

## Avances en intervencionismo coronario

J. Calabuig, M. Artaiz, P. Azcárate, J. Palazuelos, D. Martín-Raymondi

Departamento de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Clínica Universitaria. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra

Correspondencia:

José Calabuig

Departamento de Cardiología y Cirugía Cardiovascular

Clínica Universitaria

Avda. Pío XII, 36. 31008 Pamplona

(jcalabuig@unav.es)

### Resumen

En los últimos años, la evolución del intervencionismo coronario, ha sido muy importante. La tasa de éxito primario al comienzo de la década de los noventa era del 86-88% con una incidencia de restenosis del 30-40%. En la actualidad estas cifras de éxito primario han aumentado a más del 95% y la tasa de restenosis se ha reducido a menos del 10% incluidos muchos tipos de lesiones clínicamente consideradas complejas. La principal limitación del intervencionismo coronario actual son lesiones en las que resulta imposible acceder debido a una oclusión antigua tortuosidad o calcificación extrema de los segmentos proximales. Los avances tan rápidos de estos años han permitido ampliar las indicaciones de esta modalidad de revascularización. Se describen los últimos avances técnicos.

**Palabras clave:** Intervencionismo coronario. Avances tecnológicos. Stents coronarios.

### Introducción

Si analizamos de entre todo el conjunto de las enfermedades Cardiovasculares, y la evolución que en el tiempo ha tenido el tratamiento de las enfermedades coronarias mediante el Intervencionismo coronario, descubriremos que es la modalidad terapéutica que más rápidamente ha evolucionado, en los últimos años, desde que empezó su andadura en el año 1977 al ser utilizada por primera vez en un ser humano<sup>1</sup>.

Si tuviéramos que definir la evolución desde el punto de vista de los elementos terapéuticos utilizados, diremos que esta técnica se inició con el balón de angioplastia y hoy disponemos de stents recubiertos de fármacos, pasando por un buen puñado de herramientas terapéuticas. Desde el punto de vista técnico, al principio se utilizaron equipos de diagnóstico donde las imágenes se grababan en cine de 16 mm (con la consiguiente dificultad de no poder revisar las imágenes on-line) hasta llegar en nuestros días a equipos con sistemas de almacenamiento y grabación de las imágenes en formato digital, con programas on-line de cuantificación de lesiones, con altísima calidad de imagen, y reducción de la radiación. El almacenamiento de

### Summary

In the last few years, the evolution of coronary interventionism has been very important. The primary success rates in the early 1990s were 86-88% with a re-stenosis rate of 30%-40%. Current primary success rates have risen to over 95% with a re-stenosis rate of under 10% even for many types of lesions classically considered complex. Currently the main limitations in interventional cardiology remain coronary segments that cannot be accessed due to chronic total occlusion, or severe proximal tortuosity or calcification. Rapid improvements have led to broader clinical indications for percutaneous revascularization procedures. We describe the latest improvements in techniques.

**Key words:** Interventional cardiology. Technological improvements. Coronary stents.

dichas imágenes se lleva a cabo en un "Compact Disc" ó CD con posibilidad de lectura en cualquier ordenador y que ha sido almacenado y grabado, por medio de un sistema de manejo de la imagen conocido como "formato DICOM".

La calidad y diversidad de materiales que hoy tenemos son excelentes, ya que los catéteres guía, las guías, y los balones, ofrecen un sinfín de posibilidades, como es la posibilidad de tratar lesiones en vasos pequeños, localizadas distalmente, en arterias tortuosas, en oclusiones totales crónicas etc.

La posibilidad de "mirar en el interior de la luz del vaso, se abrió paso de la mano de la angioscopia y del ultrasonido intracoronario, llegando en la actualidad a poder contar en nuestro medio, con técnicas como la histología virtual, o como la tomografía óptica coherente".

También desde hace pocos años disponemos de un método capaz de medir la repercusión fisiológica de las lesiones, y valorar su significado, bien por tener un carácter "límite ó dudoso" ó bien porque queremos valorar el resultado terapéutico, tras el implante del stent ó la angioplastia con balón.

Un capítulo que también ha revolucionado el intervencionismo es el uso de los nuevos regímenes de antiagregación así

como la aparición de los nuevos antiagregantes plaquetares IIb 3a, que han sido los responsables de que las tasas de oclusión aguda y subaguda desciendan a niveles muy bajas, incluso a veces inexistentes, ya que al principio del uso de la ACTP los valores alcanzaron el 8%.

Con respecto a los resultados obtenidos en los primeros años de la implantación de la Angioplastia Coronaria Transluminal Percutánea (ACTP) las tasas de éxito oscilaban entre 84-86% y el estrechamiento de la arteria dentro de los 6 primeros meses ó "reestenosis" alcanzó el 30-40%<sup>2</sup>.

Uno de los mayores logros alcanzado hoy en día con el intervencionismo coronario es la posibilidad de alterar el curso del infarto agudo de miocardio, abriendo la arteria coronaria ocluida por un trombo mediante la Angioplastia Primaria. Esta modalidad terapéutica alcanza resultados extraordinarios cuanto menor sea el tiempo transcurrido entre el inicio del dolor y la apertura de la arteria ocluida. Esta técnica aun habiéndose demostrado que es la mejor y lo mejor que se puede hacer para tratar al infarto en la fase aguda, hoy en día en España no se llega a aplicar a mas del 10% del total de los infartos que tiene lugar cada año, y esto se debe a la dificultad y problemática subyacente en disponer por parte de todos los hospitales, tanto de Servicio de Hemodinámica como de personal especializado de guardia durante las 24 horas al día y los 365 días al año.

Al principio, cuando solo se disponía de balones, estos eran coaxiales (solo durante un corto espacio de tiempo las guías eran fijas y estaban unidas al balón en la punta) es decir las guías recorrían todo el balón por su interior, con el consiguiente manejo obligado de una guía de casi 3 metros de longitud. Posteriormente aparecieron los balones con el sistema "monorraíl" que ayudo a manejar y manipular las guías con mayor soltura. Debido a que los resultados con balón no eran muy buenos todavía, surgieron diferentes dispositivos que a diferencia del balón, que se limitaba a aplastar la placa, proponían alternativas que limaban la placa y la pulverizaban, como el Rotablator, siendo su uso muy recomendado para lesiones duras, en curva, largas, ampliándose posteriormente sus indicaciones. Otra alternativa al balón fue la de cortar la placa y extraerla, como la hacia el aterotomo de Simpson.

En la actualidad el uso de la técnica de aterectomía direccional ha quedado reducida a situaciones muy escasas y prácticamente llevada a cabo por aquellos grupos que han tenido una gran experiencia con ella. Esto es así debido a que los resultados, tanto desde el punto de vista de las complicaciones como de los resultados a largo plazo, no demostraron ser superiores a los de la ACTP con balón. Según los datos de la sección de Hemodinámica del año 2004 su uso queda restringido a unos 3 casos.

El uso del Rotablator también ha descendido mucho en los últimos años. Este sistema consiste en una oliva ó fresa, cubierta de pequeños cristales de diamante, que abrasiona la placa de ateroma. En un primer momento esta técnica se utilizo cuando la angioplastia con balón no ofrecía buenas perspectivas. Esto era así en las lesiones largas, difusas, ostiales, calcificadas y sobre todo aquellas lesiones en las que a pesar pasar la guía, ya no se podía pasar ningún balón. En la actualidad esta técnica esta únicamente indicada y así la utilizan algunos laboratorios, para lesiones muy calcificadas.

## Sistemas utilizados en el intervencionismo coronario

### IVUS

Es sabido que la coronariografía posee unas limitaciones para valorar y diagnosticar correctamente la realidad de lo que ocurre en el interior de la arteria coronaria, tanto antes, como durante y después del intervencionismo; ya que hay lesiones que son infravaloradas, ó stents mal puestos imposibles de ver mediante la coronariografía, ó lesiones no tratadas lo suficiente ó no cubiertas en toda su extensión por los stents, ó lesiones no valoradas correctamente con respecto a su severidad ó significado, y todo esto aun a pesar de que estos procesos se lleven a cabo por personal muy experto<sup>3-5</sup>. Podríamos resumir diciendo que la coronariografía es el "gold standard" para el diagnostico y estudio de la severidad y de la extensión de la enfermedad arterial coronaria, es decir del estudio de la luz de las arterias y el ultrasonido aporta información de las características de la pared además de las de la luz.

Con el ultrasonido intravascular se puede estudiar el remodelado arterial, y en este sentido es muy útil tanto en la cardiopatía isquémica como en los transplantados cardiacos<sup>6</sup>.

También es muy útil para el estudio de la vasculopatía del transplantado<sup>7</sup>. Otra de las capacidades del Ultrasonido intravascular es la posibilidad de valorar la severidad de la lesión, dados los parámetros anatómicos obtenidos, como son área del vaso, y área de la luz mínima, así como el diámetro de la luz mínimo. La importancia de estos valores y su utilidad han sido validados con otras técnicas como el doppler y la guía de presión.

Desde el inicio prácticamente del uso del stent se intento buscar la utilidad del ultrasonido intracoronario en su correcto despliegue, con la finalidad de disminuir tanto la tasa de trombosis subaguda y oclusión del vaso, así como la incidencia de reestenosis<sup>8</sup>. Las recomendaciones actuales no son el uso rutinario de esta técnica después de la implantación de cada stent, sino solamente cuando los resultados son poco claros ó muy dudosos. En la actualidad con el uso reciente de los stents recubiertos de fármacos, y dada la importancia en la correcta expansión y aposición del stent sobre la pared del vaso, para que así pueda dicho contacto facilitar una correcta liberación del fármaco en la pared, ha resucitado de nuevo el uso del eco intravascular para tal uso<sup>9</sup>.

Otra de las utilidades hoy en día es la posibilidad de detectar la placa vulnerable, ésta consiste en una placa de ateroma cubierta por una cubierta ó cápsula fina y fibrosa, con un proceso inflamatorio etc. y esta considerada actualmente como la causa más importante del síndrome coronario agudo. La calcificación es uno de los grandes enemigos de esta caracterización mediante el ultrasonido intracoronario.

### Ecografía intracavitaria

La ecografía transtorácica no permite visualizar correctamente determinadas estructuras cardiacas y la ecografía transesofágica ha venido en parte a resolver algunos de estos problemas, pero supone una técnica algo molesta para los pacientes. La ecografía intracavitaria nació hace mas de 20 años, pero su uso reciente en la última década, ha sido de utilidad para el campo de la electrofisiología, también para la biopsia de masa cardiacas, inyección de genes en el miocardio y más

recientemente como soporte para el cierre de forámenes ovales permeables, así como de comunicaciones interauricular, pudiéndose llevar a cabo con el paciente despierto, y precisando para ello la punción de otra vena femoral.

### **Angioscopia coronaria**

En la actualidad esta técnica esta reservada únicamente como una herramienta diagnostica en el campo de la investigación.

### **Doppler intracoronario**

Permite el estudio de la velocidad del flujo coronario y es una técnica accesible en todos los laboratorios de hemodinámica. Su utilidad es la valoración funcional de las lesiones moderadas, la valoración del resultado después del intervencionismo, y el estudio de la circulación coronaria a nivel de la microcirculación y también la función endotelial<sup>10</sup>.

### **Guía de presión**

Es la técnica mas comúnmente usada en el laboratorio de hemodinámica para medir el significado funcional de una lesión, es decir permite valorar si una lesión es hemodinámicamente significativa y por lo tanto si es causa de isquemia miocárdica. Esto es así porque es una técnica segura, independiente de los cambios hemodinámicos en diferentes condiciones, fácil de realizar, segura y fácil de interpretar. Los valores obtenidos permiten conocer si se encuentran en un rango superior a un FFR entre 0.75-0.80 que dicha lesión no es significativa y por ello no necesita ser tratada. Su uso en la actualidad esta claramente indicado en aquellas lesiones dudosas, o moderadas ya bien se dirija el paciente a la angioplastia como a la cirugía. También si se ha usado en el diagnostico de la importancia de la lesión, es útil después de haber sido tratada mediante stent, la valoración del resultado intervencionista<sup>11</sup>.

### **Termografía**

En la activación de los mecanismos descritos, previos a la ruptura de la placa de ateroma, están implicados los macrófagos, la acumulación de estas células es el reflejo de un proceso inflamatorio. Esta es la razón por la que desde hace varios años se desarrollaran métodos diagnósticos capaces de medir las diferencias de temperatura en el interior de la pared de las arterias coronarias. Los trabajos recogidos hasta la actualidad han demostrado diferencias claras de temperatura, entre pacientes con angina estable, angina inestable y pacientes con un infarto agudo de miocardio. También se ha utilizado en estudios de investigación con estatinas en los que se ha demostrado la estabilización de la placa de ateroma, al detectarse menor temperatura como expresión de la reducción de los procesos inflamatorios en una determinada parte del árbol coronario<sup>12</sup>.

### **Histología virtual**

Es una técnica recientemente validada y que tiene como soporte el mismo cateter de ultrasonido intracoronario y que mediante un análisis espectral por medio de radiofrecuencia analiza y localiza mediante colores, diferentes contenidos de la placa de ateroma, separando el core lipídico, el calcio, la parte fibro-lipídica, y la parte puramente fibrosa. Los soportes informá-

ticos son capaces de cuantificar el porcentaje de cada uno de estos contenidos de manera automática. La finalidad es poder obtener información de aquellas placas de ateroma que siendo menores del 50% de la luz del vaso, puedan ser consideradas como vulnerables, además mediante el ultrasonido puede analizarse conjuntamente la presencia del tipo de remodelado que acompaña a dicha placa de ateroma y estudiar la relación entre ambas informaciones<sup>13</sup>.

## **Futuras**

### **Tomografía óptica coherente**

Es una modalidad de imagen basada en luz que puede usarse en sistemas biológicos para el estudio de tejidos en vivo con una resolución altísima, cercana a la histológica. Por ello permite la visualización en el árbol coronario de la microestructura de la arteria. El fundamento es la emisión de una luz por medio de un cateter cercana a la luz infrarroja. Esta luz es emitida por un diodo superluminiscente y reflejada por las microestructuras de los diferentes tejidos biológicos la pared de la arteria. Las imágenes que se obtienen son en dos dimensiones. Esta técnica esta todavía en fase de investigación, su aplicación es muy sencilla pero los datos de su posible relevancia clínica estan por dilucidar, así como una validación de sus hallazgos. En estos momentos es la técnica intracoronaria con la capacidad de resolución más baja que existe. El eco intracoronario tiene una resolución entre 80-120  $\mu\text{m}$  y la tomografía esta entre 1-15  $\mu\text{m}$ <sup>14</sup>.

## **Stents actuales y futuros**

Desde que se comenzaron a utilizar los primeros stents de Palmaz-Swchatz, a finales de los 80 hasta la actualidad, los cambios ocurridos en sus estructuras han sido impresionantes. Los primeros stents se montaban a mano sobre los balones y se plegaban también a mano, en la actualidad el crimpado es de tal calidad que el stent esta incrustado sobre el balón de tal modo que le permite una navegabilidad que le hace accesible a través de arterias tortuosas y distales. Además los primeros stents eran de acero inoxidable y en la actualidad se ha llegado a nuevos materiales y aleaciones que le permiten al stent mantener sus características físicas, pero con menor cantidad de material en su estructura, que no debilita su fuerza radial y además mantenga e incluso incremente, su flexibilidad. Una de estas aleaciones mas usada en estos momentos son los stents de cromo-cobalto. Pero aquí no acaba el recorrido de los stents ya que desde hace varios años y con la finalidad de reducir las tasas de restenosis, se comenzaron a ensayar los stents impregnados de fármacos activos que se liberan al contacto de la pared y que en los primeros ensayos y con lesiones sencillas, obtuvieron resultados de restenosis del 0%.

El primer stent aparecido en el mercado fue el impregnado con Sirolimus y posteriormente apareció el segundo stent impregnado con Taxol. Los dos muestran resultados casi iguales. Las indicaciones de estos stents se han ido ampliando y poco a poco hemos conocido las capacidades de sus nuevas indicaciones. En estos momentos su uso esta extendido a

lesiones, proximales en descendente anterior, largas, en vasos pequeños, en pacientes diabéticos, en lesiones ostiales, en bifurcación, en el tronco principal izquierdo, en oclusiones crónicas, en lesiones con trombo, en lesiones del infarto agudo de miocardio, como stent directo, en lesiones de by-pass de vena, etc. Y con unos resultados excelentes si los comparamos en algunas de estas localizaciones con los stents convencionales.

Pero el stent más revolucionario es el reabsorbible de magnesio, que después de implantarse, en unos meses es reabsorbido en la sangre por completo, sin quedar rastro de él. Los ensayos a nivel periférico han sido buenos y en la actualidad se está haciendo el primer estudio en arterias coronarias en humanos, los resultados se conocerán en breve y todo apunta a que en menos de un año dispondremos de él en nuestro arsenal terapéutico.

También en estos momentos se están llevando a cabo un sin fin de ensayos con nuevos fármacos en los stents y que podrán deparar en un futuro próximo nuevos elementos de tratamiento.

### Balón con fármacos

Es una modalidad de tratamiento que está en fase de investigación, y ya ha sido usada en seres humanos con resultados prometedores, consiste en impregnar el balón con fármaco activo y que este pueda liberarse en un tiempo inferior a 10 segundos. Con este balón podría desaparecer el uso del stent para tratar una reestenosis intrastent, o lesiones ostiales ó en bifurcación, donde la colocación de un stent en el sitio indicado y correcto es a veces una tarea muy difícil. Es lo que se llama Drug eluting ballon (DEB).

### Tratamiento específico de las diferentes lesiones y localizaciones

Las cifras de cirugía cardiaca han descendido dramáticamente a nivel mundial y las razones es que en el laboratorio de hemodinámica se dilata todo. Prácticamente lo que se puede operar se puede dilatar y lo que no se puede operar también se puede dilatar. Entre estas indicaciones están los vasos pequeños, el By-pass, el tronco principal, tanto protegido como el no protegido, las lesiones bifurcadas con stents convencionales ó con stents dedicados para estas bifurcaciones, lesiones ostiales, oclusiones crónicas de mas de 3 meses tratadas de manera anterógrada y retrograda.

### Válvulas percutáneas

Existen varios modelos en el mercado y sus primeros usos se remontan a mas de dos años, por lo que hay pacientes ya con un seguimiento largo y buena evolución. La válvula mas ensayada es la aórtica. El Dr. Alan Cribier es el que mayor experiencia tiene en esta campo. Se han realizado cambios a nivel técnico que permitirán su implante de manera segura y eficaz. También se han ensayado válvulas a nivel pulmonar con éxito.

### Regurgitaciones valvulares

Se están desarrollando a nivel de investigación diferentes sistemas percutáneos que permiten al introducirlos por el seno coronario, la reducción del área del anillo mitral, lo que reduce significativamente e incluso hace desaparecer regurgitaciones perivalvulares. Se han utilizado también sistemas de cierre de ductus, para ocluir escapes perivalvulares a nivel de prótesis mitrales y aórticas con éxito, aunque son dispositivos no específicos para estas indicaciones. En casos de regurgitaciones mitrales en válvulas nativas se están ensayando diferentes sistemas percutáneos que llevan a cabo una plicatura entre las dos valvas de la mitral, reduciendo así la insuficiencia de la misma.

### Cardiopatías congénitas

El cierre percutáneo del Ductus arterial es una realidad, Las valvuloplastias aórtica y pulmonar también lo son. El stent para la coartación aórtica es usado con normalidad. Los stents en ramas pulmonares para estenosis de las mismas también se utilizan frecuentemente. Además en los últimos años los cierres de los forámenes ovales, y de comunicaciones interauriculares se están realizando es un buen número de casos y que además irá en aumento durante los próximos años sobre todo el del foramen oval.

### Bibliografía

1. Gruentzig AR. Translumination dilatation of coronary artery stenosis. *Lancet* 1978;1:263.
2. Bredlau CE, Roubin GS, Leimgruber PP, Douglas JS, King SB, Gruentzig AR. In hospital morbidity and mortality in patient undergoing elective coronary Angioplasty. *Circulation* 1985; 72:1044-52.
3. Topol TJ, Nissen SE. Our preoccupation with coronary lumenology: the dissociation between clinical and angiographic findings in ischemic heart disease. *Circulation* 1995;92:2333-42.
4. Nissen SE, Yock P. Intravascular ultrasound: novel Pathophysiological insights and current clinical applications. *Circulation* 2001;103:604-16.
5. Di Mario C, Gorge G, Peters R et al. Clinical application and image interpretation in intracoronary ultrasound. *Europ Heart J* 1998;19:207-19.
6. I Coma, Maceita A, Diaz I, Calabuig J. Cambios de diámetro de las arterias coronarias en receptores de transplante cardiaco con vasos angio prácticamente normales durante 5 años. *Rev Esp Cardiol* 1999;7:485-92.
7. Kapadia SR, Nissen SE, Ziadia KM, GuettaV, Crowe TD, Hobbs RE, Starling RC, Young JB, Tuzcu EM. Development of transplantation vasculopathy and progression of donor-transmitted atherosclerosis: comparison by serial intravascular ultrasound imaging. *Circulation* 1998;98:2672-8.
8. Hoffman R, Mintz GS, Dussailant GR et al. Patterns and mechanisms of in-stent restenosis: A serial intravascular ultrasound study. *Circulation* 1996;94:1247-54.
9. Degertekin M, Serruys PW, Foley DP, Tanabe K, Regar E, Vos J, Smits PC, van der Giessen WJ, van den Brand M, de Feyter P, Popma JJ. Persistent inhibition of neointimal hyperplasia after sirolimus-eluting stent implantation: long term (up to 2 years) clinical, angiographic, and intravascular ultrasound follow-up. *Circulation* 2002;106:1610-3.

10. Quian J, Baumgart D, Oldenbourg O, Haude M, Sacj S Erbel R. Safety of intracoronary Doppler flow measurement. *Am Heart J* 2000;140:502-10.
11. Pijls NHJ, van Gelder B, van der Voort P, Peels K, Bracke FALE, Bonnier HJRM et al. Fractional flow reserve. A useful index to evaluate the influence of an epicardial coronary stenosis on myocardial blood flow. *Circulation* 1995;92:3183-93.
12. Stefanadis C, Toutouzas K, Tsiamis E et al. Patients with coronary artery disease under statin treatment have decreased heat release from culprit lesions: new insights in the non lipid effects of statins. *Eur Heart Journal* 2001;22:28-A249.
13. Rodriguez-Granillo GA, Serruys PW, Garcia Garcia HM, Auki J, Valgimigli M, van Mieghem CA, Mc Fadden E, de Jaegere PP, de Feyter P. Coronary artery remodeling is related to plaque composition. *Heart* 2005;(En prensa).
14. Regar E, Schaar JA, Mont E, Virmani R, Serruys PW. Optical coherence tomography. *Cardiovascular Radiation Medicine* 2003;4:198-204.



# REVISTA DE MEDICINA

UNIVERSIDAD DE NAVARRA

**Facultad de Medicina  
Universidad de Navarra**  
Apartado 177 - 31080 Pamplona  
Tel.: 948 425 646 - Fax: 948 425 649  
Correo electrónico: [revistamedicina@unav.es](mailto:revistamedicina@unav.es)  
[www.unav.es/revistamedicina/](http://www.unav.es/revistamedicina/)

Deseo recibir gratuitamente los cuatro números anuales de la Revista de Medicina de la Universidad de Navarra. Para ello, indico mis datos a continuación:

Nombre: .....

Dos apellidos: .....

Especialidad médica: .....

Lugar de trabajo: .....

Calle/Avenida/Plaza: ..... Nº: ..... Escalera: ..... Piso: ..... Letra: .....

Código postal: ..... Ciudad: ..... Provincia: .....

Correo electrónico: .....

Enviar por correo postal, electrónico o fax a: