

Tomografía de Coherencia Óptica, perspectivas de uso en oftalmología. Revisión bibliográfica

(Optical Coherence Tomography, perspectives for use in ophthalmology. Literature review)

Guillermo Vinicio Arellano Barriga⁽¹⁾⁽²⁾, Marco Antonio González Fuenmayor^{(1)*}, Edison Antonio Carrillo Bravo⁽¹⁾, Andrés Fernando Vinueza Veloz⁽¹⁾, Cristian Fernando Riofrío Martínez⁽¹⁾

(1)Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, EC060155, www.esPOCH.edu.ec

(2) Clínica Metropolitana, Riobamba, Ecuador

*Correspondencia: Marco Antonio González Fuenmayor, Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur 1 ½, Riobamba, Ecuador, EC060150, teléfono: +593 984079254, correo electrónico: gonza_94 @outlook.com

Artículo recibido el 25.12.2017, aceptado el 19.02.2018

RESUMEN

Introducción: la tomografía de coherencia óptica (OCT por sus siglas en inglés) es un tipo de examen de imagen no invasivo que usa ondas de luz para obtener imágenes digitales de alta resolución de tejidos, a nivel microscópico. **Objetivo:** el objetivo del presente estudio fue conocer las perspectivas de uso en el ámbito de la oftalmología de la OCT. **Metodología:** se realizó una revisión bibliográfica narrativa usando artículos científicos relacionados al tema, tanto en inglés como en español, extraídos de Pubmed, Latindex, Scielo y Lilacs. La información más relevante según el criterio de los autores fue extraída y sintetizada en el presente artículo. **Resultados y Discusión:** nuestros hallazgos resaltan la importancia de la OCT en oftalmología, especialmente en el diagnóstico temprano y seguimiento terapéutico de pacientes con patologías oculares. **Conclusiones:** se debe considerar el uso rutinario de OCT en la consulta de oftalmología, ya que constituye un examen de imagen confiable, no invasivo y con una amplitud de usos.

Palabras clave: tomografía de coherencia óptica, diagnóstico, tratamiento, oftalmología

ABSTRACT

Introduction: optical coherence tomography (OCT) is a type of non-invasive imaging test that uses light waves to obtain digital high resolution images of tissues at a microscopical level. **Objective:** the objective of the present study was to know more about perspectives of use in ophthalmology of OCT. **Methodology:** we performed a narrative literature review, using scientific articles related to the topic, both in English and Spanish; the articles were extracted from Pubmed, Latindex, Scielo and Lilacs. The most relevant information according to the criterion of the authors was extracted and synthesized and in the present article. **Results and Discussion:** our findings highlight the importance of OCT in ophthalmology, specially in relation to diagnosis and therapeutic follow-up of patients with ocular pathologies. **Conclusions:** it is worth to consider the routine use of OCT in ophthalmology consultations since it is reliable imaging test, non-invasive and with amplitude of uses.

Keywords: optical coherence tomography, diagnosis, treatment, ophthalmology

1. Introducción

Actualmente la tecnología exhibe gran aporte a la ciencia médica; a través de esta, los exámenes médicos y diagnósticos son más precisos, tomando menos tiempo el dar un tratamiento adecuado al paciente. El optómetra posee varias técnicas o herramientas tecnológicas que permiten realizar una valoración

integral de las funciones del segmento anterior del ojo, ayudando a determinar las patologías que pueden afectar la anatomía y funcionamiento del ojo. En 1994 se pudo capturar la primera imagen del segmento anterior del ojo a través de una OCT, una técnica de la Tomografía Ocular Computarizada. Por ello se puede definir que una tomografía es una técnica en la cual se realiza un registro de imá-

genes de una parte determinada del cuerpo en un plano determinado, que permite realizar una inspección adecuada del mismo (1). La tomografía de coherencia óptica es una técnica de diagnóstico que es utilizada por muchos profesionales, al ser no invasiva, para los tejidos subcutáneos o transparentes (2), lo que es de mucha ayuda al momento de realizar la interpretación de resultados para emitir un diagnóstico y realizar el seguimiento de la patología del segmento anterior del globo ocular. El equipo con el que se realiza la OCT fue presentado en 1991, pero se lo presentó a la comunidad médica 10 años después de ser sometido a varias pruebas para demostrar su correcto funcionamiento siendo utilizado para diagnosticar patologías de la retina, macula y nervio óptico y luego de tres años al ser modificado en algunos aspectos se lo utiliza para evaluar el segmento anterior ocular y diagnosticar la película lagrimal, córnea, cámara anterior y ángulo camerular (3).

2. Metodología

Realizamos una revisión bibliográfica narrativa efectuando una amplia búsqueda de artículos originales y revisiones bibliográficas en idioma español e inglés, en las bases de datos Pubmed, Lilacs, Scielo y Latindex. Se enfocó en artículos sobre la tomografía de coherencia óptica, su funcionamiento, aplicaciones con relación a imágenes ópticas de segmento anterior del ojo y diagnósticos de enfermedades oculares empleando la tomografía ocular computarizada. Se analizaron, sintetizaron y evaluaron los datos referentes al tema.

3. Resultados y discusión

3.1 Beneficios de la OCT

La OCT es una herramienta de diagnóstico no invasivo que permite al oftalmólogo confirmar o descartar enfermedades para realizar un seguimiento de posibles consecuencias en personas que padecen diversas dolencias oftalmológicas (4,5,6). La introducción de este equipo a los diversos centros oftalmológicos del país ha sido poco a poco debido a la incredulidad de los resultados, pero al ir corrigiendo los errores de funcionamiento de sus inicios hoy por hoy posibilita los centros obtener datos objetivos de todos sus pacientes e ir verificando si

los tratamientos están funcionando o no, para así minimizar los efectos negativos de las patologías en sus pacientes (7).

A lo largo de los años, un examen de rutina ha permitido que los pacientes tengan resultados en menor tiempo, a pesar de no requerir dilatación pupilar no en todos los casos su preparación es la misma, el proceso puede tratar entre 20 y 40 minutos por lo que el paciente debe ir acompañado de una persona adulta (8). La OCT del segmento anterior es muy utilizada en el control de pacientes intervenidos con una cirugía refractiva en cornea o su trasplante, intervenidos por glaucoma, por catarata ya que este procedimiento ha permitido a los especialistas tener un resultado preciso de las incisiones y relaciones de los procedimientos quirúrgicos realizados (8,9,10).

Adicional este proceso es útil para realizar el análisis o evaluación de tumores y quistes del segmento anterior, ayuda en la prevención de infecciones o degeneraciones del segmento anterior, a cuantificar el valor del ángulo iridocorneal y la profundidad de cámara anterior, establecer el posicionamiento y alineamiento de lentes intraoculares para mejorar la visión del paciente, en este contexto se pueden mencionar algunas ventajas:

- Ayuda a obtener un informe detallado de una parte concreta del ojo que no se puede tener mediante otros estudios. • No requiere de ninguna preparación previa del paciente.
- Su proceso de evaluación y obtención de resultados es rápido.
- No se ha tenido información de efectos secundarios.
- Dentro del proceso de evaluación es capaz de determinar cambios pequeños en la retina que es valioso con para que el oftalmólogo pueda emitir un correcto diagnóstico (8).

3.2 Funcionamiento del equipo para realizar la OCT

El funcionamiento de la tomografía se basa en un intervalo de tiempo mismo que es el de danza en reflejarse la luz entre los diferentes tejidos oculares ya que se pueda obtener imágenes de alta calidad, rápidos y ante todos sin

Equipo	Compañía	Resolución axial (μm)	A - scan
Visante OCT	Carl Zeiss	18	2000
Stratus OCT	Carl Zeiss	10	400
Cirrus OCT	Carl Zeiss	5	27000
I-Vue	Optovue	25	26000
Avanti Rtvue	Optovue	5	70000
3D OCT 2000	Topcon	6	50000
Slit lamp OCT	Heidelberg	25	200

Tabla 1. Tipos de OCT que existen en la actualidad. Fuente: Leung, 2011 (13)

dañar los tejidos oculares al no tener contacto directo con los mismos (10); existen varios tipos de imágenes que se obtienen dependiendo del equipo que se utilice entre los cuales se puede mencionar que van desde los 18 μm del Visante, hasta los 2000 scans por segundo (11), lo cual ha permitido que este tipo de exámenes sean utilizados en diversos campos, pero en determinados casos se ha utilizado para estudios de casos especiales en los que ha demostrado que los resultados son de mayor ayuda para mejorar la visión del paciente.

Por ello se puede decir que a través de la OCT se realiza una "biopsia de la retina sin tener que realizar una intervención quirúrgica" ya que el corte que se realiza para obtener la información es mediante un láser penetrando en los tejidos observados para generar reflejos internos que son captados y procesados, determi-

con estos equipos son específicos como se lo muestra en la Tabla 2; para el segmento anterior y segmento posterior y para cada uno de ellos hay equipos especializados que realizan estos exámenes para obtener los mejores resultados que se espera tener para realizar un buen diagnóstico y un excelente tratamiento. Un ejemplo de los tomógrafos se muestra en la Ilustración 1.

Es un sistema que puede captar 26.000 A-SCAN por segundo mismos que presentan 5 micras de resolución y la calidad de los resultados que se obtienen son rápidos (15), y al ser vinculado a un computador portátil permite que lo puedan operar personas con discapacidad o que simplemente los resultados sean almacenados de manera adecuada para su futura entrega a los pacientes.

Especificaciones del I-VUE	Valores
Imagen del OCT	26,000 A-SCAN por segundo
Cuadros Por Segundo	256 a 1024 A-SCAN
Resolución Profundidad (en el tejido)	5 micras
Rango de escaneado	2 - 2.3mm segmento anterior
Longitud de onda	840 +/- 10 nm
Diámetro pupilar mínimo (escotopico)	2,5 mm
Potencia de enfoque	20 a 15 dioptrías
Distancia de trabajo	22 a 15 mm

Tabla 2. Especificaciones del I – VUE Fuente: Optovue, 2010 (15)

nando si tiene lesiones ópticas severas o leves (12). Dado la importancia de la utilización de este tipo de equipos en el avance médicos, existen varios tipos de equipos creados para brindar este servicio, por lo que algunos se mencionan en la Tabla 1.

Los exámenes que se pueden aplicar dentro de los exámenes oculares que se pueden realizar

3.3 La OCT en el segmento anterior

La OCT del segmento anterior permite obtener imágenes de alta resolución segmento anterior de forma no invasiva utilizando métodos laser ópticos que se ha convertido en una herramienta muy utilizada actualmente (4-7,16). La tomografía óptica computarizada del segmento anterior es un método de imagen estática que

sin necesidad de contacto con el globo ocular aporta información cuantitativa y cualitativa de la córnea, cámara anterior, el iris y el cristalino. Ofrece además algunas secciones del globo ocular en contraste con la gonioscopia en especial en los cuadrantes superior e inferior (17,18).



Ilustración 1. Tomógrafo IVUE OCT – OPTOVUE Fuente: Rachel, junio 2012 (14)

La OCT del segmento anterior es muy utilizado en pacientes que han sido sometidos a una cirugía refractiva, anillos intra estromales, trasplantes de córnea, cirugía filtrante de glaucoma ya que es preciso al momento de analizar las incisiones y sus relaciones con la cápsula posterior (18-21). Adicional es muy útil para realizar análisis y evaluaciones de tumores y quistes en el segmento anterior mismos que provienen de distintas afecciones corneales como distrofias, degeneraciones o infecciones (22,23); permite también establecer la paquimetría corneal y epitelial para cuantificar la profundidad de cámara anterior permitiendo evaluar el posicionamiento y alineamiento de las lentes intraoculares, evaluando así el efecto que este tiene sobre las córneas y evitando así el ojo seco (24,25).

Para concluir se puede mencionar que la OCT permite obtener un diagnóstico de calidad, que puede realizarse en cualquier momento, ya que no se requiere que el paciente sea preparado con días de anterioridad para este examen, dando un diagnóstico rápido y preciso para tratarlo de manera urgente en el caso que sea necesario, ya que con el pasar del tiempo poco a poco se ha ido convirtiendo en una herramienta imprescindible de diagnóstico temprano de enfermedades oculares (26,27).

La evolución de la tecnología en lo que se refiere a la OCT-3D para realizar el análisis del segmento posterior es algo que todos los especialistas esperan ya que estos avances ayudarán

en la exploración adecuada del polo posterior con imágenes más precisas, con una reconstrucción en 3D de las estructuras y tejidos que se estudien (28), y esperando que estos sean seguros y en poco tiempo para que reemplace el ultrasonido de exploración que es el método que actualmente se está utilizando.

3.4 Aplicaciones de la Tomografía del Segmento Anterior en Cirugía de Córnea.

En el ámbito oftalmológico la aplicación más frecuente que tiene la OCT es el de evaluar a los paciente que sean candidatos óptimos para que se realicen la cirugía refractiva, es decir ayudan a que se identifiquen correctamente pacientes con queratocono temprano que son quienes se deben realizar este tipo de cirugía (29), es importante que se interprete y analice correctamente los síntomas que el paciente tiene y a los que en verdad requieren este tipo de cirugía ya que al tener malos resultados y realizar una intervención errónea se puede complicar más la visión de un paciente sano, aquí radica el valor de la intervención de la tomografía ocular computarizada ya que esta brinda información específica de la corneal posterior (30).

Anteriormente se realizaban ecos oculares en los cuales los médicos medían manualmente los ángulos de las córneas lo que no les permitía realizar un análisis correcto de la patología que el paciente presentaba y dictaminando en algunos casos malos diagnósticos que impedían la mejora visual (31), con la utilización del tomógrafo los médicos han podido verificar y patologías que antes no lo hacían, llegando a determinar de una manera mucho más concisa quienes son candidatos adecuados para las cirugías sin tener que alterar alguna sintomatología existente en el paciente.

3.5 La OCT en el diagnóstico de enfermedades de la retina y el nervio óptico

Dentro del diagnóstico de enfermedades de la retina y nervio óptico ha sido importante la introducción de este tipo de equipos que permiten obtener resultados precisos y rápidos, ya

que al generar imágenes de 16 a 64 planos que miden 4mm emiten imágenes de excelente resolución tridimensional de la retina y del nervio óptico ayudando así a que se tenga claridad en el análisis de patologías en el ojo (32,33). La OCT es la última innovación tecnológica que se ha presentado en el ámbito ocular, que luego del perfeccionamiento de años se ha convertido en la mayoría de los casos como el requerimiento de mayor uso para realizar el estudio de la retina y el nervio óptico por la calidad de imágenes que se obtienen (34), ya que por el medio convencional no han logrado tener un diagnóstico acertado ante todos en las capas de fibras ganglionares lo que ha producido varios diagnósticos errados en los pacientes.

Dentro de las posibles causas para que la OCT sea la más utilizada para el diagnóstico de cirugía de la retina explicado por aquellos que lo han utilizado es que resulta increíble ver entre 8 y 9 capas de la retina con profundidad axial de aproximadamente 2mm que reproducen imágenes con alto valor de información de la capa de fibras nerviosas de la retina peripapilar y la morfología del disco óptico (35). Las principales patologías que se pueden detectar a través del uso de OCT son: edemas de mácula que son producidos en personas diabéticas, o por resultados post – quirúrgicos; degeneraciones maculares que son asociados a la edad de la persona que se evalúa, agujero macular que es un agujero en la retina, Coroidopatía central serosa, enfermedades hereditarias de retina, entre otros, por lo que se ha convertido en una innovación tecnológico de mayor aporte (36).

3.6 La tomografía OCT en el segmento anterior mejora el diagnóstico del glaucoma

La OCT permite obtener un mejor resultado detallado sobre el glaucoma en su etapa temprana, al considerar que este es un problema de aumento de la presión dentro del globo ocular que daña la retina y puede dejar sin visión al paciente, es beneficioso ya que los síntomas solo se manifiestan cuando ya todo es avanzado, por ello es importante la utilización de la OCT para determinar este proceso al inicio y se pueda dar el tratamiento adecuado para evitar la pérdida de la visión (37). El glaucoma no se cura, más bien con el paso del tiempo se con-

vierte en caso crónico al no llevar un tratamiento adecuado a al ser detectado de manera tardía, por ello al ser evaluado a través de a OCT que es una técnica no invasiva y rápida para el paciente, se puede evaluar el nervio óptico y la retina para determinar si sufren de adelgazamiento que es la primera etapa de esta enfermedad y por ende procurar que el daño sea mínimo (34,36,38); por otro lado la información que se puede almacenar en un computador conectado directamente al equipo tomográfico permite comparar casos de pacientes sanos y enfermos para analizar las estructuras anatómicas, valorarlas, permitiendo confirmar o desechar sospechas de enfermedad.

A través de la OCT se confirma no solo el padecimiento de esta patología además el riesgo de poderlo sufrir, ya que esta enfermedad afecta más o menos al 2% de personas mayores de 40 años y un 5% a los adultos mayores por lo que deben estar en constante chequeo, realizarse exámenes periódicos de fondo de ojo y nervio óptico (39), que mejor que sea a través de este equipo que le permitirá tener un resultado verídico y en poco tiempo, debido a que crea mapas detallados del ojo del paciente usando el centro de la fóvea y la abertura de las membranas, los escaneos deben ser orientados al monitoreo de la cabeza del nervio óptico por lo que brinda al paciente confianza en el resultado del examen. La capacidad que se tiene al utilizar la OCT es distinguir de mejor manera los procesos a nivel microscópico que le va a permitir al profesional detectar enfermedades en su nivel precoz para adaptar el tratamiento a las necesidades de cada paciente.

4. Conclusiones

Se puede manifestar que la OCT permite obtener un diagnóstico de calidad, que puede realizarse en cualquier momento, ya que no se requiere que el paciente sea preparado con días de anterioridad para este examen, dando un diagnóstico rápido y preciso para tratarlo de manera urgente en el caso que sea necesario, ya que con el pasar del tiempo poco a poco se ha ido convirtiendo en una herramienta imprescindible de diagnóstico temprano de enfermedades oculares. Es una herramienta que se la considera como vanguardista ya que permite

dictar un diagnóstico rápido y concreto del segmento anterior para establecer un tratamiento adecuado de las patologías existente. Además los equipos tomográficos son compatibles con los equipos de telecomunicaciones, computacionales que permiten realizar una base de datos para poder realizar seguimientos de los tratamientos de los pacientes. Se utiliza la OCT para el análisis de una variedad de patologías no solamente del segmento anterior sino también de otras patologías de la retina y del nervio óptico.

Agradecimiento

Queremos expresar un profundo agradecimiento a la institución de educación superior que incentiva a los estudiantes a realizar este tipo de investigaciones que permiten a los estudiantes ampliar sus conocimientos y brindar la oportunidad de llegar con esta información a más personas; a los docentes que comparten sus amplios conocimientos con nosotros y ayudan a que nuestras dudas sean disipadas colaborando así a que la investigación realizada sea válida como base para futuras investigaciones.

Conflictos de interés

Los autores de la investigación mencionan no tener ningún conflicto de interés.

Limitaciones de responsabilidad

Los autores declaramos que todos los puntos de vista expresados en el presente documento son de nuestra entera responsabilidad y no de la institución en la que laboramos.

Fuentes de apoyo

La financiación del presente documento proviene de los mismos autores.

Referencias bibliográficas

1. Edward A. Caceres, S. M.-R. (2011). Telemedicina: historia, aplicaciones y nuevas herramientas en el aprendizaje. *Universitas médicas*, 12 - 37.
2. Ruiz, M. Á. (2012). Estudio comparativo de diferentes técnicas de medida del ángulo iridocorneal. Propuesta de una nueva técnica de medida. Universidad Politécnica de Cataluña, 1 - 83.
3. Orta-Arellano, F. d. (2009). Variaciones normales en los parámetros del ángulo de la cámara anterior en mexicanos. Un estudio con tomografía de coherencia óptica en una población del occidente de México. *Revista Mexicana de oftalmología*, 255-260.
4. Lozato, P. (2009). Fase lipídica de la película lagrimal, fisiología y patología.
5. Fernández, J. (2014). Morfología y morfometría del ángulo camerular y de la malla. Madrid, España: Libro complutense de Madrid.
6. Atienza, V. (2010). El tamaño de una imagen digital. 1-9.
7. Creech, J. (2012). Anatomía e histología ocular. Facultad de medicina, universidad de Zaragoza, 1 - 37.
8. Mansouri, K. (2010). Prospective comparison of ultrasound biomicroscopy and anterior segment optical coherence. *Macmillan Publishers*, 233 239.
9. Matsumoto, Y. (2008). Alterations of the tear film and ocular surface health in chronic smokers. *Nature Publishing*, 962 - 967.
10. Orta-Arellano. (2007). Measurement of Anterior Chamber Angle with Optical Coherence Tomography. *Revista mexicana oftalmológica*, 221-227.
11. Rapuano, C. (2000). Segmento Anterior Del ojo Humano. Madrid, España.
12. Sakata, L. (2010). Comparison of visante and slit lamp anterior segment OCT imaging the anterior chamber angle. *Macmillan Publishers*, 578- 587.
13. Leung, C.-S. (2011). Anterior chamber angle imaging with optical coherence tomography.

14. Rachel, M. (junio 2012). The Optovue Ivue OCT System From Grafton Optical: The possibilities Of Hand-Held OCT Devices in Ophthalmic Practice. *Journal of Visual Communication In Medicine*, 76-81.
15. Optovue, I. (2010). *Manual Ivue*. Estados Unidos.
16. Qiu, X. (2012). The diagnostic significance of Fourier-domain optical coherence tomography in Sjögren syndrome, aqueous tear deficiency and lipid tear deficiency patients. *Acta Ophthalmologica*, 359- 366.
17. Kara, N. (2013). Assessment of the Anterior Chamber Angle in Patients with Nanophthalmos: An Anterior Segment. *Current Eye Research*, 563 - 568.
18. Kanski, J. (2008). *Oftalmología clínica*. Madrid España: Elsevier.
19. Coruña, 1-12. A. (2008). Tomografía de coherencia óptica de segmento anterior en patología corneal y conjuntival. *Complejo Hospitalario Universitario A*
20. Carratalá, S. (2011). Gonioscopia: examen diagnóstico. *Gaceta Optometría*, 1 - 10.
21. Gianconi, J. (2010). *Pearls of glaucoma management*. Berlin: Springer.
22. Vakoc BJ, Fukumura D, Jain RK, Bouma BE. Cancer imaging by optical coherence tomography: preclinical progress and clinical potential. *Nature reviews Cancer*. 2012;12(5):363-368. doi: 10.1038/nrc3235.
23. Wang J, Xu Y, Boppart SA. Review of optical coherence tomography in oncology. *J Biomed Opt*. 2017 Dec;22(12):1-23. doi: 10.1117/1.JBO.22.12.121711.
24. Albertazzi, R. (2011). Comparación de la medición del espesor corneal mediante OCT, Paquimetría y Lenstar. 1-9.
25. Lytvynchuk LM, Glittenberg CG, Falkner-Radler CI, Neumaier-Ammerer B, Smretschnig E, Hagen S, et al. Evaluation of intraocular lens position during phacoemulsification using intraoperative spectral-domain optical coherence tomography. *J Cataract Refract Surg*. 2016 May;42(5):694-702. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.01.044.
26. Marschall S, Sander B, Mogensen M, Jørgensen TM, Andersen PE. Optical coherence tomography-current technology and applications in clinical and biomedical research. *Anal Bioanal Chem*. 2011 Jul; 400(9):2699-720. doi: 10.1007/s00216-011-5008-1. Epub 2011 May 6.
27. Al-Mujaini A, Wali UK, Azeem S. Optical coherence tomography: clinical applications in medical practice. *Oman Med J*. 2013 Mar; 28(2):86-91. doi: 10.5001/omj.2013.24.
28. Wojtkowski M, Srinivasan V, Fujimoto JG, Ko T, Schuman JS, Kowalczyk A, Duker JS. Three-dimensional retinal imaging with high-speed ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2005 Oct;112(10):1734-46.
29. Qin B, Chen S, Brass R, Li Y, Tang M, Zhang X, Wang X, Wang Q, Huang D. Keratoconus diagnosis with optical coherence tomography-based pachymetric scoring system. *J Cataract Refract Surg*. 2013 Dec; 39(12):1864-71.
30. Werkmeister RM, Sapeta S, Schmidl D, et al. Ultrahigh-resolution OCT imaging of the human cornea. *Biomedical Optics Express*. 2017;8(2):1221-1239. doi:10.1364/BOE.8.001221.
31. Garcia JP Jr, Rosen RB. Anterior segment imaging: optical coherence tomography versus ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2008 Nov-Dec;39(6):476-84.
32. Sakata LM, Deleon-Ortega J, Sakata V, Girkin CA. Optical coherence tomography of the retina and optic nerve - a review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2009 Jan;37(1):90-9. doi: 10.1111/j.1442-9071.2009.02015.x.

33. Pilat A, Sibley D, McLean RJ, Proudlock FA, Gottlob I. High-Resolution Imaging of the Optic Nerve and Retina in Optic Nerve Hypoplasia. *Ophthalmology*. 2015;122(7):1330-1339. doi:10.1016/j.ophtha.2015.03.020.
32. Jaffe GJ, Caprioli J. Optical coherence tomography to detect and manage retinal disease and glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 2004 Jan;137(1):156-69.
35. Carrasco-Zevallos OM, Keller B, Viehland C, et al. Optical Coherence Tomography for Retinal Surgery: Perioperative Analysis to Real-Time Four-Dimensional Image-Guided Surgery. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2016;57(9):OCT37-OCT50. doi:10.1167/iovs.16-19277.
36. Figurska M, Robaszkiewicz J, Wierzbowska J. Optical coherence tomography in imaging of macular diseases. *Klin Oczna*. 2010;112(4-6):138-46.
37. Bussell II, Wollstein G, Schuman JS. OCT for glaucoma diagnosis, screening and detection of glaucoma progression. *The British Journal of Ophthalmology*. 2014;98(Suppl 2):ii15-ii19. doi:10.1136/bjophthalmol-2013-304326.
38. Sung KR, Wollstein G, Kim NR, Na JH, Nevins JE, Kim CY, Schuman JS. Macular assessment using optical coherence tomography for glaucoma diagnosis. *Br J Ophthalmol*. 2012 Dec;96(12):1452-5. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301845. Epub 2012 Sep 27.
39. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014 Nov;121(11):2081-90. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013. Epub 2014 Jun 26.