

LIBRO PARA LA FORMACIÓN DE LOS RESIDENTES EN OFTALMOLOGÍA

## RETINA

### 1. Pruebas diagnósticas. Imagen multimodal

#### 1.10

## Tomografía de coherencia óptica en cirugía

Félix Armadá Maresca, María del Pino Ciudad Betegón

Hospital Universitario la Paz. Madrid.



SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE OFTALMOLOGÍA

## RESUMEN

Los sistemas de iOCT ofrecen amplias y novedosas posibilidades en las intervenciones quirúrgicas al utilizarlos de forma integrada con los nuevos sistemas de microscopios 3D. Sin embargo, aún presentan algunas carencias y campos de mejora.

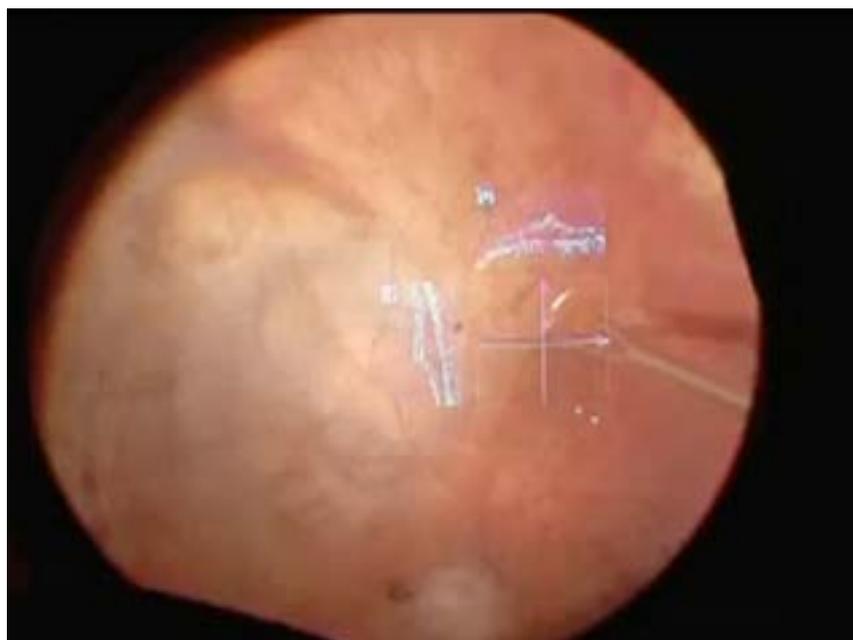
La cirugía intraocular evolucionó de forma definitiva por el uso del microscopio quirúrgico y las modernas técnicas de vitrectomía. Sin embargo, la imagen generada, aunque de una gran calidad, solo nos permite tener información de la superficie de la retina, estando ciegos para conocer lo que pasa en la profundidad de la misma.

La evolución en los últimos años de la tomografía de coherencia óptica (OCT), ha permitido evolucionar esta técnica, hasta el punto de poder disponer de ella en los microscopios quirúrgicos.

Como evolución de los primeros dispositivos de OCT, que utilizaban la sujeción manual, no integrada en el microscopio y por lo tanto limitaban la cirugía, al no poder realizarse las dos actividades al mismo tiempo, surgen los microscopios con OCT integrada.

El primer iOCT comercial, que integraba un OCT dinámico en el microscopio fue el Zeiss RESCAN 700, aprobado por la FDA en 2014. El sistema quirúrgico de Haag-Streit iOCT, fue aprobado por la FDA en 2015 y el tercer sistema fue el de Leica Microsystems Bioptigen En Focus, aprobado por la FDA en 2015. Este sistema utiliza un OCT modular, previo al sistema óptico del microscopio (1).

La gran diferencia entre los sistemas de OCT no quirúrgicos y los quirúrgicos, está en que estos últimos generan un escáner continuo, que es procesado por una CPU, lo que permite una visualización dinámica de la estructura de la retina. La generación de imágenes 3D del escáner, también ha venido a ayudar en la mejora de la imagen (fig. 1).



**Figura 1:** Imagen integrada de iOCT en pantalla de 3D, la imagen se aprecia flotando encima de la zona de trabajo.

Los sistemas de iOCT, han mejorado en las últimas versiones con la aparición de los sistemas de autotracking, lo cual permite un mejor enfoque en la retina y seguimiento de la altura del OCT. En las primeras versiones de iOCT, el mantenimiento de la altura de la OCT y la permanencia en pantalla era manual, con la dificultad que esto suponía a la hora de realizar las maniobras quirúrgicas habituales y el seguimiento en el visor de la imagen de OCT. En la actualidad el seguimiento es automático y permite un mejor seguimiento de la OCT en el monitor.

Así mismo en las primeras versiones, la imagen aparecía solo en un ocular y en los márgenes superior y lateral de la imagen de microscopio en el ocular de este. En un ocular para las imágenes de polo anterior y en el otro para las de polo posterior. Esto se complementaba con la imagen en el monitor del microscopio, que al final era más de consulta que operativa en la cirugía en vivo.

La evolución ha supuesto el llevar la imagen de iOCT al campo de visión del microscopio del cirujano, lo cual facilita mucho el seguimiento de la imagen de OCT en el momento de la cirugía.

El tracking es automático y la imagen flota encima de la zona quirúrgica, esto ha catapultado el uso del iOCT en el quirófano.

Otro de los grandes cambios que hemos tenido es la aparición de la tecnología integrada en los modernos microscopios de 3D en los que el cirujano ya no mira por unos oculares, si no opera mirando a una pantalla de 3D. Es posible la integración de la imagen de iOCT de un RESCAN 700 con una pantalla de 3D accesoria, pero el paralelaje y la calidad de imagen, no son tan buenas como podrían ser con un sistema integrado. La imagen flota de forma dinámica en la pantalla de 3D y permite un seguimiento por todo el personal de quirófano del proceso quirúrgico. Devuelve la visualización completa de la cirugía al ayudante, la cual se había perdido con el sistema unido a microscopio, que solo integra la imagen en el ocular del cirujano principal.

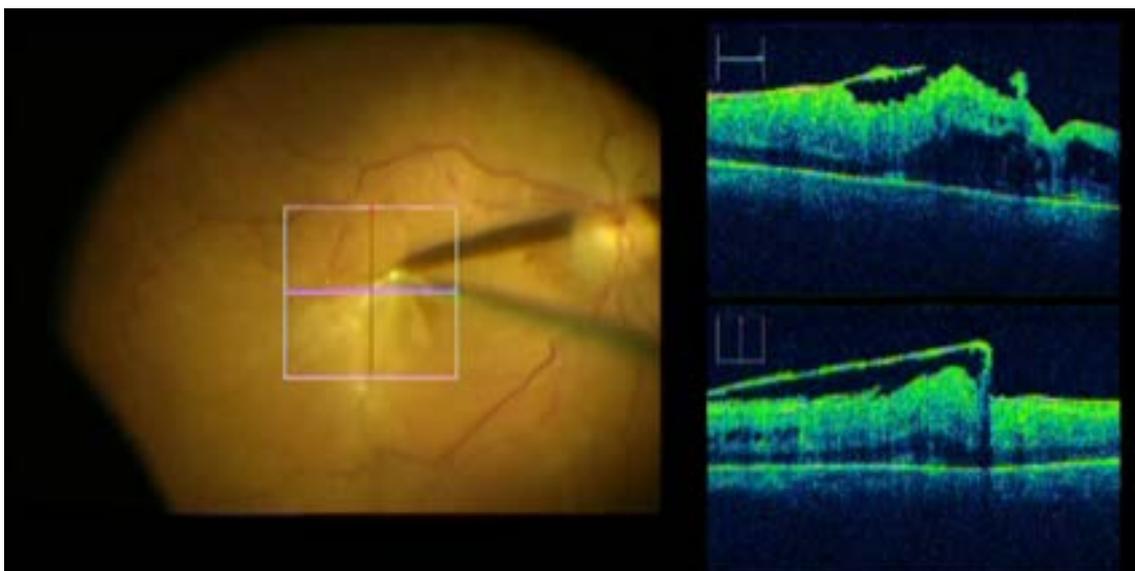
La evolución actual definitiva, viene de la mano de Zeiss Artevo, el sistema integrado de microscopio 3D e iOCT, cuya calidad de imagen en OCT es óptima en pantalla para visualización tanto del cirujano como del ayudante.

La utilización del sistema OCT quirúrgico en clínica, comenzó con los trabajos de Palanker et al en 2010 (2), que dio paso a la integración del OCT, para el guiado informático de la energía necesaria para fragmentar el cristalino con el Femtofac, de una forma segura. Esta tecnología fue asumida por todos los fabricantes de este tipo de dispositivos y supuso un incremento muy importante en la aplicación de forma segura de la energía de fragmentación del cristalino.

El primero en publicar las posibles ventajas del uso de iOCT en la retina, fue Dayani et al, en 2009. Demostró como el uso del OCT intraoperatorio, ayudaba a asegurar la eliminación de las membranas epirretinianas (3). Toda la cirugía macular se beneficia del uso de esta tecnología. Las Membranas Epirretinianas, disminuyen la necesidad de uso de colorantes biológicos para su extracción y aumentan la seguridad en la zona tratada. En aquellas membranas de componente elástico, mejora el seguimiento del comportamiento de la fovea, permitiendo un muy buen control de posibles aperturas o roturas

## 1.10. Tomografía de coherencia óptica en cirugía

Félix Armadá Maresca, María del Pino Ciudad Betegón



**Figura 2:** Nótese la tracción que hace la pinza sobre la fóvea, al remover la membrana epirretiniana, observada con el iOCT.

foveolares (fig. 2). Los agujeros maculares, permiten un control de estos en el momento de la extracción de la limitante interna o de maniobras como la realización de flap invertido o introducción de parches de limitante interna internamente al agujero.

La utilización de concentrados de plaquetas también es monitorizado de una forma mucho más controlado con el uso del iOCT. La foseta colobomatosa, es otra de las patologías que se favorecen del uso del iOCT, tanto en la introducción de parches de limitante interna en la foseta, como de otras posibles técnicas como los parches de esclera.

El estudio DISCOVER, ha sido el primero en demostrar como la utilización de iOCT, puede cambiar la decisión quirúrgica por la imagen generada hasta en un 19% de los casos (4).

La aplicación de esta tecnología ha sido también muy útil para la colocación de prótesis de retina tipo Argus II. También ha sido utilizado para el guiado de la biopsia punción en los melanomas de coroides, para conocer la zona de extracción de tejido.

La extracción de burbujas de perfluoro submacular, también es una técnica donde la utilización de un iOCT, supone una gran ayuda.

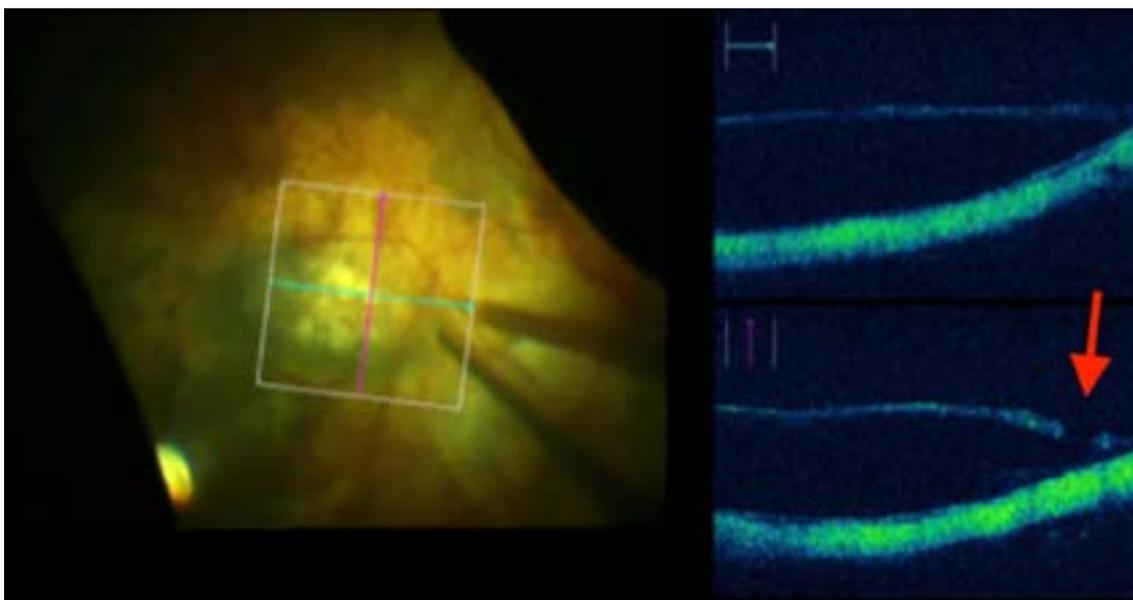
En la cirugía de la retinopatía diabética proliferante, supone una gran ayuda a la hora de observar como se van separando las membranas proliferativas del tejido retiniano y estar seguro de que no se ha producido una rotura en la retina, en la zona de unión. En los desprendimientos de retina, es muy útil para saber que el área macular se encuentra libre de fluido subretiniano a la hora de realizar los intercambios líquido aire (5).

En pacientes miopes, la iOCT ha demostrado ser valiosa para localizar roturas maculares inadvertidas que originaban recidiva en el desprendimiento de retina (fig. 3).

En la cirugía de la terapia génica, supone un punto de apoyo muy importante para tener el mejor control posible en el posicionamiento de la punta de la cánula en el espacio subretiniano, sin originar daño al epitelio pigmentado.

## 1.10. Tomografía de coherencia óptica en cirugía

Félix Armadá Maresca, María del Pino Ciudad Betegón



**Figura 3:** Localización de una rotura retiniana en un miope magno que originaba desprendimientos maculares recidivantes.

Respecto a la cirugía corneal, ha demostrado ser muy útil en procedimientos como en la monitorización de la separación de la membrana de Descemet en el DALK, Queratoplastia lamelar anterior profunda y la confirmación del posicionamiento del injerto (4,6,7). Del mismo modo se ha utilizado también para la realización de técnicas como la Queratoplastia endotelial de la membrana de Descemet (DMEK) o en el DSAEK. Tan bien en la colocación de anillos corneales ha demostrado una gran utilidad, para monitorizar la profundidad de su colocación.

El estudio PIONEER, demostró las posibilidades de la OCT intraoperatoria portable no integrada (8).

Respecto a las líneas de mejora, tendríamos que destacar una señal de oct más definida, un sistema de autotracking más eficaz y un sistema de búsqueda del tejido más sencillo.

Quizás la evolución del material metálico que en la actualidad se utiliza en este tipo de cirugía sea el punto más importante para poder trabajar con más eficacia. En la actualidad, el material es metálico y origina una sombra sobre la imagen de la OCT, que dificulta el seguimiento y la precisión a la hora de trabajar sobre la mácula.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Oscar M. Carrasco-Zevallos, Christian Viehland, Brenton Keller, Mark Draelos, Anthony N. Kuo. Review of intraoperative optical coherence tomography: technology and applications. *Biomedical Optics Express* Vol. 8, n.º.3, 2017.
2. D.V. Palanker, M.S. Blumenkranz, D. Anderson, M. Wiltberger, G. Marcellino, P. Gooding, D. Angeley et al «Femtosecond laser-assisted cataract surgery with integrated optical coherence tomography» *Sci. Transl. Med.* 2(58), 58ra85, 2010.
3. P.N. Dayani, R. Maldonado, S. Farsiu, C.A. Toth. «Intraoperative use of Handheld Spectral Domain Optical Coherence Tomography Imaging in Macular Surgery» *Retina* 29(10), 1457-1468. 2009.

## 1.10. Tomografía de coherencia óptica en cirugía

Félix Armadá Maresca, María del Pino Ciudad Betegón

4. P. Ehlers, J. Goshe, W.J. Dupps, P.K. Kaiser, R. P. Singh, R. Gans, et al. Determination of Feability and Utility of Microscope-Integrated Optical Coherence Tomography During Ophthalmic Surgery: The Discover Study RESCAN Results. *JAMA Ophthalmol.* 133(10), 1124-1132. 2015.
5. L.A. Branchini, K. Gurley, J.S. Duker, and E. Reichel. Use of Handheld Intraoperative Sepectral – Domain Optical Coherence Tomography in a Variety of Vitreoretinal Desease. *Ophthalmic Surg. Lasers Imaging Retina* 47(1), 49-54, 2016.
6. V. Scorgia, M. Busin, A. Lucisano, J. Beltz, A. Carta, G. Scorgia. Anterior segment Optical Coherence Tomography- guided big-bubble technique. *Ophthalmology* 120(3), 471-476, 2013.
7. J. Au, J. Goshe, W.J. Dupps, Jr, S.K. Srivastava, J.P. Ehlers. Intraoperative Optical Coherence Tomography for Enhanced Depth Visualization in Deep Anterior Lamellar Keratoplasty From the PIONEER Study. *Cornea* 34(9). 1039-1043, 2015.
8. Ehlers JP, Dupps WJ, Kaiser PK, Goshe J, Singh RP, Petkovsek D et al. The prospective intraoperative and Perioperative Ophthalmic ImagiNg with Optical CohereEncE TomogRaphy (PIONEER) study: 2-year results. *Am J Ophthalmol* 2014;158(5):999-1007.

## PREGUNTA TIPO TEST

(pulse en la flecha para comprobar las respuestas)

### 1. En cuanto a la diferencia entre los sistemas de OCT no quirúrgicos y los quirúrgicos:

- a) No existen diferencias entre ellos.
- b) Ninguno de los dos genera imágenes 3D.
- c) Los OCT quirúrgicos, generan un escáner continuo de la retina, de forma dinámica durante la cirugía a diferencia de los no quirúrgicos que son imágenes estáticas.
- d) Los OCT quirúrgicos solo permiten imágenes estáticas, por lo que hay que parar la cirugía para realizar la captura.
- e) La calidad de captura dinámica es igual a la estática del OCT no quirúrgico.

### 2. En cuanto a los sistemas de enfoque y seguimiento de la retina por parte de las iOCT.

- a) Las últimas versiones de iOCT introducen el autotracking, permitiendo un seguimiento más fácil de enfoque y centrado de la imagen de la iOCT.
- b) El sistema de centrado de la imagen es manual, como en la OCT no quirúrgica.
- c) El seguimiento de la imagen solo es posible verlo en una captura estática y en la pantalla del microscopio.
- d) La imagen con autotracking solo es posible verla en la pantalla del micro y no en los oculares o la pantalla de 3D.
- e) El autotracking reduce mucho la calidad de la imagen por lo que no es útil para visualizar el estado de la mácula.

**3. En cuanto a la integración de la tecnología 3D y la iOCT.**

- a) La tecnología 3D y la iOCT son incompatibles, no es posible integrar la imagen en la pantalla de 3D, solo es posible verlo en la pantalla del microscopio.
- b) La imagen de iOCT, se ve en un lateral de la pantalla por lo que no flota en la zona de captura.
- c) La calidad de imagen de iOCT de un sistema integrado como ARTEVO es igual que en un sistema de iOCT acoplada a una pantalla de 3D no integrado.
- d) La integración de las dos tecnologías iOCT y 3D es perfectamente posible, siendo máxima su calidad cuando los sistemas son integrados, ya que los no integrados existe una disparidad de paralelaje y calidad de imagen respecto a la que se puede apreciar en la pantalla del microscopio.
- e) La imagen de iOCT flota en la pantalla encima de la zona de trabajo, anulando la visión directa de la retina en la pantalla de 3D, por lo que no es posible utilizarla.

**4. En referencia a las posibles indicaciones de la iOCT en cirugía de retina.**

- a) Solo es aplicable a la cirugía submacular como la terapia génica.
- b) No hay ningún estudio que demuestre que la iOCT pueda cambiar la decisión quirúrgica.
- c) Es aplicable a toda la cirugía macular y a muchas indicaciones quirúrgicas de retina como la retinopatía diabética traccional, foseta colobomatosa y otras muchas técnicas quirúrgicas de retina.
- d) En la cirugía macular del alto miope, no es aplicable al no ser buena la imagen ni tener capacidad de enfoque en ojos largos.
- e) La iOCT no es utilizable a través de aire o silicona, la imagen es ciega.

**5. En referencia a la utilización del iOCT en patología de polo anterior.**

- a) No es posible la utilización del iOCT en patología de polo anterior.
- b) Los primeros trabajos con iOCT los realizó Palanker en 2010 dando paso a la integración de la OCT para el desarrollo del FEMTOFACO. El uso de la iOCT se ha demostrado de una gran utilidad para múltiples patologías corneales y de polo anterior.
- c) La utilización de pinzas metálicas para la inserción de anillos anula la imagen de la iOCT de forma completa por lo que no se puede utilizar en esta patología.
- d) DMEK, DALK o DSAEK son técnicas quirúrgicas de patología corneal donde no es posible el uso de iOCT.
- e) No es posible utilizar el iOCT para visualizar conjuntiva ni esclera.