

## La tomografía de coherencia óptica ya está preparada: afinen el instrumento

Francesco Prati<sup>a,b</sup> y Maria Teresa Mallus<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Cardiología Intervencionista. Hospital San Giovanni. Roma. Italia.

<sup>b</sup>Fundación Centro per la Lotta contro L'Infarto. Roma. Italia.

Hay consenso general en que la tomografía de coherencia óptica (OCT) es una técnica realmente innovadora que permitirá mejorar nuestro conocimiento de las causas del fallo de los *stents* y aportará nuevas perspectivas sobre la fisiopatología de los síndromes coronarios agudos<sup>1,2</sup>.

La incapacidad de la luz infrarroja para atravesar los hematíes planteó problemas técnicos en la búsqueda de una modalidad óptima de adquisición de imagen con la anterior OCT dominio tiempo (OCT-TD). Se utilizaron dos métodos para desplazar la sangre: el primero requería la oclusión de la arteria estudiada mediante una dilatación moderada con balón, y el segundo se basaba en la inyección intracoronaria de un contraste isoosmolar<sup>3,4</sup>. Sin embargo, hay pocos estudios de validación sobre la reproducibilidad del análisis cualitativo y cuantitativo obtenido con la OCT-TD, ya que esta innovadora técnica de diagnóstico por imagen, que algunos pioneros pusieron en conocimiento de los cardiólogos intervencionistas, iba a ser sustituida por la segunda generación de OCT dominio frecuencia (OCT-FD)<sup>5</sup>. Esta nueva técnica es un verdadero avance en la OCT, puesto que proporciona un mayor número de líneas por corte transversal y, por consiguiente, una mejor resolución. Además, el proceso de adquisición ha mejorado notablemente. Que el catéter avance sobre una guía regular, exactamente igual que las sondas de ecografía intravascular, simplifica la adquisición y hace que las imágenes sean más estables que antes. La sorprendente velocidad de retirada, que puede alcanzar los 25 mm/s en el sistema LightLab, permite la adquisición de imágenes de segmentos coronarios largos en pocos segundos: por ejemplo, a una velocidad de 20 mm/s, puede visualizarse un segmento de una longitud de 50 mm en menos de 3 s con 100 fotogramas/s.

VÉASE ARTÍCULO EN PÁGS. 893-903

Correspondencia: Dr. F. Prati.  
Via Appia Nuova, 52. 00183 Roma. Italia.  
Correo electrónico: fprati@hsangiovanni.roma.it

Full English text available from: [www.revespcardiol.org](http://www.revespcardiol.org)

Sin embargo, estas notables características pueden plantear algunos problemas. Una cuestión evidente es la de si a esta espectacular velocidad pueden obtenerse o no los detalles morfológicos con una alta reproducibilidad.

El artículo de Gonzalo et al<sup>6</sup> publicado en este número de REVISTA ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA es el primer intento de verificar la reproducibilidad de la OCT para la detección de las placas de aterosclerosis y los segmentos en los que se han implantado *stents*.

Los autores estudiaron a 45 pacientes (45 segmentos coronarios) con el empleo de OCT-FD, utilizando diferentes velocidades de adquisición, la más frecuente de las cuales fue la retirada a 20 mm/s (el 65% de los casos). Se obtuvo una alta reproducibilidad en la visualización de las características del *stent* (disecciones del borde e intra-*stent*, prolapso tisular y mala aposición) y de la composición de la placa. Además, la OCT-FD permitió visualizar segmentos coronarios largos (media, 54,4 mm) en unos 3 s y requirió un volumen de irrigación inferior al de la OCT-TD.

Debe felicitarse a los autores por haber presentado por primera vez datos sobre la reproducibilidad de los resultados de la OCT. Obviamente, queda mucho por hacer en este campo, y este artículo abre algunos interrogantes respecto a cuestiones candentes. La primera cuestión es determinar la velocidad de adquisición que debe aplicarse: una velocidad moderada (20 mm/s) parece un compromiso razonable entre la calidad de imagen y la necesidad de adquirir imagen en segmentos largos con poco contraste, pero puede reducir la reproducibilidad de los resultados de la OCT. Sería interesante comparar la variabilidad de las interpretaciones de la OCT con retiradas efectuadas a diferentes velocidades.

La reproducibilidad mostrada por la OCT-FD en la identificación de la composición de las placas coronarias obviamente es una buena noticia. La morfología de la lesión aterosclerótica puede afectar a las intervenciones coronarias; un estudio exacto de los componentes de la placa es requisito para identificar las lesiones propensas a los episodios coronarios, es decir, las denominadas lesiones vulnerables.

Sorprendentemente, Gonzalo et al<sup>6</sup> describen un nivel elevado de discrepancia en cuanto a las placas fibrosas y ricas en lípidos, mientras que en estudios anteriores se observó un cierto grado de clasificación errónea de las acumulaciones de lípidos y los depósitos de calcio<sup>7</sup>. Es importante tener presente esta cuestión. Por un lado, el aspecto que tienen en la OCT los componentes lipídicos y calcificados no es muy diferente, y las acumulaciones de lípidos en el núcleo necrótico no están tan bien delimitadas como las calcificaciones y presentan regiones con poca señal de límites difusos (acumulaciones de lípidos) sobre las cuales hay bandas con señales abundantes, que corresponden a cubiertas fibrosas. Por otro lado, la distinción entre los componentes de la placa que tienen sólo una de las dos características (calcio frente a acumulación lipídica) con frecuencia es artificial, puesto que la placa puede mostrar ambas características. Serán necesarios programas informáticos de posprocesado que permitan abordar regiones de interés específicas de la placa, detallen la composición inherente a ellas y aporten mediciones de elementos específicos para alcanzar este objetivo. Estos programas informáticos dedicados deberán desarrollarse para identificar la presencia y la localización de los núcleos lipídicos necróticos y detectar la inflamación local mediante la identificación y cuantificación de las células inflamatorias como los macrófagos.

La OCT es la técnica de diagnóstico por imagen más prometedora para estudiar la vulnerabilidad de la placa, una cuestión candente en la búsqueda de los datos morfológicos que indiquen la propensión de las lesiones coronarias a la inestabilidad y la aparición de síndromes coronarios agudos. Un segundo proyecto ambicioso es el de que la OCT pueda llegar a ser un instrumento útil en la investigación, mediante estudios seriados, de la variación que se produce en la aterosclerosis en respuesta a tratamientos específicos. Para ello serán necesarios nuevos trabajos, y cabe prever que en el futuro próximo aparezcan otros artículos que aporten nuevos datos cuantitativos sobre la reproducibilidad de los resultados de la OCT en la evaluación y la cuantificación de los componentes de la placa. Sin embargo, la velocidad de adquisición máxima de 25 mm/s, que puede alcanzarse con la tecnología de LightLab, aporta notables ventajas durante la retirada, pero puede plantear algunos problemas en cuanto a la exactitud de las imágenes obtenidas en estudios seriados. A esta velocidad, no es posible aplicar métodos de marcación en el posprocesado, por ejemplo para seleccionar fotogramas diastólicos tardíos. Además, a diferencia de la ecografía intravascular, la adquisición es tan rápida que un determinado segmento (para una longitud > 10 mm) se obtendrá solamente en una de las dos fases del

ciclo. Esto podría ser motivo de preocupación si consideramos que las áreas lumbales muestran variaciones notables entre la sístole y la diástole.

Por lo que respecta al campo de la intervención coronaria, lo ocurrido con la introducción de los *stents* ilustra claramente el concepto de que la posibilidad de abordar la arquitectura vascular desde el interior con el empleo de sondas intracoronarias aporta una enorme cantidad de conocimiento para poder mejorar las técnicas de intervención. La introducción de los *stents* en la práctica clínica comportó inicialmente una incidencia inaceptablemente elevada de trombosis subaguda, pero el uso de la ecografía intravascular abrió el camino a la determinación de las razones del fallo de los *stents*. La ecografía intravascular aclaró que, tras un resultado angiográfico óptimo, muchos de los *stents* de primera generación continuaban teniendo una expansión notablemente insuficiente, con una luz excéntrica e irregular y una aposición incompleta de los *struts* del *stent* en la pared vascular<sup>8</sup>. Estas observaciones llevaron a una nueva estrategia para el despliegue del *stent* basada en la dilatación de un balón de alta presión en su interior, y llevada a cabo con control angiográfico<sup>9</sup>. En otras palabras, la ecografía intravascular nos enseñó cómo debía implantarse el *stent*. Más recientemente, la ecografía intravascular ha mostrado que la presencia de una carga de placa elevada tendía a aumentar la cantidad de neointima en el seguimiento<sup>10</sup> y, por lo tanto, el riesgo de reestenosis. La cardiología intervencionista está en continua evolución; hace unos 10 años recibimos con gran interés la introducción de los *stents* liberadores de fármacos, un concepto innovador en el que el *stent* deja de ser simplemente un andamiaje para pasar a ser una estructura que libera fármacos. Sin embargo, aún hoy el desarrollo de *stents* capaces de reducir la reestenosis en los escenarios clínicos y anatómicos más difíciles continúa siendo un verdadero reto para las compañías que fabrican dispositivos y una esperanza para los cardiólogos intervencionistas<sup>11</sup>. Además, y aún más importante, hay una necesidad de *stents* liberadores de fármacos que no tengan riesgo de trombosis tardía<sup>1,12</sup>.

Por primera vez disponemos de una modalidad de diagnóstico por imagen que, dada su espectacular resolución, permite al mismo tiempo visualizar y cuantificar elementos minúsculos que pueden estar relacionados con el fallo del *stent*: prolapso de la placa, disección del borde e intra-*stent* y mala aposición<sup>13-16</sup>.

El hecho de que todas estas características puedan visualizarse con una baja variabilidad en un observador y entre observadores es una muy buena noticia. La repercusión clínica de estas observaciones no se conoce todavía, pero es razonable

pensar que serán detalles morfológicos que puedan influir en los procedimientos intervencionistas.

La OCT se encuentra actualmente en escena y todo parece indicar que será su protagonista. Ahora es preciso afinar el instrumento; la modalidad más atractiva de diagnóstico coronario por la imagen también debe convertirse en una modalidad fiable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Prati F, Regar E, Mintz GS, Arbustini E, Di Mario C, Jang IK, et al; for the Expert's OCT Review Document. Expert review document on methodology and clinical applications of OCT. Physical principles, methodology of image acquisition and clinical application for assessment of coronary arteries and atherosclerosis. *Eur Heart J*. 2010;31:401-15.
- Kubo T, Imanishi T, Takarada S, Kuroi A, Ueno S, Yamano T, et al. Assessment of culprit lesion morphology in acute myocardial infarction: ability of optical coherence tomography compared with intravascular ultrasound and coronary angiography. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:933-9.
- Prati F, Cera M, Ramazzotti V, Imola F, Giudice R, Albertucci M. Safety and feasibility of a new non-occlusive technique for facilitated intracoronary optical coherence tomography (OCT) acquisition in various clinical and anatomical scenarios. *EuroIntervention*. 2007;3:365-70.
- Prati F, Cera M, Ramazzotti V, Imola F, Giudice R, Giudice M, et al. From bench to bed side: A novel technique to acquire OCT images. *Circ J*. 2008;72:839-43.
- Takarada S, Imanishi T, Liu Y, Ikejima H, Tsujioka H, Kuroi A, et al. Advantage of next-generation frequency-domain optical coherence tomography compared with conventional time-domain system in the assessment of coronary lesion. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;75:202-6.
- Gonzalo N, Tearney GJ, Serruys PW, Van Soest G, Okamura T, García-García HM, et al. Tomografía de coherencia óptica de segunda generación en la práctica clínica. La adquisición de datos de alta velocidad muestra una reproducibilidad excelente en pacientes tratados con intervenciones coronarias percutáneas. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:893-903.
- Manfrini O, Mont E, Leone O, Arbustini E, Eusebi V, Virmani R, et al. Sources of error and interpretation of plaque morphology by Optical Coherence Tomography. *Am J Cardiol*. 2006;98:156-9.
- Colombo A, Hall P, Nakamura S, Almagor Y, Maiello L, Martini G, et al. Intracoronary stenting without anticoagulation accomplished with intravascular ultrasound guidance. *Circulation*. 1995;91:1676-88.
- Nakamura S, Hall P, Gaglione A, Tiecco F, Di Maggio M, Maiello L, et al. High pressure assisted coronary stent implantation accomplished without intravascular ultrasound guidance and subsequent anticoagulation. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29:21-7.
- Prati F, Di Mario C, Moussa I, Reimers B, Mallus MT, Parma A, et al. In-stent neointimal proliferation correlates with the amount of residual plaque burden outside the stent: an intravascular ultrasound study. *Circulation*. 1999;99:1011-4.
- Wijns W. Late stent thrombosis after drug eluting stent: seeing is understanding. *Circulation*. 2009;129:364-5.
- Tanigawa J, Barlis P, Di Mario C. Intravascular optical coherence tomography: optimisation of image acquisition and quantitative assessment of stent strut apposition. *EuroIntervention*. 2007;3:128-36.
- Otake H, Shite J, Ako J, Shinke T, Tanino Y, Ogasawara D, et al. Local determinants of thrombus formation following sirolimus-eluting stent implantation assessed by Optical Coherence Tomography. *JACC Cardiovasc Interv*. 2009;2:459-66.
- Ozaki Y, Okumura M, Ismail TF, Naruse H, Hattori K, Kan S, et al. The fate of incomplete stent apposition with drug-eluting stents: an optical coherence tomography-based natural history study. *Eur Heart J*. 2010;31:1470-6.
- Gonzalo N, Barlis P, Serruys PW, García-García HM, Onuma Y, Ligthart J, et al. Incomplete stent apposition and delayed tissue coverage are more frequent in drug-eluting stents implanted during primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction than in drug-eluting stents implanted for stable/unstable angina: insights from optical coherence tomography. *JACC Cardiovasc Interv*. 2009;2:445-52.
- Capodanno D, Prati F, Pawlowsky T, Cera M, La Manna A, Albertucci M, et al. Comparison of optical coherence tomography and intravascular ultrasound for the assessment of in-stent tissue coverage after stent implantation. *EuroIntervention*. 2009;5:538-43.