

# Consenso de ultrasonido intravascular (IVUS)

## Intravascular ultrasound consensus

**Autores:** Guillermo Migliaro, Juan Manuel Telayna, Leandro Lasave, Alejandro Cherro, Carlos Fernández Pereira, José Álvarez, Ernesto Torresani, Auturo Fernández Murga.

**Comité de Revisión:** Jorge Leguizamón, Dionisio Chabre, Antonio Pocoví, Alejandro Diego Fernández, Daniel Berrocal, Claudio Cigalini, Aníbal Damonte, Gustavo Pessah, Alberto Sampaolesi.

### RESUMEN

El presente artículo propone una guía para la correcta utilización del ultrasonido intravascular coronario, que incluye desde la técnica de su realización hasta sus indicaciones.

**Palabras claves:** ultrasonido intracoronario, stents, angioplastia coronaria, imágenes vasculares, consensos.

### ABSTRACT

The present article proposes a guideline for the correct utilization of intracoronary ultrasound, including technical aspects and indications of use.

**Key words:** intravascular ultrasound, stents, coronary angioplasty, invasive cardiac images.

*Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2015;6(3):129-133*

## INTRODUCCIÓN

El ultrasonido intravascular coronario (IVUS) es una herramienta diagnóstica invasiva para el estudio de la patología coronaria y su tratamiento, complementaria de la angiografía coronaria (AC). La AC produce una silueta del vaso en estudio (luminograma) que no permite obtener detalles de defectos intraluminales o proveer información sobre las características de las placas o de la pared del vaso. La AC puede ser imprecisa para la evaluación cuantitativa de una lesión dado que el segmento de referencia sobre el cual se realizarán las mediciones comparativas puede tener enfermedad difusa en el 70% de los casos. La AC tampoco permite detectar el remodelamiento positivo del vaso, que es la capacidad de albergar placa (hasta un 40%) sin llegar a tener compromiso de la luz. También hay situaciones donde su interpretación puede ser dificultosa (lesiones de tronco de coronaria izquierda, bifurcaciones, lesiones excéntricas, lesiones ostiales, calcificaciones severas, artefactos de turbulencia por el contraste, etc.).

El IVUS visualiza la arteria en un corte transversal y longitudinal, que permite la evaluación tomográfica de la placa y de las diferentes capas de la pared arte-

rial, que aporta información cualitativa sobre la composición de la placa aterosclerótica, detalles cuantitativos respecto a las dimensiones de la luz y del tamaño del vaso y puede ser utilizado para la toma de decisiones antes de la intervención y como guía en la selección de estrategias terapéuticas tales como la implantación de *stents*, especialmente en angioplastias complejas como las del tronco de coronaria izquierda (TCI) y las bifurcaciones coronarias<sup>1,2</sup>.

## PRINCIPIOS BÁSICOS

Su principio básico es convertir la energía eléctrica en ondas de ultrasonido, a través de estímulos de los cristales de cerámica presentes en el transductor.

De acuerdo con la impedancia acústica del material sobre el que inciden las ondas de ultrasonido, estas se reflejan o refractan y retornan al transductor con mayor o menor intensidad.

Este convierte la energía sonora en impulsos eléctricos que son amplificados y digitalizados y por medio de la transformada rápida de Fourier forman la imagen gráfica en escala de grises, y es proyectada en forma dinámica en un monitor de video. A mayor ecogenicidad, mayor capacidad de reflejar los ultrasonidos y por lo tanto más brillante es la representación en la imagen.

La alta frecuencia a la que operan los transductores (20- 40 MHz) les confieren una excelente resolución espacial, es decir una gran capacidad para poder discriminar entre objetos muy cercanos en la imagen obtenida. En sentido axial (en dirección paralela al haz de ul-

1. Colegio Argentino de cardioangiología intervencionista.

✉ Correspondencia: gmigliaro@gmail.com

Recibido: 24/08/2015 | Aceptado: 31/08/2015

trasonido) esta resolución es de 80 a 100 micrones y la resolución lateral (en dirección perpendicular al haz de ultrasonido) es de 200 a 250 micrones.

Existen dos catéteres de IVUS comercialmente disponibles en la actualidad y que tienen un tamaño que varía entre 2,6 y 3,2 French: el sistema mecánico y el electrónico, también denominado de fase sólida<sup>3</sup>.

## TÉCNICA DE REALIZACIÓN DE IVUS

1. Se posiciona un catéter guía en el vaso que se desea explorar, de 5 Fr (lumen gigante) o 6 French de diámetro y se realiza una AC de control.
2. Se anticoagula al paciente con heparina endovenosa, con régimen similar al utilizado para angioplastia coronaria (70-100 UI/kg) o para alcanzar un ACT igual o mayor a 250-300 segundos.
3. Se introduce una guía de 0,014 pulgadas, flexible, se traspone la lesión o segmento a estudiar y se la posiciona distalmente en el vaso.
4. Se administran 200 microgramos de nitroglicerina intracoronaria para evitar el espasmo coronario.
5. Se introduce el catéter de IVUS, que ya fue correctamente purgado con solución salina para evitar la presencia de burbujas (se aplica sólo para los transductores mecánicos) y cuyo funcionamiento ya fue verificado.
6. Se coloca el catéter de IVUS bajo fluroscopia al menos 10 mm distal a la lesión que se desea explorar. Tener en cuenta no avanzar el catéter en vasos de muy pequeño calibre para evitar complicaciones vasculares, atrapamiento o fractura de la punta del catéter.
7. Es conveniente retirar el catéter guía del ostium de la coronaria para poder realizar la correcta evaluación de este segmento.
8. Se enciende el motor que hace rotar el transductor a una velocidad de 1800 revoluciones por minuto. Este último produce la emisión del ultrasonido y como se encuentra conectado a la consola que tiene el monitor de video comienzan a visualizarse las imágenes. Dichas imágenes pueden ser analizadas directamente en tiempo real desde el monitor o pueden ser grabadas y archivadas en discos compactos o DVD para ser analizadas con posterioridad.
9. Luego se conecta el transductor a un dispositivo móvil que produce una retirada del catéter a una velocidad determinada constante (usualmente 0,5 mm/s o 1 mm/s). Aunque el retiro del catéter también puede realizarse en forma manual, es decir sin este dispositivo, la retirada automática asegura que todo el segmento del vaso haya sido explorado a igual velocidad y evita que existan zonas que no hayan sido bien analizadas debido a una retirada rápida del catéter. Además este dispositivo permite que las imágenes obtenidas sean uniformes y reproducibles, especialmente cuando se realizan con fines

de investigación en estudios clínicos. El dispositivo automático también habilita la posibilidad de medir longitud o distancia de la lesión o segmento de interés.

10. Se administra nuevamente nitroglicerina intracoronaria a dosis habituales.

11. Se realiza una angiografía de control<sup>3</sup>.

## Complicaciones

Es una práctica que se puede realizar en forma segura. La tasa de complicaciones es baja. La más frecuente es el espasmo coronario que se produce hasta en un 2,9% de los casos. Otras complicaciones como oclusiones agudas, disecciones y embolia distal se presentan en menos del 0,4% de los casos. Estas complicaciones fueron más frecuentes en pacientes con angina inestable e infarto agudo de miocardio y a la vez en el uso de procedimientos diagnósticos que en terapéuticos<sup>4</sup>.

## INDICACIONES DE IVUS

Se dividen según tengan fines diagnósticos, de intervención y de investigación.

### 1. Diagnósticos

#### A. Evaluación de lesiones intermedias en vasos epicárdicos mayores

Las lesiones coronarias intermedias son aquellas que comprometen la luz del vaso entre el 40 y el 70%.

En los vasos coronarios nativos, el patrón oro invasivo para definir el significado funcional de estas lesiones es la fracción de reserva de flujo (FFR).

Si bien el IVUS, al utilizar el área luminal mínima (ALM) con un valor de corte de 4 mm<sup>2</sup>, fue propuesto como un parámetro para indicar la revascularización, en la actualidad su utilización es controvertida dado que su correlación con FFR es débil. Esto se explica porque otros parámetros, más allá del tamaño de luz, pueden influenciar los efectos hemodinámicos tales como: longitud de la lesión, excentricidad de la lesión, cantidad de miocardio irrigado, etc.

El ALM > de 4 mm<sup>2</sup> predice la ausencia de isquemia y tiene correlación con una FFR > 0,75, con una sensibilidad y especificidad del 92% y 56%, respectivamente. Este criterio numérico de 4 mm permite diferir con seguridad la intervención de lesiones intermedias dado que se observan bajas tasas de eventos en lesiones intermedias cuando se difiere la intervención con ALM > 4 mm<sup>2</sup>.<sup>5</sup>

En un estudio reciente, el valor de corte para correlacionar ALM con FFR < 0,75, y por ende con isquemia miocárdica, es de 2,9 mm<sup>2</sup>, con sensibilidad y especificidad del 64% y 66%, respectivamente<sup>6</sup>.

Se concluye que un ALM > 4 mm<sup>2</sup> se relaciona con ausencia de isquemia miocárdica. Un ALM < 3,0 mm<sup>2</sup>

podría correlacionarse con la presencia de isquemia miocárdica aunque con las limitaciones que ya fueron mencionadas con anterioridad (baja especificidad y sensibilidad).

Con ALM entre 3 y 4 mm<sup>2</sup>, el IVUS no debería ser utilizado para definir el significado funcional de una estenosis.

**El ALM > de 4 mm<sup>2</sup> predice la ausencia de isquemia que permite diferir el procedimiento con seguridad.**

*La utilización de IVUS podría ser razonable para la evaluación de una lesión intermedia con un grado de recomendación Clase IIb nivel de evidencia B.*

### **B. Evaluación de lesiones intermedias de tronco de coronaria izquierda**

En el TCI, a diferencia de los vasos epicárdicos mayores, el ALM del IVUS presenta buena correlación con FFR.

Se cree que esto es porque el TCI presenta limitada variabilidad en su longitud, en su diámetro y la cantidad de miocardio irrigado.

En función de diferentes estudios que lo correlacionan con FFR se propone que un ALM > 6 mm<sup>2</sup> es segura para diferir la revascularización y un ALM < 6 mm<sup>2</sup> se correlaciona con FFR < 0,75.<sup>7</sup>

En poblaciones asiáticas con dimensiones de tronco menores se observa mejor correlación con un valor de corte de 4,8 mm<sup>2</sup> y 4,1 mm<sup>2</sup> para correlacionarlo con FFR menor de 0,80 y 0,75, respectivamente<sup>8</sup>.

*La utilización de IVUS es razonable para la evaluación de una lesión intermedia con un grado de recomendación de Clase IIa nivel de evidencia B.*

### **C. Evaluación de lesiones ambiguas y morfologías inusuales**

El IVUS es útil en la evaluación de lesiones ostiales, lesiones de bifurcación, lesiones de TCI, vasos tortuosos, disecciones coronarias espontáneas, defectos de relleno intraluminal, lesiones con *haziness* y/o diagnóstico de aneurismas verdaderos o pseudoaneurismas

El IVUS también permite detectar la enfermedad coronaria mínima, muchas veces no evidenciable en la AC. La complicación o ruptura de estas placas puede ser el sustrato de un síndrome coronario agudo y estas muchas veces pueden diagnosticarse por IVUS<sup>9,10</sup>.

*La utilización de IVUS es razonable para la evaluación de una lesión coronaria de difícil visualización por angiografía cuando se sospecha que la misma pueda tratarse de una obstrucción limitante de flujo, con un grado de recomendación de Clase IIa nivel de evidencia C.*

### **D- Evaluación de vasculopatía postrasplante**

La realización de IVUS entre las 4 y 6 semanas del trasplante cardíaco y 1 vez por año puede ayudar en la detección de enfermedad coronaria del donante y detectar enfermedad vascular acelerada del injerto, y proporcionar información pronóstica<sup>9-11</sup>.

*La utilización de IVUS es razonable en el trasplante cardíaco con un grado de recomendación Clase IIa nivel de evidencia B.*

## **2. Intervención**

Con fines didácticos los subdividimos en preintervención y posintervención.

### **A. Preintervención**

#### **A1. Evaluación del tamaño del vaso**

El IVUS es útil dado que proporciona información acerca del diámetro de referencia de la luz, longitud de la lesión y tamaño apropiado del *stent*<sup>9</sup>.

*La utilización de IVUS podría ser razonable para evaluar el diámetro del vaso y elegir el tamaño apropiado del stent con un grado de recomendación Clase IIa nivel de evidencia C.*

#### **A2. Evaluación de las características de la placa**

El IVUS permite detectar la presencia de calcio superficial denso y su extensión circunferencial (en cuadrantes) que lleve a la necesidad de utilizar un dispositivo de *debulking* previo para que al colocar este, se expanda correctamente y evitar la trombosis aguda y reestenosis<sup>9</sup>.

La realización de IVUS lleva a un cambio en la estrategia de angioplastia entre el 20% al 40% de los casos.

*La utilización de IVUS previo a la intervención coronaria es razonable para establecer la presencia y distribución de calcio para aquellos casos en los que este contemplada la utilización de aterectomía rotacional con un grado de recomendación Clase IIa nivel de evidencia C.*

#### **A3. Evaluación del mecanismo de reestenosis intrastent**

El IVUS puede ayudar en la detección del mecanismo de reestenosis. Si la misma está relacionada a hiperplasia intimal o a alteraciones mecánicas tales como fractura, subexpansión del *stent* o *geographic miss*<sup>9,10</sup>.

El reconocimiento del mecanismo de reestenosis puede determinar la elección del tratamiento adecuado.

*La utilización de IVUS es razonable para determinar el mecanismo de reestenosis intrastent con un grado de recomendación Clase IIa nivel de evidencia C.*

#### **A4. Evaluación del mecanismo de trombosis del stent**

El IVUS puede ayudar a identificar el mecanismo subyacente a la trombosis del *stent* (subexpansión, proble-

mas a la entrada o salida del *stent*, mala aposición tardía adquirida, etc.) y ayudar a definir el tratamiento adecuado<sup>9,10</sup>.

**La utilización de IVUS podría ser razonable para determinar el mecanismo de trombosis del *stent* con un grado de recomendación Clase IIb nivel de evidencia C.**

## B. Posintervención

### Guía para la correcta implantación de *stents*

Se consideran tres criterios

1. **Expansión.** Es el más importante de los criterios, dado que la subexpansión es uno de los predictores más fuerte de reestenosis y trombosis del *stent*.

La definición de correcta expansión puede hacerse teniendo en cuenta criterios absolutos o relativos<sup>12-14</sup>.

- Criterio absoluto: el ALM del *stent* debe ser > 7,5 mm<sup>2</sup>.
- Criterio relativo: el ALM del *stent* debe ser > 80% del promedio entre el diámetro de referencia proximal y distal del vaso o > 90% del diámetro de referencia distal.

Se define un ALM a un valor un valor crítico que predice eventos en el seguimiento y que difiere según se trate de *stents* convencionales, *stents* liberadores de droga o *stents* colocados en el TCI.

- El ALM para *stent* convencionales es > 6,5 a 7,5 mm<sup>2</sup>.
- El ALM mínimo para *stent* liberadores de droga es > 5,0 a 5,5 mm<sup>2</sup>.
- El ALM mínimo para *stent* de TCI es > 8,7 mm<sup>2</sup>.

2. **Aposición.** La aposición se refiere al contacto directo de los *struts* del *stent* con la pared de la arteria.

La aposición incompleta o mala aposición se define como la separación de al menos uno o más *struts* de la pared de la arteria en ausencia de la emergencia de una rama.

3. **Simetría.** La configuración del *stent* debe ser simétrica considerando como tal una relación entre el diámetro luminal mínimo y el diámetro luminal máximo > 0,7.

Adicionalmente, el IVUS permite estimar con mayor precisión la longitud de la lesión de for-

ma tal que se obtenga la cobertura completa de la placa y que la carga de placa en los bordes del *stent* sean inferiores al 50-55%

También el IVUS permite reconocer la presencia de complicaciones como la disección, el prolapso de placa y el hematoma intramural.

Los resultados de los metaanálisis de los estudios que comparan la estrategia de angioplastia guiada con IVUS *vs.* angiografía en *stents* convencionales muestran sobre un total de 2193 pacientes en 7 estudios aleatorizados una disminución de MACE (19 *vs.* 23%) a expensas de una menor tasa de reestenosis angiográfica (22 *vs.* 29%) y menor necesidad de nuevas revascularizaciones (13 *vs.* 18%), sin diferencias significativas en muerte e infarto en la estrategia guiada por IVUS<sup>15</sup>.

Otro metaanálisis de estudios que comparan la estrategia guiada con IVUS *vs.* angiografía en pacientes tratados con *stents* liberadores de droga que incluye 24.889 pacientes en 3 estudios aleatorizados y 12 estudios observacionales muestra una disminución significativa de MACE (OR=0,79) a favor de la estrategia guiada por IVUS a expensas de una disminución de mortalidad global (OR=0,64), infarto agudo de miocardio (OR=0,57), necesidad de nuevas revascularizaciones (OR=0,81) y de la trombosis del *stent* (OR=0,56)<sup>16</sup>.

Las poblaciones que más se benefician de la utilización de IVUS son **las angioplastias de TCI y de las bifurcaciones coronarias, con especial énfasis en las que necesitan la colocación de dos *stents*.**

En las primeras, un subestudio del registro MAIN COMPARE, comparando la estrategia de angioplastia de TCI guiada por IVUS *vs.* angioplastia guiada por AC, encontró una reducción de la mortalidad de 4,4 en el grupo IVUS *vs.* 16% en el grupo guiado con AC (p=0,048)<sup>17</sup>.

En un registro coreano de bifurcaciones coronarias, la estrategia guiada con IVUS tuvo menor mortalidad que la guiada por AC (3,8% *vs.* 7,8%; p=0,03)<sup>18</sup>.

**La utilización de IVUS es razonable para optimizar la colocación de *stents* especialmente en el tronco de la coronaria izquierda, recomendación Clase IIa nivel de evidencia B.**

## BIBLIOGRAFÍA

- Lee C. Intravascular Ultrasound Guided Percutaneous Coronary Intervention: A practical Approach. *J Intervent Cardiol* 2012;25:86-94.
- McDaniel MC, Eshthardi P, Sawaya FJ, Douglas JS Jr, Samady H, et al. Contemporary Clinical Applications of Coronary Intravascular Ultrasound. *JACC Interv* 2011;4:1155-65.
- Mintz GS, Nissen SE, Anderson WD, Bailey SR, Erbel R, Fitzgerald PJ, et al. et al. American College of Cardiology. Clinical Expert Consensus Documents on Standards for Acquisition, Measurements and Reporting of Intravascular Ultrasound Studies (IVUS). *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1478-92.

4. Hausman D. the safety of intravascular ultrasound. A multicenter survey of 2207 examinations. *Circulation* 1995;91:623-29.
5. Abizaid A, Mintz G, Mehran R et al. Long Term follow up after percutaneous transluminal coronary angioplasty was not performed based on intravascular ultrasound finding: Importance of lumen dimensions. *Circulation* 1999;100:256-61.
6. Waksman R, Legutko J, Singh J, et al. FIRST. Fractional flow reserve and intravascular ultrasound relationship study. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:917-23.
7. De la Torre Hernandez J, Hernandez Hernandez F, Alfonso F. et al. For the LITRO Study Group. Perspective application of predefined Intravascular Ultrasound criteria of assesment of intermediate Left main coronary artery lesions: Results from the multicenter LITRO study. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:351-8.
8. Kang SJ, Lee JY, Ahn JM, et al. . Intravascular ultrasound derived predictors for fractional flow reserve in intermediate left main disease. *J Am Coll Cardiol Interv* 2011;11:1168-74.
9. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guidelines for Percutaneous Coronary Interventions. A report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society of Cardiovascular Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol* 2011;58 (24) e44-2122.
10. Lotfi A, Jeremias A, Fearon WF, et al. Expert consensus Statement on the Use of Fractional Flow Reserve, Intravascular Ultrasound and Optical Coherence Tomography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013;01:01-10.
11. Costanzo MR, Dipchand A, Starling R, et al. The International Society of Heart and Lung Transplantation Guidelines for the care of Transplants recipients. *J Heart Lung Transplant* 2010;29:914-56.
12. Yoon HJ, Hur SH. Optimization of Stent Deployment by Intravascular Ultrasound. *Korean J Intern Med* 2012;27:30-38.
13. Mintz GS, Weissman NJ. Intravascular ultrasound in the Drug Eluting Stent Era. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:421-429.
14. De Ribamar Costa J, Mintz GS Carlier SG et al. Intravascular ultrasound assesment of drug eluting stent expansion. *Am Heart J* 2007;153:297-303.
15. Parise H, Maehara A, Stone GW, Leon MB, Mintz GS. Metanalysis of randomized studies comparing Intravascular ultrasound versus angiographic guidance of percutaneous coronary interventions in pre drug eluting stent era. *AM J Cardiol* 2011;107:374-382.
16. Jang JS, Song YJ, Kang W, et al. Intravascular ultrasound guided implantation of drug eluting stents to improve outcome: A metanalysis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014(3)233-243.
17. Park SM, Kim Y, Park DW, et al. Impact of intravascular ultrasound guidance on long term mortality in stenting for unprotected left main coronary artery stenosis. *Circ Cardiovasc Interv* 2009;2:167-177.
18. Kim JS, Hong MK, Ko YG, et al. Impact of Intravascular Ultrasound guidance on long term clinical outcome in patients treated with drug eluting stents for bifurcation lesions: data from the Korean Multicenter bifurcation Registry. *Am Heart J* 2011(1)180-7.