regatieri CV, Branchini L, Fujimoto JG, Duker JS. *Retina.* Choroidal imaging using spectral-domain optical coherence tomography. 2012; 32(5):865-76.
3. Pinilla I, Ruiz-Moreno JM, Cuenca N. Correlation of optical coherence tomography with retinal histology. *Arch Soc Esp Ophthalmol.* 2012 Sep;87(9):275-7.
4. Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2008;146(4):496-500.
5. Manjunath V, Taha M, Fujimoto JG, et al. Choroidal thickness in normal eyes measured using Cirrus HD optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2010;150(3):325-329.
6. Margolis R, Spaide RF. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol.* 2009;147(5):811-815.
7. Guyer DR, Schachat AP, Green WR. The choroid: structural considerations. In: Ryan SJ, ed. *Retina.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2006:34-42
8. Rahman W, Chen FK, Yeoh J, Patel P, Tufail A, Da Cruz L. Repeatability of manual subfoveal choroidal thickness measurements in healthy subjects using the technique of enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010 Nov 18. [Epub ahead of print].
9. Switzer DW Jr, Mendonça LS, Saito M, Zweifel SA, Spaide RF. Segregation of ophthalmoscopic characteristics according to choroidal thickness in patients with early age-related macular degeneration. *Retina.* 2012 Jul;32(7):1265-71.
10. Wood A, Binns A, Margrain T, Drexler W, Považay B, Esmaeelpour M, Sheen N. Retinal and choroidal thickness in early age-related macular degeneration. *Am J Ophthalmol.* 2011 Dec;152(6):1030-1038.e2.
11. Imamura Y, Fujiwara T, Margolis R, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in central serous chorioretinopathy. *Retina.* 2009;29(10):1469-73.

12. Maruko I, Iida T, Sugano Y, Ojima A, Ogasawara M, Spaide RF. Subfoveal choroidal thickness after treatment of central serous chorioretinopathy. *Ophthalmology.* 2010;117(9):1792-1799.

13. Kim SW, Oh J, Kwon SS, Yoo J, Huh K. Comparison of choroidal thickness among patients with healthy eyes, early age-related maculopathy, neovascular age-related macular degeneration, central serous chorioretinopathy, and polypoidal choroidal vasculopathy. *Retina.* 2011 Oct;31(9):1904-11.

14. Kim YT, Kang SW, Bai KH. Choroidal thickness in both eyes of patients with unilaterally active central serous chorioretinopathy. *Eye.* 2011;25(12):1635-40.

15. Maruko I, Iida T, Sugano Y, Furuta M, Sekiryu T. One-year choroidal thickness results after photodynamic therapy for central serous chorioretinopathy. *Retina.* 2011; 31(9):1921-7.

16. Fujiwara T, Imamura Y, Margolis R, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol.* 2009;148(3):445-450.

17. Wang N, Lai C, Chu H, Chen Y, Chen K, Wu W, Yeh L, Chuang L, Chen T. Classification of early dry-type myopic maculopathy with macular choroidal thickness. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(4):669-77, 677.e1-2.

CORRESPONDENCIA

Deivy Cruzado Sánchez
dcruzados@gmail.com