Rev. Sociedad Colombiana de Oftalmología Vol. 47 (1): 1 - 88, 2014 Choroidal Evaluation Using Enhanced Domain Imaging Ocular Coherence Tomography. Review of Literature

Evaluación de la Coroides a través de Tomografía Óptica Coherente con Profundidad Mejorada (EDI-OCT). Revisión de la Literatura

¹Omar Fernando Salamanca Libreros MD, MSc ²Mario Isaías León Higuera MD ³Carlos Martín Moreno Arias MD

Resumen

Objetivo: Describir la técnica EDI-OCT (Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography) y los hallazgos más relevantes de la coroides descritos en la literatura

Diseño del estudio: Revisión de la literatura

Métodos: Revisión bibliográfica de la literatura médica a través de PubMed, incluyendo términos de búsqueda "*enhanced depth imaging*" "*optical coherence tomography*" y "*choroid*".

Resultados: Se identificaron estudios publicados desde el año 2008. En los estudios realizados en pacientes sanos se cuantificaron datos de la estructura de la coroides, especialmente Recibido: 11/30/13 Aceptado: 12/01/14

¹Oftalmólogo – Supra-Especialista en Glaucoma, Hospital Central de la Policía Bogotá, Colombia Teléfono: 3006178230 Autor responsable: omarsalamancamd@gmail.com ²Residente Oftalmología III año, Fundación Universitaria San Martín Bogotá, Colombia ³Oftalmólogo – Supra-Especialista en Pediátrica y Estrabismo Hospital Central de la Policía – Bogotá, Colombia

Los autores no tienen intereses comerciales en los contenidos discutidos en este artículo. Este estudio no tuvo ningún tipo de financiamiento

Los resultados de este trabajo fueron presentados parcialmente en el XXXV Congreso Nacional de Oftalmología – 2012 Cartagena, Colombia los relacionados con el espesor coroideo tanto a nivel sub-foveal como en otros sectores anatómicos importantes y su relación con variables como edad, sexo, error refractivo y longitud axial. Se cuantificaron características propias de los métodos diagnósticos como la reproducibilidad y la variabilidad de la medida. Las patologías evaluadas con esta técnica incluyen principalmente la degeneración macular relacionada con la edad, la coroidoretinopatía serosa central, la enfermedad de Vogt-Koyanagi-Harada, los tumores coroideos, el glaucoma, la miopía, el síndrome de efusión uveal, la escleritis, la retinopatía diabética y la retinosis pigmentaria, entre otros.

Conclusiones: La valoración de la coroides con la EDI-OCT se ha constituido en un importante recurso para la evaluación de patologías en las cuales hasta ahora el conocimiento era limitado teniendo la ventaja de ser una técnica no invasiva. Sin embargo, se requiere ampliar el espectro de comprensión con relación a las características innatas de la prueba, los parámetros de normalidad, las posibilidades de aplicación clínica y su utilidad en el diagnóstico y seguimiento de las enfermedades coroido-retinales.

Palabras clave: Coroides, EDI-OCT (Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography).

Abstract

Purpose: To describe Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography (EDI-OCT) technique and the most relevant findings of the choroid, reported in the literature. Design: Literature review

Methods: A review of the literature was done via PubMed, including search terms "enhanced depth imaging" "optical coherence tomography" and "choroid."

Results: We identified studies published since 2008. Studies were performed in healthy patients, data on the structure of the choroid were quantified especially those related to the sub-foveal thickness and other important anatomical sectors. Variables such as age, sex, refractive error and axial length were evaluated; reproducibility and reliability of measurements and variability of choroid thickness were quantified. Ocular pathologies evaluated with this technique included agerelated macular degeneration, central serous chorioretinopathy, Vogt-Koyanagi-Harada disease, choroidal tumors, glaucoma, myopia, uveal effusion, scleritis, diabetic retinopathy and retinitis pigmentosa.

Conclusions: Assessment of the choroid with the EDI-OCT has become an important resource to evaluate pathologies in which up to now was of limited knowledge. EDI-OCT is a non-invasive technique. However, it is necessary to broaden the spectrum of understanding regarding innate characteristics of technique, normality parameters, clinical applicability and its usefulness in diagnosis and monitoring diseases involving choroid.

Key words: Choroid, Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography (EDI-OCT).

Introducción

La coroides está relacionada en la fisiopatología de numerosas enfermedades oculares como desordenes de la emetropización, coriorretinopatía serosa central (CSC), degeneración macular relacionada a la edad (DMRE), distrofias retinales, enfermedades inflamatorias, retinopatía diabética y glaucoma¹.

Esta estructura ha sido difícil de examinar con las técnicas de examen ocular convencionales por la presencia del EPR. La tomografía de coherencia óptica (OCT, por sus siglas en inglés Optical Coherence Tomography) no es adecuada para valorarla por su profundidad y la presencia de pigmento. Para tratar de resolver este problema, Spaide y colaboradores idearon un método que consiste en acercar el dispositivo de OCT al ojo y conseguir una imagen invertida, en la cual se puede apreciar fácilmente la coroides. Este método se denomina Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography (EDI-OCT)². Dada la naturaleza no invasiva y la adecuada resolución, es un método diagnóstico que ha ganado mucha popularidad.

Métodos

Se realizó una búsqueda en MEDLINE incluyendo los términos "*enhanced depth imaging*" "*optical coherence tomography*" y "*choroid*" incluyéndose estudios desde el año 2008 hasta Junio de 2012; posteriormente se realizó una nueva búsqueda desde esta fecha hasta Mayo de 2013. La extracción de la información pertinente se efectuó de acuerdo a un formato establecido haciéndose un recuento de los hallazgos en sujetos sanos y en las patologías relevantes. Se reportan los valores de EDI-OCT en micras +/- 1 Desviación Estándar (DE), cuando está disponible.

Resultados

Descripción de la técnica EDI-OCT

La OCT se usa para obtener imágenes transversales de la retina semejantes a un corte histológico; obtener imágenes de la coroides es muy difícil en la mayoría de los pacientes excepto en aquellos que tienen albinismo ocular. Cuando se utiliza el Spectral Domain OCT (SD-OCT) con transformaciones y descomposiciones se obtiene una imagen real y una imagen invertida. Estos aparatos normalmente muestran una de las dos imágenes posibles, convencionalmente mostrando la imagen real o retina "cara arriba". Se usa típicamente luz cercana al infrarrojo que puede hacer imágenes de la retina y del espacio subretinal; la penetración en áreas más profundas (coroides) es limitada por la dispersión inducida por el epitelio pigmentario de la retina (EPR) y los vasos de la coroides. Si se desplaza el instrumento hacia capas más profundas se obtiene la imagen invertida, este efecto hace que se enfoque más claramente a nivel de la coroides y de la esclera, permitiendo que la imagen se mejore ("enhanced"). Cuando se obtiene la imagen generalmente hay ruido en la señal distribuido en forma aleatoria, pero esto se controla promediando múltiples tomas de la misma imagen; lo cual, es posible sólo si se dispone de un sistema de rastreo ocular ("eve tracking") automático en el aparato. Se reportan sólo dos aparatos disponibles para realizar el examen con la técnica EDI-OCT.11 12

Concretamente, el paciente se examina acercando un poco más el aparato de OCT al ojo del paciente hasta que se obtiene una imagen invertida. Allí se visualiza claramente la coroides desde el aspecto basal del EPR hasta su borde más externo.

Hallazgos en sujetos normales

El estudio piloto de EDI-OCT encontró un espesor coroideo a nivel subfoveal en el ojo derecho (OD) de 318 μ m y 335 μ m en el ojo izquierdo (OI). Diferentes reportes después de este primer estudio, expresan valores variables: 261,93 ± 88.42 μ m³; 305.9 ± 78.2 μ m⁴; 293 μ m.⁵ (Figura 1).

Son varios los estudios que demuestran que el espesor coroideo está relacionado con la edad⁴⁻⁶; se estima que éste disminuye entre $1,56 \mu m^{11} y 4.1 \mu m$ por año.⁶ Los hallazgos de estudios histopatológicos de autopsias y de bancos de ojos reportan una disminución del espesor coroideo de 1,2 µm por año⁷.

También se ha encontrado que la coroides en sujetos normales tiende a adelgazarse al alejarse de la mácula en el área parafoveal, siendo más delgada en el área nasal (170 µm ¹²; 159.0 + 67.3 μ m⁴; 174 μ m⁵) que en el área temporal (261 μ m¹²; 256.8 ± 73.6 μ m⁴; 263 μm⁵). En la región inferior al disco óptico, es donde se encuentra el área más delgada de la coroides (146 \pm 47 µm); este dato puede orientar sobre la arquitectura anatómica de ojos normales a este nivel y se considera que esta área podría ser más susceptible a hipoxia o a la presión intraocular más elevada⁸. Las áreas más gruesas de la coroides están relacionadas con los sectores en donde se encuentran los vasos coroideos¹⁵.

El espesor coroideo se encuentra directamente relacionado con la profundidad de la cámara anterior, el grosor del cristalino y principalmente con el largo axial⁶; por cada incremento en 1mm del largo axial, el espesor coroideo disminuye entre 28 y 38 µm,9 este dato no puede extrapolarse a defectos refractivos. El grosor coroideo subfoveal (GCSF) es mayor en hombres que en mujeres ⁶ (298.02 \pm 101.47 μ m vs 256.28 ± 90.87 μ m)¹⁰ y varía a lo largo del día con un valor mayor en la mañana (9:00 AM) de $372.2 \pm 92.7 \mu m v$ más bajo en horas de la tarde (5:00PM) $340,6 \pm 82,9 \mu m$. No se ha estudiado el cambio en horas de la noche y de la madrugada; estos cambios en el transcurso del día están relacionados con el largo axial, el error refractivo y la presión arterial sistólica¹¹.

Como la EDI-OCT depende de la calibración manual para la medición del espesor coroideo, es importante medir la repetitividad y el nivel de acuerdo entre los diferentes operadores. En el estudio piloto¹¹ se encontró que las medidas estaban correlacionadas. Otro estudio valora la repetitividad intraoperador, interoperador e intrasesión, encontrando un coeficiente de repetitividad (CR) intraobservador entre 22 a 23 µm mientras que los CR interobservador e intrasesión fueron un poco mayores, 32 a 37 µm¹². Estos valores difieren mucho de los estudios de repetitividad para la medida del espesor retinal que es de 1 µm; una plausible explicación para esto es que la calidad de imagen del espesor coroideo no sea tan buena como el espesor retinal, medido con el mismo aparato¹³.

Con relación a la reproducibilidad de las medidas entre equipos se encontró que estos están altamente correlacionados. Se compararon los equipos disponibles comercialmente: el Heidelberg Spectralis (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Alemania), el Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec Inc, Dublin USA) y el Optovue RTVue (Optovue Inc, Fremont USA)¹⁴. También se comparó el Spectralis con un protipo HP (High penetration) OCT y se encontró buena correlación entre las medidas¹⁵.

Coriorretinopatía serosa central

La evaluación con la técnica EDI-OCT encontró que la coroides está engrosada en pacientes con CSC, correspondiendo a un valor promedio de 505 \pm 124 µm; este valor de espesor coroideo no está relacionado con la edad.¹⁶ Después de este estudio hay datos de espesor coroideo subfoveal en pacientes con CSC de 345 µm \pm 127 µm¹⁷ y 421 µm.¹⁸ También se ha encontrado mayor grosor coroideo subfoveal en ojos afectados (455 \pm 73 µm) que en ojos contralaterales (387 \pm 94 µm) y mucho mayor que en ojos control (289 \pm 71 µm), lo que puede sugerir un compromiso sistémico asimétrico^{19, 20}.

Con relación al tratamiento, se presenta disminución del espesor coroideo tras recibir terapia fotodinámica (TFD).¹⁸ Este efecto de disminución del espesor coroideo se mantiene por lo menos durante 1 año.²¹

Degeneración macular relacionada con la edad

Algunos autores consideran la vasculopatía polipoidal coroidea (VPC) como un subtipo de la degeneración macular relacionada con la edad (DMRE) exudativa²², por lo que se han realizado diferentes estudios con el método EDI-OCT para determinar las semejanzas y diferencias entre estas entidades (Figura 2). Uno de ellos evaluó la diferencia del espesor coroideo entre ojos con DMRE y VPC; se encontró

diferencia en el espesor coroideo tendiendo a ser más delgado en la DMRE temprana (177,2 $\mu m \pm 49.7 \ \mu m$) y exudativa (171.2 $\pm 38.5 \ \mu m$) que en la VPC (438.3±87.8 µm). El valor de espesor coroideo para pacientes normales en este estudio fué de 224.8 μ m ± 52.9 μ m. Estas diferencias pueden sugerir la posibilidad que existan diversos mecanismos patogénicos entre la DMRE y la VPC.²³ Usando la técnica EDI-OCT asociada a la high - penetration (HP -OCT), se describen estas lesiones polipoides como aneurismas saculares dentro del desprendimiento del EPR protruido con áreas hemorrágicas debajo del EPR y zonas hiporeflectivas en algunos casos; con esta combinación de técnicas se pudo determinar claramente la interfase coroides-esclera.²⁴ Otros estudios corroboran el hallazgo de mayor GCSF en pacientes con VPC (293.4 + 73.1 um) cuando se comparan con pacientes con DMRE típica $(244.6 + 72.3 \mu m)^{25}$ y cuando se comparan con pacientes sanos: 338 ± 107 μ m vs. 261 ± 78 μ m, respectivamente²⁶.

Un estudio retrospectivo que incluyó pacientes con DMRE neovascular en un ojo y DMRE temprana en el ojo contralateral encontró una tendencia no significativa a un mayor GCSF en los ojos con DMRE neovascular; con relación al tratamiento, en este estudio no se encontraron diferencias en el GCSF entre los ojos con DMRE que habían recibido anti VEGF y los que no²⁷; sin embargo, otros trabajos han reportado disminución del espesor coroideo con diferentes tratamientos. El primero de ellos evalúa el grosor coroideo subfoveal en pacientes con VPC antes (256 \pm 115 µm) y 3 meses después (207 \pm 111 µm) de tratamiento con TFD ²⁸. El segundo

estudio incluyó ojos con DMRE neovascular típica y VPC que recibieron tratamiento con ranibizumab intravítreo mensual por 3 meses y durante los 9 siguientes meses, en caso que fuese necesario. Se encontró que el espesor coroideo disminuyó de $244 \pm 62 \ \mu m a 226 \pm$ $66 \ \mu m a los 12 meses.^{29} El cambio se empezó$ a encontrar después de los 3 meses de la dosisinicial. En este estudio no se encontrarondiferencias antes tratamiento en los ojos conDMRE típica y VPC posiblemente por efectosde tratamientos previos.

Síndrome de Vogt Koyanagi Harada

Los cambios coroideos durante la fase aguda y su evolución con relación al tratamiento fueron reportados encontrándose un engrosamiento coroideo de 805μm ±173 μm, que descendió a $341 \mu m \pm 70 \mu m$ a las dos semanas después del tratamiento. Este engrosamiento posiblemente es secundario a exudación, además del componente inflamatorio³⁰. Otro reporte indica el espesor coroideo durante la fase aguda de $424 \pm 50.1 \mu m$ y $275 \pm 71.3 \mu m$ en la fase convaleciente, observándose una tendencia significativa a disminuir a medida que se resuelve la enfermedad³¹. En otra serie de pacientes no pudo evidenciarse el limite externo de la coroides al momento de la presentación; sin embargo, una semana después de tratamiento con dosis altas de corticoides el GCSF fué de 578 µm en promedio y a los 12 meses de 332 μ m³². En pacientes con más de 6 meses de evolución se ha encontrado un GCSF menor que en los controles de la misma edad ($250.7 \pm 93.3 \,\mu m \, vs$ $333 \pm 85.8 \,\mu\text{m}$; está por determinarse si estos hallazgos hacen parte de la evolución natural de la enfermedad o si es el resultado de inflamación coroidea clínicamente no detectable³³.

Tumores coroideos

Quizá una de las aplicaciones más importantes de la EDI-OCT sea la evaluación de los tumores coroideos. Mediante esta técnica se analizaron las características de pequeños melanomas y nevus coroideos de similar tamaño encontrándose algunas diferencias que pueden identificar a los melanomas coroideos. Estas incluyen: mayor grosor del tumor, líquido subretiniano, depósito subretiniano de lipofucsina, atrofia del EPR, edema intrarretiniano, pérdida o alteración morfológica de fotorreceptores, pérdida de la membrana limitante externa, irregularidad de la capa de células ganglionares y otras anomalías retinianas (Figura 3). En este estudio el tamaño de los melanomas coroideos mediante ecografía fué sobreestimado en un 55% comparado con la medida de EDI-OCT (Figura 4)³⁴.

Con el uso de la técnica EDI-OCT se describieron las propiedades de 23 tumores oculares con compromiso coroideo, entre ellos nevus coroideos amelanóticos, nevus coroideos melanocíticos, melanomas coroideos, hemangiomas coroideos circunscritos y metástasis coroideas. En todos ellos se logró diferenciar claramente el tumor de los tejidos circundantes como son la membrana de Bruch anteriormente y la coroides sana hacia los lados; sin embargo, la interfase coroides-esclera no pudo ser determinada en cerca de la mitad de los casos puesto que el borde de aquellos tumores con diámetro mayor a 9 mm o altura superior a 1 mm, quedó fuera del campo de visión del dispositivo SD-OCT. Es de resaltar que los tumores observados completamente con EDI-OCT fueron indetectables con ultrasonido; esto indicaría la utilidad de la técnica EDI-OCT

como examen complementario en pacientes con tumores coroideos³⁵.

Glaucoma

La coroides parece tener un rol importante en la patología de la neuropatía óptica glaucomatosa (NOG) y especialmente en el glaucoma de tensión normal (GTN), pero los hallazgos hasta ahora han sido poco concluyentes. Usando la EDI-OCT se investigó el espesor coroideo en pacientes con NOG y pacientes normales sin encontrar diferencias significativas; al mismo tiempo se encontró que no había relación con la severidad del glaucoma. El espesor coroideo subfoveal en sujetos normales fué $214.68 \pm 32.56 \mu m y$ en sujetos con NOG $216.16 \pm 25.49 \ \mu m^{36}$. Otro estudio encontró una correlación significativa entre el espesor coroideo 3mm nasal a la fóvea y cambios en los campos visuales, encontrándola más delgada en sujetos con GTN (89,5 µm) que en sujetos normales (109.5 µm). Esto podría estar asociado con progresión de la pérdida del campo visual³⁷.

Retinosis pigmentaria

Los pacientes con retinosis pigmentaria (RP) tienen una coroides más delgada que los controles $(245.6 \pm 103 \ \mu m \ vs \ 337.8 \pm 109 \ \mu m)^{38} \ (215.60 \pm 94.91 \ \mu m \ vs \ 336.60 \pm 70.42 \ \mu m)^{39}$. Mientras que un estudio muestra correlación del adelgazamiento coroideo con peor agudeza visual y mayor duración de la enfermedad, otro estudio no corrobora estos hallazgos. Se requiere más investigación para entender la importancia fisiopatológica de las alteraciones coroideas en la RP.

Agujero macular idiopático

El GCSF fué significativamente menor en los ojos con agujero macular idiopático $(206.82 \pm 67.09 \ \mu\text{m})$ al ser comparados con ojos contralaterales no afectados $(228.34 \pm 80.71 \ \mu\text{m})$ y ojos de pacientes sanos $(248.88 \pm 63.10 \ \mu\text{m})$. La diferencia entre los ojos no afectados de los pacientes con agujero macular y los ojos de los pacientes sanos no fué significativa; sin embargo, estos datos podrían indicar un papel de la perfusión coroidea en la patogenia de esta enfermedad⁴⁰.

Oclusión de vena central de la retina

En pacientes con oclusión de vena central de la retina (OVCR) el GCSF fué mayor que en ojos sanos contralaterales (257.1 ± 83.2 µm vs 222.6 ± 67.8 µm) y disminuyó significativamente después del tratamiento intravítreo con bevacizumab (266.9 ± 79.0 µm vs 227.7 ± 65.1 µm)⁴¹.

Retinopatía Diabética (RD):

El GCSF fué medido en ojos sin RD $(262.3 \pm 68.4 \ \mu m)$, con retinopatía diabética no proliferativa (RDNP) leve a moderada $(244.6 \pm 77.0 \ \mu m)$, RDNP severa $(291.1 \pm$ 107.7 µm), retinopatía diabética proliferativa $(363.5 \pm 74.9 \ \mu\text{m})$ y en ojos con RD tratada con panfotocoagulación retiniana (PFR) $(239.9 \pm 57.4 \ \mu m)$. Se encontró un aumento significativo del GCSF en la medida que progresó la enfermedad, desde la RDNP hacia la RDP y en aquellos ojos con edema macular. Así mismo, se documento reducción del espesor coroideo en los pacientes tratados con laser⁴². En otro estudio se encontró que los pacientes diabéticos tienen una coroides subfoveal más gruesa que los pacientes no diabéticos mientras que la presencia o el grado de retinopatía diabética no estuvo asociado con cambios coroideos adicionales.43

Enfermedades Retinales Hereditarias

(ERH) - Distrofias Retinales

La EDI-OCT permitió evaluar *in vivo* la coroides en pacientes con diversas ERH. Los hallazgos reportan 4 diferentes patrones de compromiso coroideo:

- Sin compromiso coroideo (promedio de espesor coroideo 317 ± 89 μm OD y 312 ±86 μm OI)
- Adelgazamiento coroideo focal leve a moderado ≤ 50% (promedio de espesor coroideo 177 μm OD y 158 μm OI)
- Adelgazamiento coroideo focal severo > 50% (promedio de espesor coroideo 46 ±55 μm OD y 132 ±46 μm OI)
- Adelgazamiento coroideo difuso (promedio de espesor coroideo 84 μm OD y 77 μm OI)

El patrón de atrofia coroidea se correlaciona bien con la apariencia clínica de las ERH y es simétrico entre ojos del mismo paciente; en algunos casos es dependiente del estado de la enfermedad y en otros está relacionado con la causa⁴⁴.

Miopía

A través de la EDI-OCT se encontró adelgazamiento coroideo en los miopes altos con un engrosamiento paradójico del sector temporal, diferente a lo reportado en los ojos normales. El espesor coroideo subfoveal fué 93.2 \pm 62.5 µm confirmándose el hallazgo de correlación negativa entre espesor coroideo y edad. Estos hallazgos podrían sugerir que el adelgazamiento coroideo puede tener un rol en las características fisiopatológicas de la pérdida visual en la miopía alta⁴⁵. Aparentemente, la falta de pigmento en estos pacientes puede facilitar la obtención de mejores imágenes con la técnica EDI-OCT ⁴⁶.

Síndrome de efusión uveal idiopático

En un paciente que tuvo una recaída de esta enfermedad después de 5 años de su presentación inicial se encontró un espesor coroideo de 787 µm. La imagen a través de EDI-OCT muestra grandes áreas hiporreflectivas en la coroides exterior que podría representar venas coroideas dilatadas o agrandamiento del espacio supracoroideo⁴⁷.

Escleritis posterior unilateral recurrente

Un reporte de 2 casos valorados con la técnica EDI-OCT muestra adelgazamiento coroideo (143 μ m y 198 μ m) comparado con los ojos no afectados de los mismos pacientes (309 μ m y 374 μ m). Es probable que la inflamación recurrente de la esclera conduzca a alteraciones de la coroides adyacente resultando en atrofia coroidea gradual⁴⁸.

Mácula en forma de cúpula

Esta entidad se ha definido como una protrusión de la mácula dentro del estafiloma en miopes altos; este hallazgo es algo no esperado para la miopía alta pues se espera que haya alargamiento y estrechamiento de los tejidos oculares. El espesor coroideo reportado fué de 58 \pm 43.8 µm. Los hallazgos estructurales sugieren que debe clasificarse como un tipo diferente de estafiloma ⁴⁹.

Efecto del Sildenafil en el espesor coroideo

Se encontró que la administración de 100 mg de Sildenafil oral está relacionado con el aumento del espesor coroideo pues de su estado basal de $334 \pm 57 \mu m$ aumentó a $375\pm68 \mu m$ a la hora y se mantuvo en $372 \pm 61 \mu m$ después de 3 horas. Estos hallazgos pueden explicar parcialmente la presunta asociación entre coroidopatía serosa central y los inhibidores de la fosfodiesterasa.⁵⁰

Discusión

La presente revisión da cuenta del uso de la EDI-OCT en la evaluación del espesor coroideo en individuos sanos y en algunas patologías específicas; sus características de método no invasivo, de operación simple y factible de ser realizado con algunos de los aparatos disponibles para la realización de la OCT convencional, lo convierten en un potencial medio diagnóstico que complemente el estudio en pacientes con enfermedades coroido-retinianas. Su utilización requiere la presencia de medios ópticos claros; en caso de opacidades se deberá recurrir a otros métodos como la ecografía o la resonancia nuclear magnética, con las limitaciones de resolución que conllevan. Los datos de la coroides obtenidos con el método EDI-OCT se consideran no comparables con aquellos que se desprenden de estudios histopatológicos, pues al ser la coroides una estructura altamente vascularizada con intensa demanda metabólica, al removerse el espécimen para estudio se puede alterar notablemente en su estructura (p ej: disminuir su espesor al disminuir el flujo sanguíneo).

Después del primer reporte de la técnica EDI-OCT para la valoración de la coroides, existe un número creciente de reportes de diversos estudios tanto en individuos sanos como en sujetos con patologías coroideas. Por su desarrollo tan reciente no existen aún datos normativos para la población general, lo cual se revela como una futura área de desarrollo para investigadores. Los diferentes reportes son muy heterogéneos en las patologías estudiadas y además están compuestos de grupos pequeños con diversas patologías que no permiten aún la extrapolación de estos datos a la población general.

De acuerdo a los estudios publicados en individuos sanos, la coroides aparenta ser más gruesa en el área subfoveal probablemente por la alta demanda metabólica en este sector y tiende a adelgazarse a medida que se aleja de la mácula en el área parafoveal. Presenta engrosamiento en enfermedades como coroido-retinopatía serosa central, vasculopatía polipoidal coroidea, el síndrome de Vogt-Koyanagi-Harada, tumores coroideos, oclusión de vena central de la retina, retinopatía diabética y el síndrome de efusión uveal idiopática; aumenta transitoriamente con el uso de medicamentos como el Sildenafil. Hay aparente adelgazamiento en DMRE exudativa clásica, distrofias retinales, miopía, escleritis posterior unilateral recurrente, retinosis pigmentaria, agujeros maculares idiopáticos y al parecer en glaucoma de tensión normal.

A pesar del conocimiento amplio que se tiene sobre el uso de OCT en Oftalmología, existen limitaciones en el uso específico de la técnica EDI-OCT principalmente relacionada con la medición manual del espesor coroideo llevando a sub o sobre-estimaciones de las medidas.



Figuras

Figura 1. Valor de espesor coroideo subfoveal expresado en micras +/- 1 DE de pacientes sanos y con diversas patologías. En verde se indican hallazgos normales en diferentes estudios. En azul se agrupan aquellas condiciones que conllevan adelgazamiento del espesor coroideo. En rojo aquellas patologías que producen aumento del espesor coroideo. EPUR escleritis posterior unilateral recurrente. RP retinosis pigmentaria. AM agujero macular. DMRE degeneración macular relacionada con la edad. M miopía. VPC vasculopatía polipoidal coroidea. VKH síndrome de Vogt Koyanagi Harada. SEUI síndrome de efusión uveal idiopático. RD retinopatía diabética. OVCR oclusión de vena central de la retina. CSC coriorretinopatía serosa central.



(A) (C) y (E) muestran pacientes con vasculopatía polipoidal coroidea y (B) (D) (F) muestran pacientes con DMRE exudativa. El espesor coroideo está demarcado con la flecha blanca. Imagen cortesía de Dr. Se Woong Kang.



Figura 3. EDI-OCT y fotografías de pequeños melanomas coroideos a la izquierda comparados con nevus coroideos a la derecha. A hasta D, melanoma (B) vs nevus coroideo yuxtapapilar (C). La EDI OCT muestra alteración morfológica de fotorreceptores, escaso líquido subretiniano y depósitos subretinianos (pigmento naranja) (A) sobre el melanoma. Estos cambios no son evidentes en el nevus coroideo (D). E hasta H, melanoma (F) vs nevus coroideo temporal a la mácula (G). La EDI-OCT muestra líquido subretiniano, y alteración de fotorreceptores sobre el melanoma (E) vs mínimas alteraciones del EPR sobre el nevus coroideo (H). I hasta L, melanoma (J) vs nevus coroideo macular (K). La EDI-OCT muestra líquido subretiniano y alteración de fotorreceptores sobre melanoma (I) vs compresión de la coriocapilar, ausencia de líquido subretiniano y retina intacta sobre nevus coroideo (L). M hasta P, melanoma amelanótico coroideo (N) vs nevus amelanótico coroideo (O). Sobre el melanoma coroideo se observan depósitos subretinianos (pigmento naranja) y escaso líquido (M) vs ausencia de líquido subretiniano, adelgazamiento retiniano crónico con atrofía de fotorreceptores y pequeño desprendimiento del EPR (P) sobre nevus coroideo. Imagen cortesía de Dra. Carol Shields, MD., Philadelphia, PA, USA.



Figura 4. Evaluación de pequeño melanoma coroideo por EDI-OCT y ecografía. (B) Medida del grosor del tumor coroideo con la curva 1 indicando el borde interno y la curva 2, el borde externo del melanoma. (C) Medida del grosor del melanoma coroideo desde el ápex a la base por ecografía (línea amarilla). Imagen cortesía de Dra. Carol Shields, MD., Philadelphia, PA, USA.

Bibliografía

- Chen FK, Yeoh J, Rahman W, Patel PJ, Tufail A, Da Cruz L. Topographic variation and interocular symmetry of macular choroidal thickness using enhanced depth imaging optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53(2):975-85
- 2 Spaide RF, Koizumi H, Pozzoni MC. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. Am J Ophthalmol. 2008;146(4):496-500
- 3 Ding X, Li J, Zeng J, Ma W, Liu R, Li T, Yu S, Tang S. Choroidal thickness in healthy Chinese subjects. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52(13):9555-60.
- 4 Li L, Yang ZK, Dong FT Choroidal thickness in normal subjects measured by enhanced depth imaging optical coherence tomography. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2012 Sep;48(9):819-23.
- 5 Goldenberg D, Moisseiev E, Goldstein M, Loewenstein A, Barak A. Enhanced depth imaging optical coherence tomography: choroidal thickness and correlations with age, refractive error, and axial length. Ophthalmic Surg Lasers Imaging. 2012 Jul 1;43(4):296-301
- 6 Wei WB, Xu L, Jonas JB, Shao L, Du KF, Wang S, Chen CX, Xu J, Wang YX, Zhou JQ, You QS. Subfoveal choroidal thickness: the Beijing Eye Study. Ophthalmology. 2013 Jan;120(1):175-80
- 7 Ramrattam RS, van der Schaft TL, Fujimoto SL, de Brujis NV, Wulder PG, de Jong PT. Morphometric analices of Bruch's membrane, the choriocapillaris and the coroid in aging. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994;35:2857-2864.
- 8 Tanabe H, Ito Y, Terasaki H. Choroid is thinner in inferior region of optic disks of normal eyes. Retina 2012;32(1):134-9.
- 9 Wong IY, Koizumi H, Lai WW. Enhanced depth imaging optical coherence tomography. Ophthalmic Surg Lasers Imaging 2011;42 Suppl:S75-84
- 10 Zeng J, Liu R, Zhang XY, Li JQ, Chen X, Pan JY, Tang SB, Ding XY Relationship between gender and posterior pole choroidal thickness in normal eyes Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2012 Dec;48(12):1093-6.
- 11 Tan CS, Ouyang Y, Ruiz H, Sadda SR. Diurnal variation of choroidal thickness in normal, healthy subjects measured by spectral domain optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2012;53(1):261-6

- 12 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 2011;52(5):2267-71.
- 13 Menke MN, Dabov S, Knecht P, Sturm V. Reproducibility of retinal thickness measurements in patients with Age Related Macular Degeneration using 3D Fourier-domain optical coherence tomography OCT (Topcon 3d-OCT 1000) Acta Ophthalmol doi 19.1111/j1755-3768.2009.01692.x
- 14 Branchini L, Regatieri CV, Flores-Moreno I, Baumann B, Fujimoto JG, Duker JS. Reproducibility of choroidal thickness measurements across three spectral domain optical coherence tomography systems. Ophthalmology 2012;119(1):119-23.
- 15 Ikuno Y, Maruko I, Yasuno Y, Miura M, Sekiryu T, Nishida K, Iida T. Reproducibility of retinal and choroidal thickness measurements in enhanced depth imaging and high-penetration optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011;52(8):5536-40
- 16 Imamura Y, Fujiwara T, Margolis R, Spaide RF. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in central serous chorioretinopathy. Retina 2009;29(10):1469-73.
- 17 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):1792-9.
- 18 Pryds A, Larsen M. Choroidal thickness following extrafoveal photodynamic treatment with verteporfin in patients with central serous chorioretinopathy. Acta Ophthalmol. 2012 Dec;90(8):738-43
- 19 Yang L, Jonas JB, Wei W. Choroidal vessel diameter in central serous chorioretinopathy. Acta Ophthalmol. 2013 May 7
- 20 Maruko I, Iida T, Sugano Y, Ojima A, Sekiryu T. Subfoveal choroidal thickness in fellow eyes of patients with central serous chorioretinopathy. Retina 2011;31(8):1603-8.
- 21 Maruko I, Iida T, Sugano Y, Furuta M, Sekiryu T. Oneyear choroidal thickness results after photodynamic therapy for central serous chorioretinopathy. Retina 2011;31(9):1921-7.
- 22 Yannuzzi LA, Ciardella A, Spaide RF, Rabb M,

Freund KB, Orlock DA. The expanding clinical spectrum of idiopathic polypoidal choroidal vasculopathy. Arch Ophthalmo 1997; 115:478-485.

- 23 Chung SE, Kang SW, Lee JH, Kim YT. Choroidal thickness in polypoidal choroidal vasculopathy and exudative age-related macular degeneration. Ophthalmology 2011;118(5):840-5.
- 24 Nagase S, Miura M, Makita S, Iwasaki T, Goto H, Yasuno Y. High-penetration optical coherence tomography with enhanced depth imaging of polypoidal choroidal vasculopathy. Ophthalmic Surg Lasers Imaging 2012;43:e5-9.
- 25 : Koizumi H, Yamagishi T, Yamazaki T, Kawasaki R, Kinoshita S. Subfoveal choroidal thickness in typical age-related macular degeneration and polypoidal choroidal vasculopathy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2011;249(8):1123-8.
- 26 Yang LH, Jonas JB, Wei WB. Optical coherence tomographic enhanced depth imaging of polypoidal choroidal vasculopathy. Retina. 2013 Apr 11. [Epub ahead of print]
- 27 Rahman W, Chen FK, Yeoh J, da Cruz L. Enhanced depth imaging of the choroid in patients with neovascular age-related macular degeneration treated with anti-VEGF therapy versus untreated patients. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2013 Jun;251(6):1483-8
- 28 Sugano Y, Iida T, Maruko I, Ojima A, Sekiryu T. Choroidal thickness outside the laser irradiation area after photodynamic therapy in polypoidal choroidal vasculopathy. Jpn J Ophthalmol. 2013 May;57(3):294-300
- 29 Yamazaki T, Koizumi H, Yamagishi T, Kinoshita S. Subfoveal Choroidal Thickness after Ranibizumab Therapy for Neovascular Age-related Macular Degeneration: 12-Month Results. Ophthalmology 2012 May 1. [Epub ahead of print] PubMed PMID:22551738.
- 30 Maruko I, Iida T, Sugano Y, Oyamada H, Sekiryu T, Fujiwara T, Spaide RF. Subfoveal choroidal thickness after treatment of Vogt-Koyanagi-Harada disease. Retina 2011;31(3):510-7.
- 31 Fong AH, Li KK, Wong D. Choroidal evaluation using enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography in Vogt-Koyanagi-Harada disease.Retina 2011;31(3):502-9.
- 32 Nakayama M, Keino H, Okada AA, Watanabe T, Taki W, Inoue M, Hirakata A. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the

choroid in Vogt-Koyanagi-Harada disease. Retina. 2012 Nov-Dec;32(10):2061-9

- 33 da Silva FT, Sakata VM, Nakashima A, Hirata CE, Olivalves E, Takahashi WY, Costa RA, Yamamoto JH.Enhanced depth imaging optical coherence tomography in long-standing Vogt-Koyanagi-Harada disease. Br J Ophthalmol. 2013 Jan;97(1):70-4
- 34 Shields CL, Kaliki S, Rojanaporn D, Ferenczy SR, Shields JA. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of small choroidal melanoma: comparison with choroidal nevus. Arch Ophthalmol. 2012 Jul;130(7):850-6.
- 35 Torres VL, Brugnoni N, Kaiser PK, Singh AD. Optical coherence tomography enhanced depth imaging of choroidal tumors. Am J Ophthalmol 2011;151(4):586-593.e2.
- 36 Mwanza JC, Hochberg JT, Banitt MR, Feuer WJ, Budenz DL. Lack of association between glaucoma and macular choroidal thickness measured with enhanced depth-imaging optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011;52(6):3430-5.
- 37 Hirooka K, Fujiwara A, Shiragami C, Baba T, Shiraga F. Relationship between progression of visual field damage and choroidal thickness in eyes with normal-tension glaucoma. Clin Experiment Ophthalmol 2012 Feb 2. doi: 10.1111/j.1442-9071.2012.02762.x.
- 38 Dhoot DS, Huo S, Yuan A, Xu D, Srivistava S, Ehlers JP, Traboulsi E, Kaiser PK. Evaluation of choroidal thickness in retinitis pigmentosa using enhanced depth imaging optical coherence tomography. Br J Ophthalmol. 2013 Jan;97(1):66-9
- 39 Ayton LN, Guymer RH, Luu CD. Choroidal thickness profiles in retinitis pigmentosa. Clin Experiment Ophthalmol. 2013 May;41(4):396-403.
- 40 Zeng J, Li J, Liu R, Chen X, Pan J, Tang S, Ding X. Choroidal thickness in both eyes of patients with unilateral idiopathic macular hole. Ophthalmology. 2012 Nov;119(11):2328-33
- 41 Tsuiki E, Suzuma K, Ueki R, Maekawa Y, Kitaoka T. Enhanced Depth Imaging Optical Coherence Tomography of the Choroid in Central Retinal Vein Occlusion. Am J Ophthalmol. 2013 May 17. pii: S0002-9394(13)00252-3.
- 42 Kim JT, Lee DH, Joe SG, Kim JG, Yoon YH. Changes in choroidal thickness in relation to the severity of retinopathy and macular edema in type 2 diabetic patients. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013 May 9;54(5):3378-8

- 43 Xu J, Xu L, Du KF, Shao L, Chen CX, Zhou JQ, Wang YX, You QS, Jonas JB, Wei WB. Subfoveal Choroidal Thickness in Diabetes and Diabetic Retinopathy. Ophthalmology. 2013 May 19. pii: S0161-6420(13)00233-9.
- 44 Yeoh J, Rahman W, Chen F, Hooper C, Patel P, Tufail A, Webster AR, Moore AT, Dacruz L. Choroidal imaging in inherited retinal disease using the technique of enhanced depth imaging optical coherence tomography. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2010;248(12):1719-28.
- 45 Fujiwara T, Imamura Y, Margolis R, Slakter JS, Spaide RF. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. Am J Ophthalmol 2009;148(3):445-50.
- 46 Dell'Omo R, Costagliola C, Di Salvatore F, Cifariello F, Dell'Omo E. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography.

Retina 2010;30(2):378-9.

- 47 Harada T, Machida S, Fujiwara T, Nishida Y, Kurosaka D. Choroidal findings in idiopathic uveal effusion syndrome. Clin Ophthalmol 2011;5:1599-601.
- 48 Taki W, Keino H, Watanabe T, Okada AA. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in recurrent unilateral posterior scleritis. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2012 Mar 7. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 22395202.
- 49 Imamura Y, Iida T, Maruko I, Zweifel SA, Spaide RF. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the sclera in dome-shaped macula. Am J Ophthalmol 2011;151(2):297-302.
- 50 Vance SK, Imamura Y, Freund KB. The effects of sildenafil citrate on choroidal thickness as determined by enhanced depth imaging optical coherence tomography. Retina 2011;31(2):332-5.