

# Resultados del tratamiento de las lesiones en bifurcación con *stents* farmacoactivos. Papel de la ecografía intracoronaria

Manuel Pan<sup>a</sup>, José Suárez de Lezo<sup>a</sup>, Alfonso Medina<sup>b</sup>, Antonio Delgado<sup>b</sup>, Miguel Romero<sup>a</sup>, José Segura<sup>a</sup>, Celestina Amador<sup>b</sup>, Soledad Ojeda<sup>a</sup>, Enrique Hernández<sup>b</sup>, Carmen Durán<sup>a</sup>, Javier Suárez de Lezo<sup>b</sup> y Ana Rodríguez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Reina Sofía. Córdoba. España.

<sup>b</sup>Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Dr. Negrín. Las Palmas de Gran Canaria. España.

En este artículo se revisa el papel de la ecografía intracoronaria (IVUS) en pacientes con lesiones en bifurcación tratadas con *stents* farmacoactivos. Las lecciones aprendidas en la era de los *stents* convencionales deben revisarse en la era actual de los *stents* con fármacos. Al mismo tiempo, los hallazgos de los estudios *in vitro* deben confirmarse *in vivo*. La IVUS es la herramienta ideal para realizar todos estos estudios. Por otra parte, continuamente disponemos de nuevos diseños de *stents* con fármacos para tratar este tipo de lesiones. De nuevo, el estudio con IVUS resulta imprescindible para comparar el grado de inhibición de la proliferación neointimal de estos nuevos diseños frente al de los *stents* convencionales y entre los propios *stents* con fármacos. A pesar de todos los avances, ninguna de las técnicas actuales ha sido definitivamente aceptada para el tratamiento de todo tipo de lesiones en bifurcación. En los próximos años, con nuevos diseños de *stents* dedicados que incorporen fármacos inhibidores de la proliferación neointimal se podrá alcanzar un consenso. Sin duda, la IVUS seguirá desempeñando un papel en la selección del tipo de técnica y en la valoración del resultado de ésta.

**Palabras clave:** *Bifurcaciones. Stent recubierto de fármacos. Ecocardiografía intracoronaria.*

## Treating Bifurcation Lesions With Drug-Eluting Stents: The Role of Intravascular Ultrasound

This article contains a review of the use of intravascular ultrasound (IVUS) in patients with bifurcation lesions treated with drug-eluting stents. The lessons learned during the era of bare metal stents have to be adapted to the current age of drug-eluting stents. In addition, *in vitro* findings have to be confirmed by *in vivo* studies. IVUS is the ideal tool for carrying out these studies. Moreover, new designs of drug-eluting stents for use in this kind of lesion are continuously becoming available. Once again, IVUS is an invaluable tool for comparing the extent to which neointimal proliferation is inhibited by new designs versus bare metal stents or by different types of existing drug-eluting stent. Despite a range of technological developments, none of the current techniques has been accepted as the definitive treatment for all types of bifurcation lesion. In the next few years, a consensus will probably be reached following the development of new specially designed stents that incorporate neointimal proliferation inhibitors. Doubtless, IVUS will continue to play a role in selecting and evaluating these new technologies.

**Key words:** *Bifurcations. Drug-eluting stent. Intracoronary ultrasound.*

## INTRODUCCIÓN

La ecografía intracoronaria (IVUS) ha resultado ser una herramienta extremadamente útil en la valoración de procedimientos percutáneos con *stents*. En la era de los *stents* convencionales, la IVUS proporcionó datos para la comprensión del funcionamiento de los *stents* y los mecanismos causantes de sus fallos. Desde esta época

se conoce que el principal mecanismo de la reestenosis del *stent* es la excesiva producción de hiperplasia neointimal que ocluye la luz del vaso, mientras que el retroceso crónico es un mecanismo observado pocas veces. La aparición de los *stents* recubiertos de fármacos ha supuesto un indudable avance en el campo de la reestenosis y ha aportado una drástica reducción de esta complicación, tanto en lesiones de bajo como de alto riesgo<sup>1-5</sup>. En esta nueva era, la IVUS mantiene su utilidad en la valoración de la geometría del *stent* implantado, así como en la medición precisa de la cantidad de hiperplasia intimal que aparece en el seguimiento<sup>6,7</sup>.

En el capítulo de las bifurcaciones, la técnica cobra un gran interés debido a que los *stents* se deforman cuan-

Correspondencia: Dr. M. Pan Álvarez-Ossorio.  
Servicio de Cardiología. Hospital Reina Sofía.  
Avda. Menéndez Pidal, s/n. 14004 Córdoba. España.  
Correo electrónico: grupo\_corpal@arrakis.es

## ABREVIATURAS

EEL: lámina elástica externa.  
IVUS: ecografía intracoronaria.

do se dilatan lateralmente para acceder al ramo colateral. La importancia de esta deformación ha sido sobreestimada por estudios *in vitro*<sup>8-10</sup>, y hay pocos estudios que confirmen su incidencia y gravedad *in vivo*. La otra gran aportación de la IVUS, que es la medición de la hiperplasia intimal, cobra de nuevo vigencia en la era actual, ya que nos permite comparar con exactitud el grado de inhibición que producen los nuevos *stents* de fármacos disponibles en el mercado<sup>6,7</sup>. Las recomendaciones técnicas obtenidas de los estudios con IVUS en la época de los *stents* convencionales tienen que ser revalidadas en la era actual de los *stents* con fármacos. Los nuevos estudios aportarán información sobre la vigencia de los estudios previos y quizá, las nuevas estrategias de implantación en lesiones complejas puedan simplificarse.

## PROBLEMAS TÉCNICOS EN EL TRATAMIENTO CON STENTS DE LAS LESIONES EN BIFURCACIÓN

Las lesiones en bifurcación pueden presentarse con una amplia variedad de aspectos morfológicos y angiográficos<sup>11</sup>, lo que constituye un problema para el tratamiento percutáneo. Cuando se implanta un *stent* en el ramo principal se encarcela el origen del ramo colateral, lo que puede producir el desplazamiento de la placa hacia éste y el ulterior compromiso de su luz. Si el *stent* se posdilata lateralmente a través de su estructura metálica, éste puede deformarse y reducir el diámetro de la luz. Al mismo tiempo, si se precisa la implantación de un segundo *stent* en el ramo colateral, el ajuste a la carina de la bifurcación siempre resulta difícil, y es prácticamente imposible en bifurcaciones con mucha angulación del ramo colateral. Si se pretende cubrir todo el origen del ramo colateral puede ser preciso invadir la luz del ramo principal. Por el contrario, en otras ocasiones, si no se ajusta correctamente el extremo proximal del *stent* del ramo colateral, puede no cubrirse en su totalidad la lesión, con lo que se produciría un espacio no cubierto o «gap». Para obviar todas estas dificultades, se han diseñado multitud de técnicas, la mayoría en la era de los *stents* convencionales<sup>12</sup> y algunas más recientes, en la era de los *stents* farmacoactivos<sup>13</sup>. Sin embargo, ninguna de ellas ha sido definitivamente aceptada y el debate todavía continúa<sup>14</sup>.

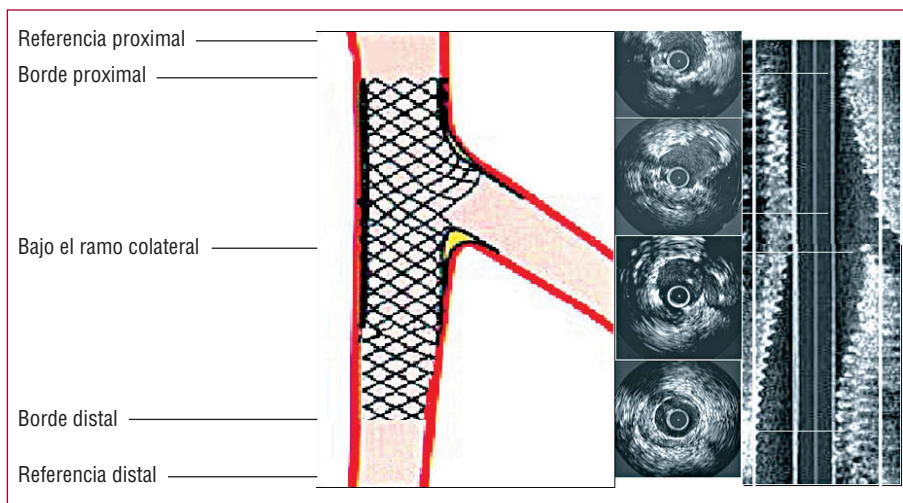
## ESTUDIOS IN VITRO

Los estudios *in vitro* han demostrado que la apertura lateral del *stent* del vaso principal, cuando se dilata el

ramo colateral, provoca una deformación en el lado opuesto a la salida de la rama<sup>8,9</sup>. Más recientemente, con una tecnología avanzada se han fotografiado los detalles del *stent* y con programas informáticos sofisticados se pueden observar desde todas las perspectivas posibles. Ormiston et al<sup>10</sup> han analizado los cambios que se producen en los *stents* liberadores de rapamicina durante las técnicas de *crush*, *culotte* y *stent* provisional en «T», e insisten en la necesidad de realizar el inflado final en *kissing* para mejorar la expansión del *stent*, sobre todo en el ostium del ramo colateral, y corregir dichas distorsiones. Ellos recomiendan que el balón del vaso principal no debe ser de menor diámetro que el que se usó en la liberación del *stent*<sup>10</sup>. Al mismo tiempo, los estudios *in vitro* permiten estudiar el comportamiento de diferentes plataformas cuando éstas se dilatan lateralmente. Se puede medir el tamaño de la ventana conseguida mediante la dilatación lateral y, asimismo, el tamaño máximo de ésta de acuerdo con el diseño del *stent*<sup>10</sup>. Sin embargo, no hay información suficiente sobre la incidencia de estos fenómenos *in vivo*. La IVUS nos ofrece una herramienta única para realizar observaciones en pacientes, confirmar estos hallazgos previos y, al mismo tiempo, evaluar los efectos que las diferentes técnicas producen en la corrección de estas deformidades.

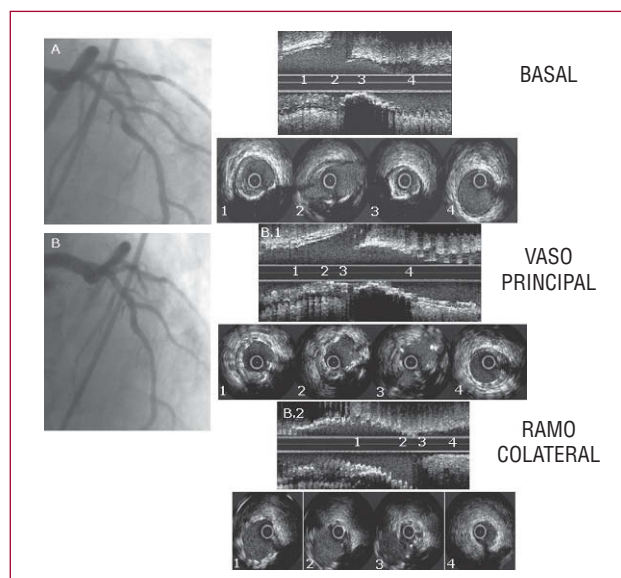
## METODOLOGÍA DEL ESTUDIO ULTRASONICO EN PACIENTES CON BIFURCACIONES

Aunque basalmente la IVUS se puede emplear para valorar la gravedad de la estenosis y el compromiso del ramo colateral, donde más se ha utilizado en la actualidad ha sido en la valoración del resultado una vez que la lesión ha sido tratada con *stents*. El resultado puede valorarse inmediatamente post-*stent* (para objetivar deformaciones, inexpandiones o no aposiciones) o durante el seguimiento, donde además de todo lo anterior se puede medir el grado de proliferación neointimal que se ha producido en el interior del *stent*<sup>15</sup>. El estudio se realiza tras la inyección de un bolo intracoronario de nitroglicerina (450 µm). Aunque la metodología puede ser variable, en general se recomienda llevar el catéter de eco a la porción distal del segmento stentado y posteriormente realizar una retirada controlada. Con esto se consigue una buena reconstrucción tridimensional de la bifurcación cubierta. También se pueden realizar exploraciones manuales insistiendo en los puntos de máximo interés para recoger imágenes de alta calidad. Los puntos que se exploran dentro del segmento stentado en el vaso principal serían los siguientes: segmento proximal, a la salida del ramo colateral, inmediatamente tras la salida del ramo colateral y en el segmento distal del *stent* (fig. 1). Fuera del *stent*, son puntos de interés el borde proximal y distal, y también el segmento de referencia proximal y distal.



**Fig. 1.** Metodología del estudio ultrasónico en pacientes con bifurcaciones. Puntos de interés en el segmento stentado en el vaso principal.

En cada punto explorado se obtienen las siguientes áreas: área de la lámina elástica externa, área del *stent* y área de la luz que, en caso de seguimiento, difiere de la anterior debido a la proliferación neointimal. La proliferación neointimal puede medirse en el punto de máxima estenosis mediante la resta del área del *stent* menos el área de la luz. En equipos con *software* adecuados también puede calcularse el volumen de la placa a lo largo del segmento stentado. La exploración ultrasónica del ramo colateral también puede realizarse para valorar la afectación de éste (fig. 2). Sin embargo, resulta técnicamente más difícil y proporciona datos menos valorables debido al menor tamaño del vaso (muchas veces próximo al del catéter de eco).



**Fig. 2.** Ejemplo de un paciente con una lesión localizada en la bifurcación descendente anterior/primer diagonal tratado con *stent* Frontier. Se han realizado 3 retiradas controladas: en el momento basal, post-*stent* desde el ramo principal y post-*stent* desde el ramo colateral. A la izquierda, angiografía basal (A) y posprocedimiento (B).

## ESTUDIOS ULTRASÓNICOS DE BIFURCACIONES TRATADAS CON STENTS FARMACOACTIVOS

En la actualidad se dispone de algunas series de estudios ultrasónicos en pacientes tratados con *stents* de fármacos en bifurcaciones. Sin embargo, los hallazgos difieren según se realicen en la fase aguda tras la implantación inmediata del *stent* o en el seguimiento. Por otra parte, también difieren según la técnica que se haya utilizado para el tratamiento de la bifurcación.

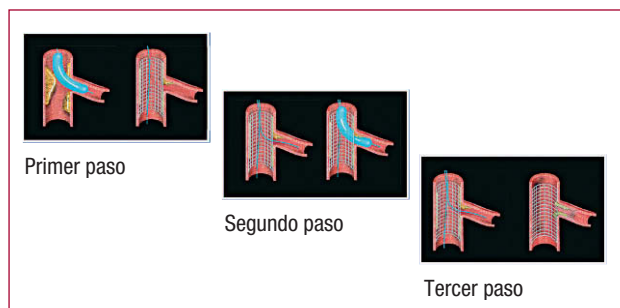
### Estudios de ecografía intracoronaria tras la utilización de técnicas simples

La técnica simple o *stent* provisional está resumida en la figura 3<sup>16,17</sup>. Como puede observarse, el ramo colateral puede predilatarse antes de la implantación del *stent* del ramo principal y terminar así el procedimiento si se obtiene un buen resultado. En caso contrario se procede a la posdilatación a través de la estructura metálica del *stent* y de nuevo, si se obtiene éxito, se da por concluido el procedimiento. La implantación del *stent* en el ramo colateral quedaría sólo reservada a los pacientes con resultado subóptimo después de haber realizado las maniobras anteriores. La utilización del eco tras la realización de esta técnica puede aplicarse en la fase inmediata postimplantación o en el seguimiento. En la fase inmediata aportará información sobre la geometría del *stent*, las posibles deformaciones inducidas por la dilatación del ramo colateral, el área mínima de la luz y los cambios inducidos por la posdilatación simultánea con 2 balones (*kissing-balloon*).

Teniendo en mente los estudios *in vitro*, los estudios con IVUS en bifurcaciones deben responder a las siguientes cuestiones:

1. Incidencia y gravedad de las deformidades tras la dilatación lateral de su estructura metálica.





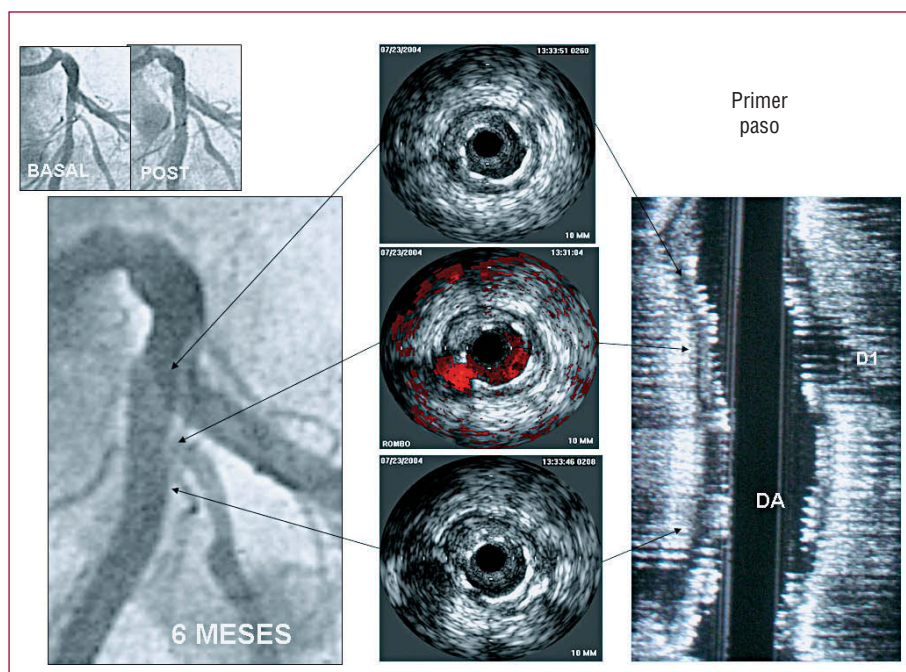
**Fig. 3.** Esquema representativo de la técnica de tratamiento de lesiones en bifurcación paso a paso.

2. Posibilidad de corregirlas tras la dilatación simultánea de balones (*kissing*).

3. Impacto de éstas en los eventos clínicos durante el seguimiento.

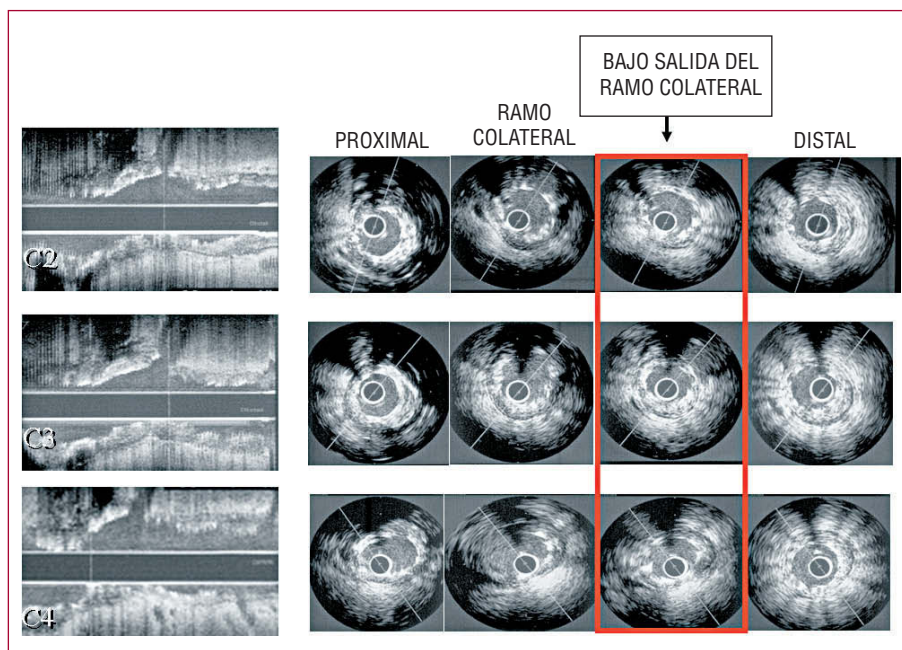
Según nuestra experiencia, se puede obtener éxito en el 27% de los pacientes tratados con el primer paso de la estrategia escalonada<sup>17</sup>. Estos pacientes no precisan dilatación lateral del *stent* y, por tanto, no experimentan deformaciones (fig. 4). En un estudio reciente<sup>18</sup> hemos observado que, en los casos que precisan angioplastia del ramo colateral, se observa una pérdida del área del *stent* en el segmento inmediatamente distal a la salida de éste, pero el *kissing* final no lo restituye a los valores basales (fig. 5). Por otra parte, el *kissing* final induce una sobredilatación del segmento proximal del *stent* y, a veces, deformidades adicio-

nales, pérdida de la simetría o daño del segmento proximal no cubierto (figs. 6 y 7). La influencia de estas deformaciones en la incidencia de eventos clínicos durante el seguimiento no ha sido demostrada en la era actual. En otro estudio de IVUS en bifurcaciones durante el seguimiento<sup>15</sup> observamos con frecuencia una reducción del área del *stent* tras la salida del ramo colateral en pacientes angiográficamente reevaluados a los 6 meses, que mostraban éxito tardío y ausencia de reestenosis. La hipótesis de que estas pequeñas deformidades no influyen en el seguimiento estaría basada en la utilización de *stents* con muy poca pérdida tardía y, por tanto, no sería aplicable a pacientes tratados con *stents* convencionales. En una serie de 120 pacientes tratados con *stents* Cypher y reevaluados a los 6 meses<sup>19</sup>, solamente 3 (2,6%) mostraron reestenosis en el punto tras la salida del ramo colateral, mientras que el origen de éste resultó la localización más frecuente de la reestenosis. Un ejemplo ilustrativo de estas consideraciones lo constituye el paciente de la figura 8. Tras la implantación de 2 *stents* en la descendente anterior/diagonal, el paciente mostró éxito tardío en la reevaluación a los 6 meses a pesar de una reducción del área del *stent* tras la salida del ramo colateral de más de 3 mm<sup>2</sup>. Posteriormente, desarrolló 3 eventos tardíos (una reestenosis y 2 trombosis) (fig. 8 B-D) relacionadas con el segmento proximal del *stent* (máxima cantidad de proliferación neointimal o trombo). Sorprendentemente, la zona de la deformación mostró en todos estos eventos una imagen con ausencia de proliferación neointimal y escasa cantidad de trombos (fig. 8 B-D).



**Fig. 4.** Ejemplo de un paciente con lesión en la arteria descendente anterior/diagonal tratado con predilatación de la diagonal e implantación de *stent* Cypher en la arteria descendente anterior. El estudio ultrasónico a los 6 meses demuestra una ausencia de proliferación neointimal y de deformaciones a lo largo de todo el segmento stentado. DA: descendente anterior; D<sub>1</sub>: primera diagonal.

**Fig. 5.** Estudio ultrasónico en un paciente con lesión en bifurcación en 3 momentos diferentes: tras implantación del *stent* en el vaso principal (C2), tras dilatación del ramo colateral a través de la estructura metálica del *stent* (C3), y tras realización de *kissing* final (C4). Puede observarse el inflado final en *kissing* no corrige en su totalidad la deformación inducida.

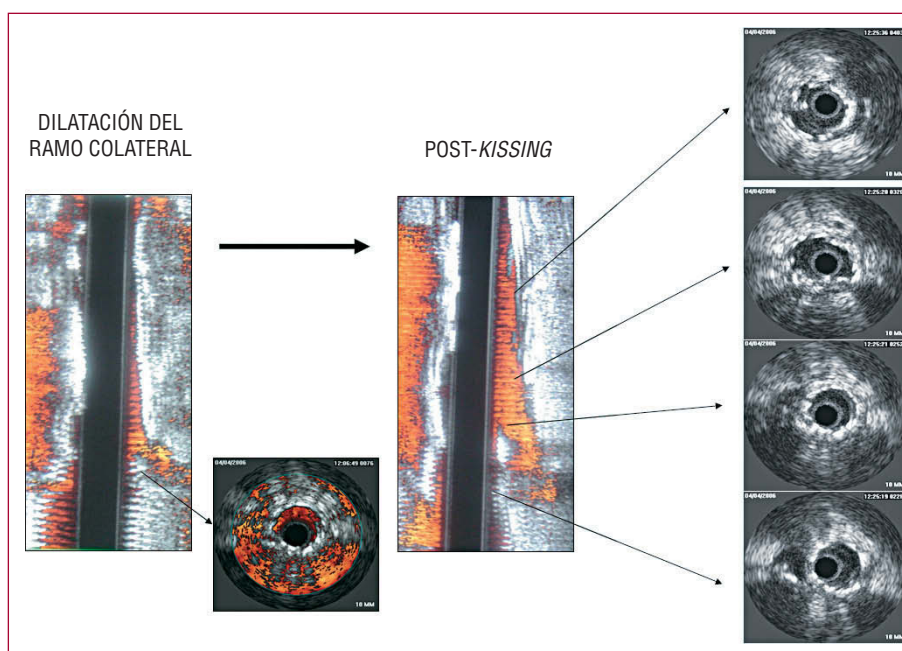


### Estudios de ecografía intracoronaria tras la utilización de técnicas complejas

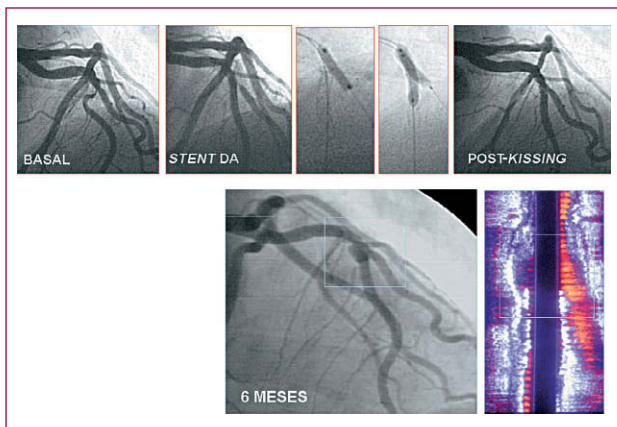
Cuando se utilizan técnicas complejas, hay consenso en terminar el procedimiento con un inflado simultáneo de balones (*kissing*)<sup>14</sup>. Recientemente, Costa et al<sup>20</sup> han descrito el aspecto ultrasónico de una serie de 40 bifurcaciones tratadas con *stents* liberadores de rapamicina con la técnica de *crush* y dilatación final en *kissing*. Se realizó el examen ultrasónico desde ambos ramos de la

bifurcación en distintos puntos. Los resultados en el área transversal del *stent* en el vaso principal proximal, zona de *crush* y distal no mostraron diferencias significativas. En el ramo secundario no hubo diferencias entre el área del *stent* proximal y distal, pero sí se observó que el punto del *stent* con menor área se localizaba en el origen del ramo secundario, atribuyendo a esta menor expansión la mayor incidencia de reestenosis observada en esa localización cuando se realiza una reconstrucción completa de la bifurcación con 2 *stents*.

**Fig. 6.** Estudio ultrasónico de una bifurcación tratada con *stent* en el vaso principal y dilatación del ramo colateral. A la izquierda estudio, ecografía intracoronaria (IVUS) tras la dilatación aislada del ramo colateral. Tras la dilatación con *kissing* se produce una sobreexpansión del segmento proximal y poca variación en el punto justo inmediatamente tras la salida del ramo colateral.



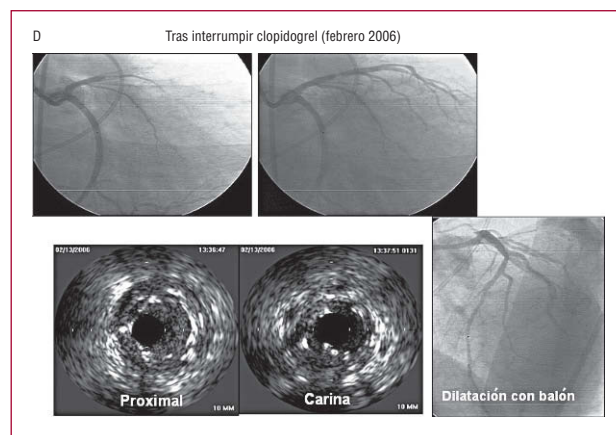
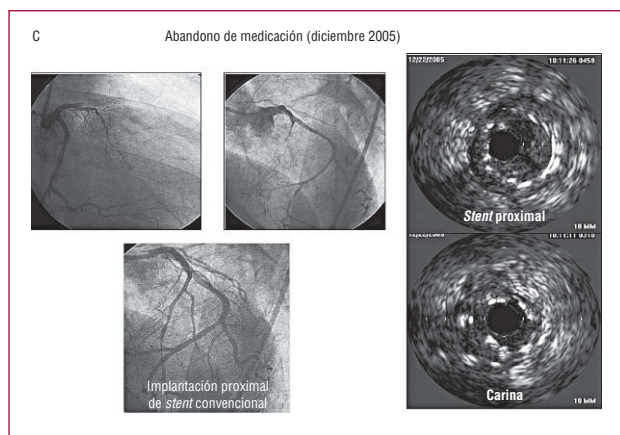
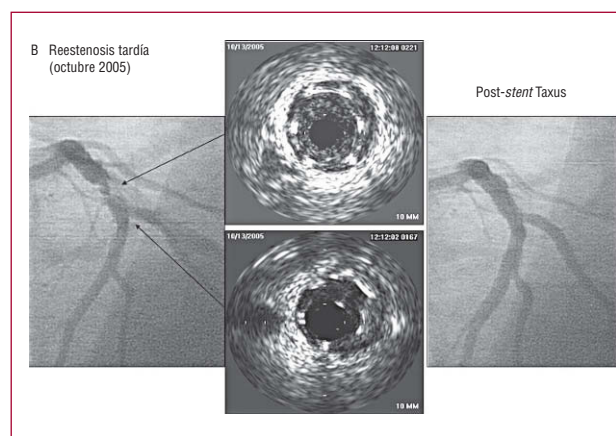
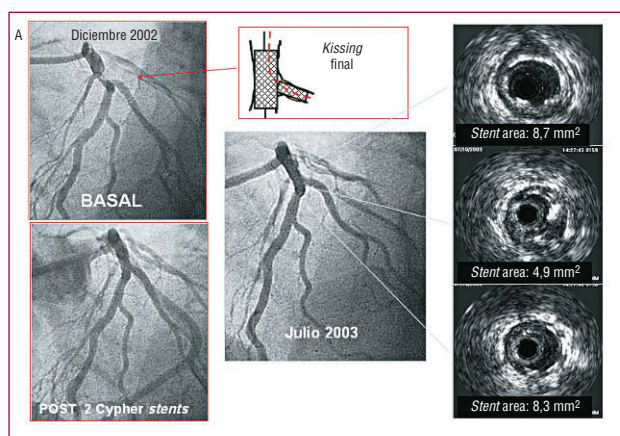




**Fig. 7.** Estudio seriado de un paciente con lesión en bifurcación de la descendente anterior/primer diagonal tratado con *stent* en el vaso principal y dilatación final con *kissing-balloon*. En el estudio de seguimiento se observa una pequeña formación aneurismática en el segmento proximal al *stent*. DA: descendente anterior.

### VALORACIÓN CON ULTRASONIDOS DEL GRADO DE PROLIFERACIÓN NEOINTIMAL EN EL SEGUIMIENTO EN DIFERENTES TIPOS DE STENTS FARMACOACTIVOS

Un punto importante en el tratamiento de las bifurcaciones es la selección del tipo de *stent*. En la actualidad, los *stents* liberadores de fármacos han demostrado mejores resultados que los obtenidos con *stents* convencionales<sup>16,21-24</sup>. La mayor experiencia se ha obtenido con los *stents* Cypher y Taxus, ya que fueron los primeros en estar disponibles para su uso clínico. Ambos han demostrado buenos resultados y, aunque se han publicado varios estudios comparativos entre ambos, ha habido pocos en el contexto de bifurcaciones<sup>25,26</sup>. En la tabla 1 se resumen los hallazgos ultrasonícos en un subgrupo de 61 pacientes del estudio aleatorizado CORPAL<sup>26</sup>. En este estudio se valoran todos los componentes de cada *stent* (plataforma metálica, fármaco, dosis y polímero). Como puede observarse en la tabla 1, se objetiva una falta de uniformidad en las áreas del *stent* a lo largo del segmento stentado. Así, las áreas de la luz y del *stent* fueron sig-



**Fig. 8.** Estudio angiocardiográfico seriado de un paciente con una lesión en la bifurcación descendente anterior/ramo diagonal tratada con 2 *stents* Cypher. En el estudio ultrasoníco se demuestra una deformación inmediatamente tras la salida del ramo colateral que no tuvo relación alguna con 3 eventos mayores ocurridos durante los 4 años de seguimiento (explicación en el texto).

**TABLA 1. Hallazgos ultrasónicos a los 8 meses de seguimiento**

	Sirolimus (n = 29)	Paclitaxel (n = 32)	P
<b>Referencia proximal</b>			
Área de la EEL (mm <sup>2</sup> )	16,6 ± 4,8	18,8 ± 3,6	NS
Área luminal (mm <sup>2</sup> )	8,8 ± 3,0	8,6 ± 3,3	NS
<b>Borde proximal</b>			
Área de la EEL	16,4 ± 4,8	17,6 ± 4,4	NS
Área luminal	7,4 ± 3,3	7,1 ± 3,2	NS
<b>Máxima expansión</b>			
Área de la EEL (mm <sup>2</sup> )	16,1 ± 4,6	18,5 ± 4,6	NS
Área del <i>stent</i> (mm <sup>2</sup> )	7,3 ± 2,3	7,2 ± 1,8	NS
Área luminal (mm <sup>2</sup> )	7,0 ± 2,3	6,6 ± 1,8	NS
Área neointimal (mm <sup>2</sup> )	0,23 ± 0,21	0,64 ± 0,93	< 0,05
<b>Mínimo diámetro luminal</b>			
Área de la EEL (mm <sup>2</sup> )	14,1 ± 3,7	15,8 ± 6,3	NS
Área del <i>stent</i> (mm <sup>2</sup> )	5,1 ± 1,5	5,9 ± 1,7	0,04
Área luminal (mm <sup>2</sup> )	4,6 ± 1,5	4,5 ± 1,7	NS
Área neointimal (mm <sup>2</sup> )	0,48 ± 0,64	1,4 ± 1,65	< 0,01
<b>Bajo el ramo colateral</b>			
Área de la EEL (mm <sup>2</sup> )	14,5 ± 3,8	16,4 ± 4,6	NS
Área del <i>stent</i> (mm <sup>2</sup> )	5,2 ± 1,5	5,9 ± 1,6	NS
Área luminal (mm <sup>2</sup> )	4,8 ± 1,6	5,1 ± 1,7	NS
Área neointimal (mm <sup>2</sup> )	0,38 ± 0,48	0,80 ± 1,0	< 0,05
<b>Borde distal</b>			
Área de la EEL (mm <sup>2</sup> )	10,9 ± 3,3	11,3 ± 3,8	NS
Área luminal (mm <sup>2</sup> )	5,9 ± 2,0	5,9 ± 2,3	NS
<b>Referencia distal</b>			
Área de la EEL (mm <sup>2</sup> )	10,0 ± 3,5	10,7 ± 4,3	NS
Área luminal (mm <sup>2</sup> )	6,0 ± 2,0	6,5 ± 2,7	NS

EEL: lámina elástica externa.  
Tomada de Pan et al<sup>26</sup>.

nificativamente más pequeñas en el punto situado justo tras la salida del ramo colateral en relación con el segmento proximal en ambos grupos. El área neointimal resultó significativamente mayor en el grupo de pacientes tratados con *stent* de paclitaxel. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los grupos en términos de área luminal, debido a que los *stents* de paclitaxel mostraron una expansión mejor en términos de área de *stent* (tabla 1). Aunque el grupo de pacientes es reducido, estos hallazgos parecen indicar una superioridad del *stent* Cypher en términos de inhibición de proliferación intimal, aunque con una peor plataforma metálica (menor área de *stent* que el Taxus).

## STENTS DEDICADOS EN EL TRATAMIENTO DE BIFURCACIONES

Los *stents* dedicados son plataformas metálicas exclusivamente diseñadas para bifurcaciones. En la mayoría de los casos pretenden asegurar el acceso al ramo colateral una vez implantado el *stent* en el vaso principal. De esta forma, el operador puede decidir si dilatar con balón y acabar el procedimiento, o implantar un segun-

do *stent*. La principal limitación que actualmente presentan es que la mayoría de éstos no están recubiertos con fármacos antiproliferativos, aunque las compañías tienen previsto incorporarlos en un corto período. Los distintos dispositivos dedicados al tratamiento de las bifurcaciones muestran patrones ultrasónicos propios. Se puede realizar un estudio con ecografía intracoronaria con el objeto de analizar la calidad del andamiaje y la distribución del *stent* en cada segmento de la bifurcación. En la figura 2 se muestra un ejemplo de un paciente con una lesión en bifurcación tratada con un *stent* dedicado (Frontier<sup>TM</sup>). Los ultrasonidos aportan una información muy valiosa sobre la correcta orientación de la ventana del ramo colateral. Así, se pueden definir dos apariencias ultrasónicas distintas, atendiendo a la orientación adecuada (grupo I) o inadecuada (grupo II) de este *stent*<sup>27</sup>. En el grupo I se observó un andamiaje adecuado con adaptación del *stent* a la geometría axial de cada segmento de la bifurcación, buena aposición de los *struts* a la pared vascular y un adecuado índice de simetría (> 0,85) en cada segmento. Se observó también cierto andamiaje del origen del ramo secundario, con la presencia de un portal lateral dirigido hacia el origen del mismo. Por el contrario, en el grupo II, en el que la orientación resultó inadecuada, se observó una doble capa de metal previa al origen del ramo secundario, sin objetivarse un portal lateral ni andamiaje del origen de éste. Asimismo, se observó una tendencia hacia un menor índice de simetría en el punto de menor expansión del *stent*, a diferencia del grupo I. Las observaciones del estudio con ecografía intracoronaria en el seguimiento mostraron un grado de hiperplasia neointimal comparable al observado en otros *stents* no recubiertos en lesiones no bifurcadas<sup>27,28</sup>. La distribución de la hiperplasia neointimal fue uniforme en toda la longitud del *stent*, con un patrón difuso, aunque con tendencia a localizarse principalmente en el segmento proximal del vaso principal justo antes de la salida del ramo secundario. En casos de lesiones largas en el vaso principal se puede completar el procedimiento con la implantación de *stents* adicionales. Un estudio reciente, con esta estrategia, en el que se utilizaron *stents* farmacoactivos y Frontier solapados, el estudio con IVUS puso de manifiesto al seguimiento una diferencia significativa en cuanto a la respuesta proliferativa de los diferentes segmentos cubiertos<sup>28</sup>. De acuerdo con estos hallazgos, en un futuro inmediato, la mayoría de los *stents* dedicados estarán recubiertos de fármacos.

## CONCLUSIONES

La IVUS es la herramienta ideal para realizar estudios clínicos de pacientes con bifurcaciones tratados con *stents* farmacoactivos. Permite valorar las deformaciones que produce el balón para acceder a la rama lateral (no evidenciadas por angiografía) y, de esta forma, comparar los resultados inmediatos de las diferentes técnicas

descritas. Los nuevos diseños que continuamente aparecen para uso clínico también pueden ser valorados y comparados con este método diagnóstico. Resulta un método excelente para la cuantificación del grado de proliferación neointimal en el seguimiento de los diferentes tipos de *stents* farmacoactivos, ya que permite realizar estudios comparativos entre ellos y aportar datos de interés sobre los mecanismos de la reestenosis.

## BIBLIOGRAFÍA

- Morice MC, Serruys PW, Sousa JE, Fajadet J, Hazashi EB, Perin M, et al; for the RAVEL Study Group. A randomized comparison of a sirolimus-eluting stent with a standard stent for coronary revascularization. *N Engl J Med*. 2002;346:1773-80.
- Regar E, Serruys PW, Bode C, Holubarsh C, Guernonprey JL, Wijns W, et al; on behalf of the RAVEL Study Group. Angiographic findings of the multicentre randomized study with the sirolimus-eluting by velocity balloon-expandable stent (RAVEL). *Circulation*. 2002;106:1949-56.
- Moses JW, Leon MB, Popma JJ, Fitzgerald P, Holmes DR, O'Shaughnessy, et al, for the SIRIUS Investigators. Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery. *N Engl J Med*. 2003;349:1315-23.
- Stone GW, Ellis SG, Cox DA, Hermiller J, O'Shaughnessy C, Mann JT, et al; TAXUS-IV Investigators. One-year clinical results with the slow-release, polymer-based, paclitaxel-eluting TAXUS stent: the TAXUS-IV trial. *Circulation*. 2004;109:1942-7.
- Suárez de Lezo JS, Medina A, Pan M, Delgado A, Segura J, Pavlovic D, et al. Rapamycin-eluting stents for the treatment of unprotected left main coronary disease. *Am Heart J*. 2004;148:481-5.
- Serruys PW, Degerteckin M, Tanabe K, Abizaid A, Sousa E, Colombo A, et al; for the RAVEL Study Group. Intravascular ultrasound findings in the multicenter, randomized, double-blind RAVEL trial. *Circulation*. 2002;106:798-803.
- Weissman NJ, Koglin J, Cox DA, Hermiller J, O'Shaughnessy C, Mann JT, et al. Polymer-based paclitaxel-eluting stents reduce in-stent neointimal tissue proliferation: a serial volumetric intravascular ultrasound analysis from the TAXUS-IV trial. *Am Coll Cardiol*. 2005;45:1201-5.
- Ormiston JA, Webster MW, Ruygrok PN, Stewart JT, White HD, Scott DS. Stent deformation following simulated side-branch dilatation comparison of five stents designs. *Catheter Cardiovasc Interv*. 1999;47:258-64.
- Lefèvre T, Louvard Y, Morice MC, Dumas P, Loubeyre C, Benslimane A, et al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments, and results. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2000;49:274-83.
- Ormiston JA, Webster MW, Ruygrok PN, Seifeddin EJ, Stewart JT, Scott D, et al. Drug-eluting stent for coronary bifurcations: Bench testing of provisional side branch strategies. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2006;67:49-55.
- Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol*. 2006;59:183-4.
- Louvard Y, Lefèvre T, Morice MC. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary disease. *Heart*. 2004;90:713-22.
- Colombo A, Stankovic G, Orlic D, Corvaja N, Liistro F, Airolidi F, et al. Modified t-stenting technique with crushing for bifurcation lesions: immediate results and 30-day outcome. *Cathet Cardiovasc Intervent*. 2003;60:145-51.
- Thomas M, Hildick-Smith D, Louvard Y, Albiero R, Darremont O, Stankovic G, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation disease. A consensus view from the first meeting of the european bifurcation club. *Eurointervention*. 2006;2:149-53.
- Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Delgado A, Segura J, et al. Six month intravascular ultrasound follow up of coronary bifurcation lesions treated with rapamycin-eluting stents: technical considerations. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:1278-86.
- Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Hernández E, Segura J, et al. Simple and complex stent strategies for bifurcated coronary arterial stenosis involving the SB origin. *Am J Cardiol*. 1999;83:1320-5.
- Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Segura J, Ramírez A, et al. A stepwise strategy for the stent treatment of bifurcated coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2002;55:50-7.
- Delgado A, Suárez de Lezo J, Pan M, Hernández E, Ortega J, Melián F, et al. Estudio ultrasónico comparativo, tras diversas manipulaciones, de lesiones coronarias en bifurcaciones tratadas con un sólo *stent*. *Rev Esp Cardiol*. 2006;59 Suppl 2:123.
- Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Delgado A, Segura J, et al. Restenosis after rapamycin-eluting stents for the treatment of bifurcated coronary lesions. *Circulation*. 2004;110:758.
- Costa RA, Mintz GS, Carlier SG, Lansky AJ, Moussa I, Fujii K, et al. Bifurcation coronary lesions treated with the «crush» technique: an intravascular ultrasound analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:599-605.
- Suwaidi J, Berger P, Rihal C, Garratt KN, Bell MR, Ting HH, et al. Immediate and long-term outcome of coronary stent implantation for true bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35:929-36.
- Yamashita T, Nishida T, Adamian MG, Briguori C, Vagheti M, Corvaja N, et al. Bifurcation lesions: two stents vs one stent: immediate and follow-up results. *J Am Coll Cardiol*. 2000;35:1145-51.
- Colombo A, Moses JW, Morice MC, Holmes LJ, Spanos V, Louvard Y, et al. Randomized study to evaluate sirolimus-eluting stents implanted at coronary bifurcation lesions. *Circulation*. 2004;109:1244-9.
- Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Segura J, Pavlovic DJ, et al. Rapamycin-eluting stents for the treatment of bifurcated coronary lesions: a randomized comparison of a simple versus complex strategy. *Am Heart J*. 2004;148:857-64.
- Hoye A, Van Mieghem CAG, Ong ATL, Auki J, Rodríguez-Graniello GA, Valgimigli M, et al. Treatment of de novo bifurcation lesions: comparison of sirolimus- and paclitaxel-eluting stents. *EuroIntervention*. 2005;1:24-30.
- Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Delgado A, Segura J, et al. Drug-eluting stents for the treatment of bifurcation lesions: A randomized comparison between paclitaxel and sirolimus stents. *Am Heart J*. 2007;153:e1-7.
- Amador C, Delgado A, Medina A, Hernández E, Melián F, Pan M, et al. Immediate and long term findings in bifurcation lesions treated with the dedicated stent system Frontier<sup>TM</sup>. *Circulation*. 2005;112 Suppl II:422.
- Delgado A, Amador C, Medina A, García A, Arbelo E, Hernández E, et al. Hallazgos ultrasónicos tardíos en una misma lesión tratada con *stent* farmacoactivo y Frontier solapados. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58 Suppl 1:82.