

ARTÍCULO ORIGINAL

Grosor coroideo central en sujetos hispanos sanos medido por tomografía de coherencia óptica con imagen de profundidad mejorada



Carolina Sardi Correa^{a,b,*}, Claudia Acosta Cadavid^{a,b},
Ana María Rodríguez Gómez^a, María Elisa Mejía Estrada^c
y Elsa María Vásquez Trespalacios^c

^a Clínica Oftalmológica de Antioquia, Medellín, Colombia

^b Instituto Nacional de Investigación Oftalmológica, Medellín, Colombia

^c Universidad CES, Medellín, Colombia

Recibido el 9 de septiembre de 2015; aceptado el 16 de enero de 2016

Disponible en Internet el 18 de febrero de 2016

PALABRAS CLAVE

Coroides;
Grosor coroideo;
Imagen de
profundidad
mejorada;
Tomografía de
coherencia óptica;
Modelos lineales

Resumen

Objetivo: Establecer una base de datos normativa de referencia que permita conocer las desviaciones del grosor coroideo promedio (CT), en voluntarios sanos, en la ciudad de Medellín, Colombia, seleccionados proporcionalmente de acuerdo a la distribución de la pirámide poblacional local.

Materiales y métodos: Estudio descriptivo, transversal, de 172 voluntarios sanos (344 ojos) sometidos a evaluación oftalmológica completa. Evaluados con el RTvue® SD-OCT, usando la técnica de imagen de profundidad mejorada. Se realizó un análisis estadístico univariado, un modelo de regresión lineal simple y una prueba de ANOVA.

Resultados: Se evaluaron 344 ojos de 78 hombres y 94 mujeres. El CT promedio en mujeres fue 322,63 μ y en hombres 308,29 μ , para ambos ojos. Esta diferencia no fue estadísticamente significativa (OD: $p=0.610$; OI: $p=0.276$). El CT promedio para los grupos de edad entre 20-39 años fue de 335 μ , mientras que para los de edades superiores a 40 años fue de 289,88 μ ($p=0.000$).

Se muestra una relación inversa, estadísticamente significativa, entre la edad y el CT promedio. Por cada incremento en un año de edad, el CT promedio disminuye 2,27 μ . Al diferenciar por sexo, esta disminución ocurre a una tasa de 2,89 μ para hombres y 1,83 μ para mujeres.

* Autora para correspondencia. Carrera 48. N.º 19.ª-40. Piso 13, Consultorio 1326. Clofan. Torre Médica Ciudad del Río. Medellín-Colombia. Teléfono: +573128099193.

Correo electrónico: carolinasardi@gmail.com (C. Sardi Correa).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.mexoft.2016.01.001>

0187-4519/© 2016 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Choroid;
Choroidal thickness;
Enhanced depth
imaging;
Optical coherence
tomography;
Linear models

Conclusión: Se estableció una tabla de CT promedio de referencia de acuerdo al grupo etario. Existen diferencias en el CT según el sexo, aunque no son estadísticamente significativas. Hay una relación inversa entre la edad y el grosor de la coroides.

© 2016 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Central choroidal thickness in healthy hispanic subjects measured with enhanced depth-imaging optical coherence tomography**Abstract**

Objective: To establish a normative database reference charting of the deviations of average choroidal thickness (CT) in healthy volunteers in Medellín, Colombia; selected proportionally according to the distribution of the local population pyramid.

Materials and methods: Descriptive, cross-sectional study, of 172 healthy volunteers (344 eyes) who underwent complete ophthalmic evaluation. The patients were evaluated with the RTVue® SD-OCT using the technique of enhanced depth imaging. Univariate statistical analysis, a simple linear regression model and ANOVA test was conducted.

Results: 344 eyes of 78 healthy men and 94 women of Medellín, were evaluated.

The average CT on women was 322.63 μ and on men was 308.29 μ . This difference was not statistically significant for both eyes (RE: $p=0.610$, and LE: $p=0.276$). The average CT for age groups between 20 and 39 was 335,37 μ , and for the age groups above 40 years, was 289,88 μ ($p=0.000$).

There is a statistically significant inverse relationship between age and the choroid thickness. For each increase in one year of age, the choroidal thickness decreases 2.27 μ . According to sex, this decrease occurs at a rate of 2.89 μ in men and 1.83 μ in women.

Conclusion: A reference table of average choroidal thickness according to age group was established. There are differences in choroidal thickness by sex, although not statistically significant. It was observed an inverse relationship between age and thickness of the choroid.

© 2016 Sociedad Mexicana de Oftalmología. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La coroides es el lecho vascular con mayor flujo sanguíneo, y satisface las demandas metabólicas y de oxígeno de las células del epitelio pigmentario de la retina y de los fotorreceptores¹⁻³.

Se ha hipotetizado que la coroides tiene un papel vital en la fisiopatología de muchas condiciones, tales como la degeneración macular relacionada con la edad³, la coriorretinopatía serosa central⁴, la retinopatía diabética^{5,6}, el melanoma coroideo⁷, la neuropatía glaucomatosa óptica⁸ y la uveítis⁹, entre otras. Dado que el adelgazamiento del grosor coroideo podría correlacionarse con un compromiso del suministro de oxígeno a los fotorreceptores, la medición anatómica y exacta de esta estructura es una necesidad en la práctica clínica y para el entendimiento de la fisiopatología de estas y otras enfermedades.

Estudios histológicos han observado que la coroides tiene un grosor aproximado de 220 μ m¹. Y hasta ahora, la coroides solo podía ser evaluada a través de angiografía con verde de indocianina, flujometría láser con Doppler y ultrasonido¹⁰. Aunque estas técnicas son útiles para determinar las anomalías de los vasos o cambios en el flujo sanguíneo coroideo, no permiten realizar una medición precisa del grosor coroideo. Y debido a su

localización posterior, a la presencia de células pigmentadas que atenúan la luz incidente y a la profundidad de penetración limitada inherente al diseño de los instrumentos de tomografía de coherencia óptica (OCT), la evaluación morfológica adecuada de la coroides, usando este tipo de tecnología, no había sido posible sino hasta recientemente¹⁰.

El desarrollo de un método llamado *enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography* (EDI OCT) posibilita la imagen *in vivo* en corte transversal de la coroides¹¹.

El EDI OCT es una opción no invasiva, de no contacto, de alta calidad y resolución para evaluar la coroides en la práctica clínica. Fue primero reportada por Spaide en el 2009 y ahora se encuentra disponible en varios equipos de SD-OCT de uso comercial¹¹.

Se ha reportado que el grosor coroideo varía dependiendo de la raza, edad, sexo y el error refractivo¹²⁻¹⁵. El grosor coroideo no es uniforme: es más gruesa subfovealmente y se adelgaza en el sector nasal más que temporalmente^{16,17}; de ahí la importancia de medirlo en varios puntos del área macular.

El objetivo de este trabajo es establecer una base de datos normativa de referencia que le permita conocer al examinador las desviaciones del grosor coroideo.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo de tipo transversal, en 172 voluntarios sanos (344 ojos) invitados a participar. La evaluación se realizó en la Clínica CLOFAN, Medellín, Colombia, entre septiembre y diciembre de 2012. La selección de los sujetos se llevó a cabo con base en la pirámide poblacional proyectada a 30 de junio de 2012 decretada por DANE con base en el censo general del 2005 para la ciudad de Medellín, con el fin de obtener una aproximación mayor a los valores del grosor coroideo para esta población.

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional (CREI) y fue llevado a cabo en consonancia con lo establecido en la Declaración de Helsinki.

Todos los pacientes fueron sometidos a una evaluación oftalmológica completa, incluyendo puntaje de agudeza visual mejor corregida con ETDRS, examen biomicroscópico con lámpara de hendidura y examen del fondo de ojo bajo dilatación. La longitud axial fue medida usando un biómetro de coherencia interferométrica (Lenstar®, Haag-Streit, Suiza). La OCT fue realizada con el RTvue® SD-OCT (Optovue, Carlsbad, CA, EE. UU.) usando la técnica de imagen de profundidad mejorada (EDI-OCT). Todas las imágenes fueron obtenidas por un operador experimentado.

Fueron invitados a participar personas con edades iguales o superiores a los 20 años, de cualquier género, de raza hispana, quienes tuvieran las facultades de comprender y firmar por sí mismos el consentimiento informado y que aceptaron la realización de la OCT.

Fueron excluidos los sujetos con un puntaje de agudeza visual mejor corregida inferior a 40 letras ETDRS (equivalente a aproximadamente 0.3 logMAR, 20/40 Snellen o 0.50 decimales), sujetos con longitud axial mayor de 26 mm o defecto refractivo ± 3 dioptrías, quienes tuvieran enfermedad ocular que alterara la agudeza visual en el ojo examinado, incluyendo: DMRE, retinopatía diabética, glaucoma, degeneración miópica, coriorretinopatía serosa central, uveítis, agujero macular idiopático en el ojo contralateral, catarata densa, cirugía intraocular en los pasados 6 meses, cirugía ocular con láser en los últimos 3 meses, otra enfermedad ocular, incluyendo ojo severamente seco, que pudiera, en la opinión del investigador, impedir la obtención de imágenes de OCT confiables, y cualquier anomalía sistémica que pudiera afectar la confiabilidad del OCT, tales como diabetes mellitus, hipertensión arterial no controlada, tratamiento con cloroquina, uso de sildenafil, enfermedad periférica o carotídea y enfermedad cardiovascular.

El patrón de adquisición de imágenes en el SD-OCT consistió en: 3D *Reference* y *Cross-line* de alta resolución. El patrón de escáner utilizado para analizar el grosor coroideo fue el *Cross-line*, el cual consiste en 2 líneas de 6 mm orientadas ortogonalmente compuestas por 1024 A scans. Se usó la línea orientada nasal-temporalmente para realizar la medición. Todas las medidas fueron realizadas por 2 evaluadores (C.A. y C.S.), quienes en un estudio previo habían corroborado la reproducibilidad entre sus mediciones ($p = 0.011$; ICC: 0.808)¹⁸.

La coroides fue medida desde la cara externa de la línea hiperreflectiva correspondiente al EPR, hasta la cara interna de la unión esclero-coroidea subfoveal, a intervalos de 500 μ desde la fovea al sector nasal y temporal, hasta completar 5 medidas (fig. 1).

Se realizó un análisis estadístico univariado para conocer la frecuencia y distribución de las principales variables del estudio. La relación lineal potencial entre el grosor de la coroides y la edad se evaluó a través de un modelo de regresión lineal simple. Se utilizó la prueba ANOVA para conocer si existían diferencias estadísticamente significativas en los promedios de las 5 mediciones de la coroides entre los grupos de edad analizados. El nivel de confianza para las mediciones se estableció en el 95%.

Resultados

En total se evaluaron 78 hombres y 94 mujeres sanos de la ciudad de Medellín, para un total de 344 ojos analizados. Los grupos de edad con mayor representación en esta muestra de voluntarios son los grupos entre 20-29 y 40-49 años de edad, en concordancia con lo estimado por el DANE para el año 2012. Los hombres representan el 45.3% y las mujeres el 54.7% del total de la muestra (tabla 1).

Las medianas del grosor coroideo son mayores en las mujeres que en los hombres, tanto para el ojo izquierdo como para el derecho (fig. 2). Sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa ($p = 0.610$ ojo derecho y $p = 0.276$ ojo izquierdo).

Los promedios, con sus respectivos intervalos de confianza del 95%, para las 5 mediciones realizadas (subfoveal, 500 μ nasales, 500 μ temporales, 1,000 μ nasales, 1,000 μ temporales), muestran que el grosor en cada uno de los puntos es mayor para las mujeres que para los hombres, en ambos ojos. La tendencia para ambos sexos es al adelgazamiento del grosor coroideo hacia las 500 μ nasales y 500 μ temporales, el adelgazamiento hacia las 500 μ nasales es un poco más marcado para el ojo derecho (tabla 2).

El promedio del grosor coroideo para los grupos de edad entre 20 y 39 años es mayor que para los grupos de edad superiores a los 40 años. Las diferencias tanto en los promedios como en las medianas del grosor de la coroides según el grupo de edad, presentan diferencias estadísticamente significativas $p = 0.000$, prueba ANOVA, $p = 0.000$ ANOVA de Kruskal-Wallis (fig. 3; tabla 3).

El modelo de regresión lineal contrastando la edad con el grosor coroideo para cada uno de los grupos de edad muestra que existe una relación inversamente entre estas 2 variables, y esta relación es estadísticamente significativa. Tanto la pendiente como el intercepto de las ecuaciones de regresión son ligeramente mayores para el ojo izquierdo que para el derecho.

Para el ojo izquierdo, por cada incremento en un año de edad, el grosor coroideo disminuye 2.29 μ , y para el ojo derecho, por cada incremento en un año de edad, el grosor coroideo disminuye 2.25 μ .

El grosor coroideo disminuye diferencialmente por sexo; 2.79 μ y 1.89 μ en el ojo izquierdo, para hombres y mujeres respectivamente, y 2.82 μ y 1.78 μ en el ojo derecho para hombres y mujeres respectivamente (tabla 4).

Discusión

El objetivo de este trabajo era evaluar el grosor de la coroides en voluntarios sanos, sin características retinianas o coroides patológicas, quienes acudieron a evaluación con

Tabla 1 Distribución porcentual de los participantes según grupo de edad y sexo

Grupo de edad	Sexo			
	Masculino		Femenino	
	n	%	n	%
20-29	20	21.30	20	23.30
30-39	13	18.10	17	17.40
40-49	17	20.20	19	20.90
50-59	15	19.10	18	19.20
60-69	8	11.70	11	11
Mayor o igual a 70	5	9.60	9	8.10
Total	78	54.70	94	100

Tabla 2 Promedios corioideos para ojo, según sexo. Resultado en micras (μ)

Ojo	Medición	Sexo	Promedio	Desviación estándar	Intervalo de confianza del 95% para el promedio	
					Límite inferior	Límite superior
Izquierdo	Subfoveal	Hombre	321.73	96.694	299.93	343.53
		Mujer	340.69	105.55	319.07	362.31
	500 μ nasales	Hombre	313.58	96.319	291.86	335.29
		Mujer	327.39	99.617	306.99	347.8
	500 μ temporales	Hombre	307.81	91.927	287.08	328.53
		Mujer	329.35	96.216	309.64	349.06
	1,000 μ nasales	Hombre	296.79	95.423	275.28	318.31
		Mujer	308.93	93.285	289.82	328.03
Derecho	1,000 μ temporales	Hombre	293.64	87.09	274.01	313.28
		Mujer	317.9	91.051	299.26	336.55
	Subfoveal	Hombre	329.13	115.879	303	355.25
		Mujer	335.98	104.288	314.62	357.34
	500 μ nasales	Hombre	312.97	109.444	288.3	337.65
		Mujer	324.5	101.095	303.79	345.21
	500 μ temporales	Hombre	312.49	106.704	288.43	336.55
		Mujer	324.69	96.121	305	344.38
	1,000 μ nasales	Hombre	301.88	104.712	278.28	325.49
		Mujer	310.96	95.834	291.33	330.59
	10,000 μ temporales	Hombre	292.97	102.289	269.91	316.04
		Mujer	305.94	90.992	287.3	324.57

Tabla 3 Promedios de grosores corioideos según grupo de edad. Resultado en micras (μ)

Ojo	Grupo de edad	N	Promedio	Desviación estándar
Ojo derecho	20-29	40	350.41	89.73
	30-39	30	320.33	79.174
	40-49	36	303.5	81.174
	50-59	33	294.09	88.322
	60-69	19	272.05	103.67
	Mayor o igual a 70	14	244.86	85.488
	Total	172	306.9	89.838
Ojo izquierdo	20-29	40	362.33	86.339
	30-39	30	333.23	86.978
	40-49	36	315.17	78.799
	50-59	33	301.31	95.031
	60-69	19	280.73	94.265
	Mayor o igual a 70	14	239.06	83.267
	Total	172	316.63	92.87

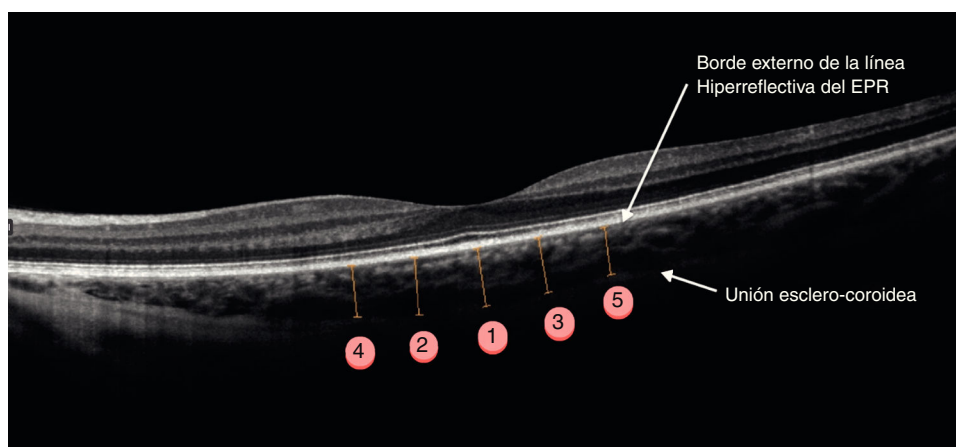


Figura 1 Esquema de medición del grosor coroideo. Diagrama que ejemplifica el método empleado en la medición del grosor coroideo de los voluntarios sanos.

OCT en la Clínica CLOFAN, Medellín, Colombia, entre septiembre y diciembre de 2012, asignados proporcionalmente según el grupo de edad proyectado por el DANE de Colombia, para la ciudad de Medellín en el año 2012.

Se evidencio, según los datos de este estudio, que existen diferencias en el grosor de la coroides entre los sexos; es más gruesa en las mujeres que en los hombres, aunque estas

diferencias no son estadísticamente significativas. Opuesto a lo reportado por Tuncer et al.¹⁹, quien evaluó la coroides en un grupo de 154 sujetos voluntarios sanos de Turquía, utilizando OCT, observando que el grosor coroideo fue más grueso en los hombres que en las mujeres.

En concordancia con lo descrito por Margolis et al. y Manjunath et al., la coroides es más gruesa subfovealmente y

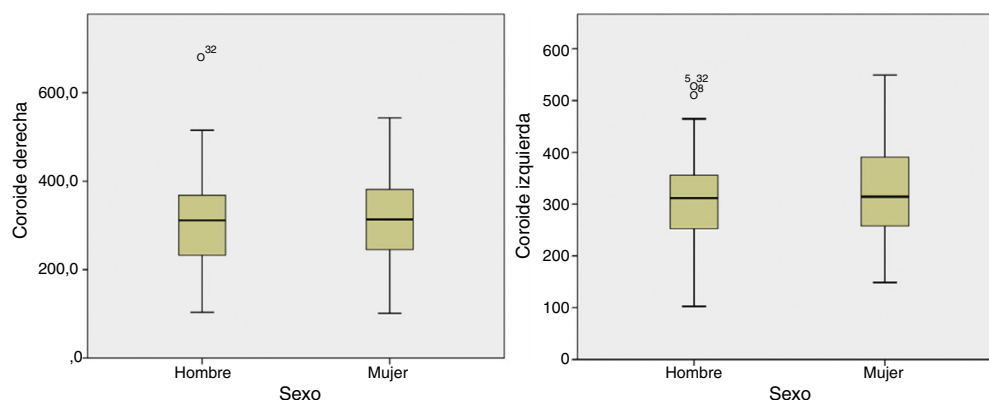


Figura 2 Diagramas *box-plots* para la mediana de los grosores coroideos según sexo.

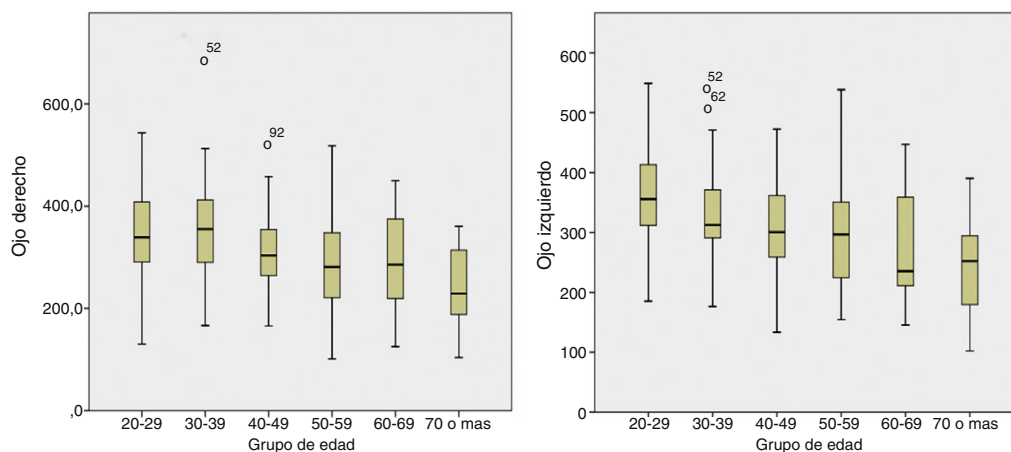


Figura 3 Promedios del grosor coroideo según el grupo de edad.

Tabla 4 Promedios coroides según edad, sexo, y ojo. Resultado en micras (μ)

Hombres				
Edad	Ojo derecho		Ojo izquierdo	
	Subfoveal	Promedio	Subfoveal	Promedio
20-29 años	381.5	358.02	378.7	361.46
30-39 años	391.31	364.45	342.31	330.35
40-49 años	299.76	277.2	305.59	292.25
50-59 años	304.07	293.67	305.53	289.97
60-69 años	294.38	284.93	289.75	267.3
70 o más	188.6	175.28	195	188.68
Mujeres				
Edad	Ojo derecho		Ojo izquierdo	
	Subfoveal	Promedio	Subfoveal	Promedio
20-29 años	363.15	342.8	384.45	363.19
30-39 años	373.19	352.53	365.38	345.35
40-49 años	350.3	335.34	346.15	327.72
50-59 años	305.17	293.87	325.67	310.76
60-69 años	308.27	295.45	297	290.49
70 o más	273.11	264	270.89	267.04

se adelgaza nasal y temporalmente^{16,20}. Igualmente, según lo descrito por estos autores, existe una correlación inversa entre el grosor coroideo y la edad, y esta correlación es estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Dentro de las limitaciones técnicas de este estudio, se debe tener en consideración la vulnerabilidad que existe en las mediciones manuales, a pesar de que estas hayan sido realizadas por examinadores experimentados con reproducibilidad y repetibilidad previamente evaluada¹⁸.

Este estudio es una base inicial para la implementación de nuevos proyectos de investigación al respecto, que permitan generar evidencia en la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, se debe considerar las mediciones obtenidas de modo referencial, ya que puede existir una variabilidad dependiendo de la población evaluada, esto debido a que los valores obtenidos podrían ser relativos al tamaño y las características de la muestra analizada.

Conclusión

Este estudio permitió establecer una tabla de CT promedio de referencia de acuerdo al grupo etario. Existen diferencias en el CT según el sexo, siendo el CT promedio en hombres de 308,29 μ y en mujeres de 322,63 μ , para ambos ojos, hallazgos que no son estadísticamente significativos. Por otro lado, existe una relación inversa entre la edad y el grosor de la coroides, con una disminución del CT promedio de 2,27 μ por cada incremento en un año de vida.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana

responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Grant MB, Luty GB. Retinal and Choroidal Vasculature: Retinal Oxigenation. Ryan SJ, ed. Retina. 5th ed. London: Elsevier; 2006; p.433-46.
2. Bill A, Sperber G, Ujiie K. Physiology of the choroidal vascular bed. *Int Ophthalmol*. 1983;6:101-7.
3. Spaide RF. Age-related choroidal atrophy. *Am J Ophthalmol*. 2009;147:801-10.
4. Nicholson B, Noble J, Forooghian F, et al. Central serous chorioretinopathy: Update on pathophysiology and treatment. *Surv Ophthalmol*. 2013;58:103-26.

5. Vujosevic S, Martini F, Cavarzeran F, et al. Macular and peripapillary choroidal thickness in diabetic patients. *Retina*. 2012;32:1781–90.
6. Regatieri CV, Branchini L, Carmody J, et al. Choroidal thickness in patients with diabetic retinopathy analyzed by spectral-domain optical coherence tomography. *Retina*. 2012;32:563–8.
7. Torres VL, Brugnoli N, Kaiser PK, et al. Optical coherence tomography enhanced depth imaging of choroidal tumors. *Am J Ophthalmol*. 2011;151:586–9300.
8. Banitt M. The choroid in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013;24:125–9.
9. Da Silva FT, Sakata VM, Nakashima A, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography in long-standing Vogt-Koyanagi-Harada disease. *Br J Ophthalmol*. 2013;97:70–4.
10. Regatieri CV, Branchini L, Fujimoto JG, et al. Choroidal imaging using spectral-domain optical coherence tomography. *Retina*. 2012;32:865–76.
11. Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2008;146:496–500.
12. Goldenberg D, Moisseiev E, Goldstein M, et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography: Choroidal thickness and correlations with age, refractive error, and axial length. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2012;43:296–301.
13. Sogawa K, Nagaoka T, Takahashi A, et al. Relationship between choroidal thickness and choroidal circulation in healthy young subjects. *Am J Ophthalmol*. 2012;153:1129–320.
14. Wei WB, Xu L, Jonas JB, et al. Subfoveal choroidal thickness: The Beijing Eye Study. *Ophthalmology*. 2013;120:175–80.
15. Nishida Y, Fujiwara T, Imamura Y, et al. Choroidal thickness and visual acuity in highly myopic eyes. *Retina*. 2012;32:1229–36.
16. Margolis R, Spaide RF. A pilot study of enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in normal eyes. *Am J Ophthalmol*. 2009;147:811–5.
17. Tanabe H, Ito Y, Terasaki H. Choroid is thinner in inferior region of optic disks of normal eyes. *Retina*. 2012;32:134–9.
18. Acosta C, Sardi C, Agudelo N, et al. Reproducibilidad y repetibilidad del grosor coroideo medido mediante tomografía óptica de dominio espectral con profundidad mejorada (EDI SD-OCT) RTVue® OCT. *SCOR*. 2013;46:122–32.
19. Tuncer I, Karahan E, Zengin MO, et al. Choroidal thickness in relation to sex, age, refractive error, and axial length in healthy Turkish subjects. *Int Ophthalmol*. 2015;35:403–10.
20. Manjunath V, Fujimoto JG, Duker JS. Cirrus HD-OCT high definition imaging is another tool available for visualization of the choroid and provides agreement with the finding that the choroidal thickness is increased in central serous chorioretinopathy in comparison to normal eyes. *Retina*. 2010;30:1320–1.