



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**TESIS DOCTORAL:**

**TÉCNICA DE LA GUÍA ENCARCELADA EN EL  
TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LAS  
BIFURCACIONES CORONARIAS TRATADAS CON  
STENTS: ESTUDIO ALEATORIZADO CON  
MICROSCOPIA ESTEREOSCÓPICA**

**Elena Villanueva Fernández**

**Córdoba, 14 de Octubre 2015**

TITULO: *Técnica de la guía encarcelada en el tratamiento percutáneo de las bifurcaciones coronarias con stents: estudio aleatorizado con microscopía estereoscópica.*

AUTOR: *Elena Villanueva Fernández*

---

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2016  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

[www.uco.es/publicaciones](http://www.uco.es/publicaciones)  
[publicaciones@uco.es](mailto:publicaciones@uco.es)

---



# Índice

1. INTRODUCCIÓN .....	8
1.1. DEFINICIÓN DE BIFURCACIÓN CORONARIA.....	8
1.2. VALORACIÓN ANGIOGRÁFICA. ANATOMÍA Y CLASIFICACIONES EN LA BIFURCACIÓN.....	13
1.3. VALORACIÓN ULTRASÓNICA.....	18
1.4. ESTRATEGIAS ACTUALES DE TRATAMIENTO PERCUTÁNEO .....	22
1.4.1. Revisión Histórica del tratamiento percutáneo .....	22
1.4.2. Técnicas de Tratamiento en las Bifurcaciones .....	24
1.4.3. Técnicas de Acceso a la Rama Lateral .....	35
1.4.4. Predilatación de la rama en el tratamiento simple.....	44
1.4.5. Técnica de la guía encarcelada .....	45
1.5. GUÍAS CORONARIAS .....	47
1.5.1. Estructura, Rendimiento y Manejo en la práctica habitual .....	47
1.5.2. Conocimiento actual del daño estructural de la guía coronaria en el intervencionismo percutáneo.....	54
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	56
2.1. OBJETIVO PRIMARIO .....	56
2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	56
3. MATERIAL Y MÉTODOS .....	58
3.1. PACIENTES.....	58
3.1.1. Estudio Observacional (Estudio Piloto).....	58
3.1.2. Estudio Aleatorizado .....	58
3.1.3. Criterios de inclusión .....	58

3.1.4.	Criterios de exclusión.....	59
3.2.	ESTUDIO ANGIOGRÁFICO .....	60
3.3.	ELECCIÓN DE LA GUÍA DEL RAMO LATERAL.....	62
3.4.	PROCEDIMIENTO TERAPEÚTICO .....	63
3.5.	ESTUDIO MACROSCÓPICO .....	64
3.6.	ESTUDIO MICROSCÓPICO .....	65
3.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	72
4.	RESULTADOS.....	74
4.1.	ESTUDIO PILOTO .....	74
4.1.1.	Datos basales .....	74
4.1.2.	Resultados de los procedimientos .....	80
4.1.3.	Resultados del análisis microscópico .....	82
4.2.	ESTUDIO RANDOMIZADO .....	83
4.2.1.	Datos basales .....	83
4.2.2.	Resultados de los procedimientos .....	88
4.2.3.	Resultados del análisis microscópico .....	89
4.2.4.	Influencia de los factores anatómicos en el deterioro de la integridad de la guía coronaria .....	90
4.2.5.	Influencia de los factores técnicos en el deterioro de la integridad de la guía coronaria .....	93
4.2.6.	Eficacia en la introducción de la guía en la rama lateral.....	94
4.2.7.	Fracasos en el wiring a la rama lateral.....	95
4.2.8.	Eventos clínicos mayores periprocedimiento .....	96
5.	DISCUSIÓN .....	98

5.1. Ventajas del uso de la guía encarcelada .....	98
5.2. Riesgos de la técnica de la guía encarcelada. La complicación más temida: la rotura de la guía.....	101
5.3. Recomendaciones actuales sobre el uso de guías coronarias en lesiones en bifurcación .....	105
5.4. ¿Cuál es la guía ideal para “encarcelar”?.....	106
5.5. Recomendaciones en la elección de la guía tras el análisis del daño microscópico y las complicaciones .....	108
5.6. Dificultades en el planteamiento del estudio .....	110
6. CONCLUSIONES.....	112
7. BIBLIOGRAFÍA .....	114



# **INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. DEFINICIÓN DE BIFURCACIÓN CORONARIA

*Bifurcación, del latín “bifurcus”, ahorquillado.*

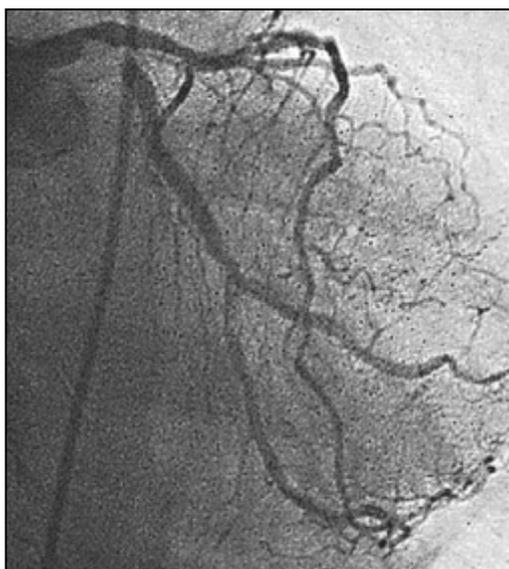
*Una lesión coronaria en bifurcación es aquella que ocurre sobre, o adyacente a, una división de una arteria coronaria epicárdica mayor<sup>1</sup>.*

El Club Europeo de Bifurcaciones (*European Bifurcation Club, EBC*) estableció una definición práctica que tiene en cuenta las características individuales del paciente. Una lesión en bifurcación es una estenosis coronaria que ocurre adyacente a, y/o que involucre el origen de una rama lateral significativa. Se considera rama lateral significativa toda aquella rama que no quiere perderse en el contexto global del paciente (síntomas, localización de la isquemia, rama responsable de los síntomas o la isquemia, viabilidad, función ventricular izquierda). Una correlación entre el tamaño de la rama, el tamaño medio del infarto que genera su oclusión y las consecuencias a corto y medio plazo pueden permitir una mejor definición de las ramas que requieren protección<sup>2</sup>.

La aterosclerosis es una enfermedad sistémica de evolución crónica, caracterizada por la formación de placas de tejido fibroso y elementos lipídicos con adherencia plaquetaria en el endotelio de las arterias, que afecta de forma difusa, aunque no uniforme, al territorio arterial<sup>3</sup>.

Las lesiones coronarias en bifurcaciones (Figura 1) constituyen entre el 15 y el 20% de las intervenciones coronarias percutáneas<sup>4</sup>. Esta elevada incidencia de lesiones en bifurcación se puede explicar por la tendencia de la aterosclerosis a afectar a las zonas de ramificación, como consecuencia de la turbulencia y de las intensas fuerzas tangenciales de cizallamiento que se producen a dicho nivel. Se encuadran dentro del grupo de lesiones complejas, conllevando un alto grado de dificultad técnica y asociándose además a una elevada tasa de

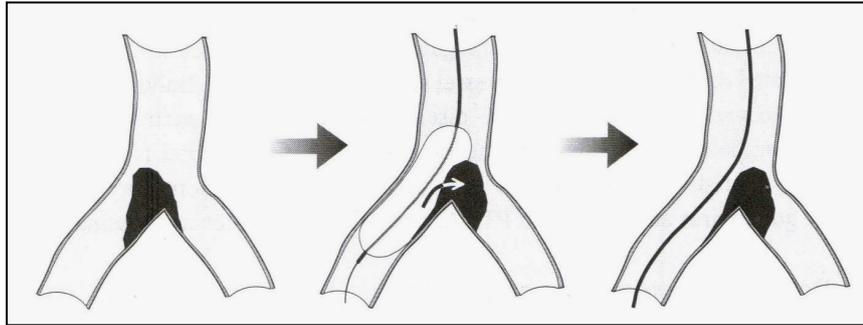
reestenosis así como de complicaciones<sup>5</sup>. No sólo resulta complejo su abordaje, sino también su adecuada valoración. Las lesiones en bifurcación pueden pasar desapercibidas, para su correcta valoración se necesitan proyecciones anguladas y especiales para la visualización de los orificios de salida de las ramas laterales, que pueden quedar ocultos bajo el vaso principal o solapados por las propias ramas<sup>6</sup>.



**Figura 1. Angiografía coronaria que muestra una estenosis grave a nivel de bifurcación distal del tronco coronario izquierdo (1,0,1). Extraída de Rev Esp Cardiol 2011;64:718-22<sup>68</sup>**

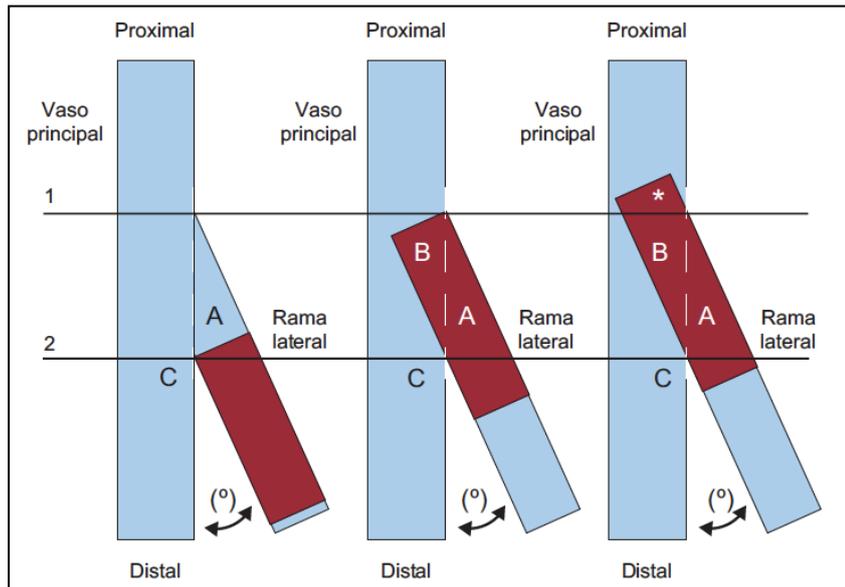
Algunos autores denominan “verdaderas bifurcaciones” a aquellas que presentan una estenosis mayor del 50% tanto en el vaso principal (VP) como en el origen de la rama lateral (RL) y “falsas bifurcaciones” a aquellas que presentan una lesión en el VP sin afectación significativa de la RL, pero que demuestran ser en última instancia, cuadros reales de afectación de la bifurcación cuando se realiza la intervención. En estas “falsas bifurcaciones” la RL queda casi siempre afectada durante el transcurso de la angioplastia debido a un desplazamiento de la carina o a una redistribución axial o circunferencial de la placa, que compromete el origen de la misma (fenómeno denominado “snow-plow o del quitanieves”,<sup>7-9</sup>

Figura 2).



**Figura 2. Fenómeno “Snow-plow o del quitanieves”<sup>10</sup>**

El tratamiento de estas lesiones resulta controvertido. Existen múltiples técnicas que se irán detallando a lo largo de este trabajo. En la época *pre-stent* estas lesiones eran abordadas mediante angioplastia con balón, lo cual implicaba un mayor riesgo de oclusión y reestenosis, sobre todo a nivel de la RL. Con la llegada del *stent*, especialmente tras la introducción de los *stents* farmacoactivos, los resultados cambiaron. Esta técnica garantiza un buen resultado del VP, sin embargo la RL queda “encarcelada” pudiendo comprometerse su ostium por desplazamiento de la placa o de la carina. Aún más complejo resulta el implante de *stent* en la RL como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3. Representación esquemática de una bifurcación coronaria con una angulación entre sus ramas que ilustra los problemas que plantea implantar un stent en la porción más proximal de la RL. La línea horizontal 1 representa la salida inicial (proximal) de la RL mientras que la línea horizontal 2 representa la localización de la carina (C). En la imagen de la izquierda, el stent (representado en rojo) se ajusta perfectamente a la carina para que no protruya al VP. Esta estrategia tiene el problema de que toda la enfermedad presente en la parte proximal (triángulo azul A) no quedará cubierta por el stent. En cambio en la imagen del centro, el stent (en rojo) se ajusta perfectamente al nacimiento de la RL y cubre perfectamente toda la enfermedad proximal de esta rama (triángulo rojo A). El problema de esta estrategia es que la parte medial de este stent protruye mucho en el VP (triángulo rojo B). En la práctica clínica habitual (imagen derecha), la parte más proximal del stent (\*) incluso puede quedar por encima del nacimiento de la RL. En estas dos últimas situaciones, es necesario aplastar (crush) toda la parte medial y proximal del stent implantado en la RL con otro stent en el VP. De esta forma, la RL queda doblemente enjaulada existiendo además en la zona inmediatamente proximal a la salida de la RL hay 3 capas (\*) de metal en la pared del VP. *Extraida Rev Esp Cardiol 2014;67(10):790-793*<sup>11</sup>.**

Por otra parte, hay que recordar que el árbol coronario se considera un objeto de geometría fractal, gobernado por la ley de Murray<sup>12</sup>, existiendo una relación entre el diámetro del vaso principal proximal y los diámetros de los vasos distales. El diámetro del vaso principal proximal sería 0,67 veces la suma del diámetro del vaso principal distal y el diámetro del ramo secundario. Este hecho pone de manifiesto la dificultad de lograr una expansión adecuada del *stent* en los segmentos proximal y distal con el empleo de una técnica simple de un sólo *stent* montado sobre balón que tiene un diámetro uniforme en toda su longitud (Figura 4).

## Bifurcación coronaria y geometría fractal

$$D_{\text{VASO PRINCIPAL PROXIMAL (VPP)}} = 0.678 \times (D_{\text{VASO PRINCIPAL DISTAL (VPD)}} + D_{\text{RAMO SECUNDARIO (RS)}})$$

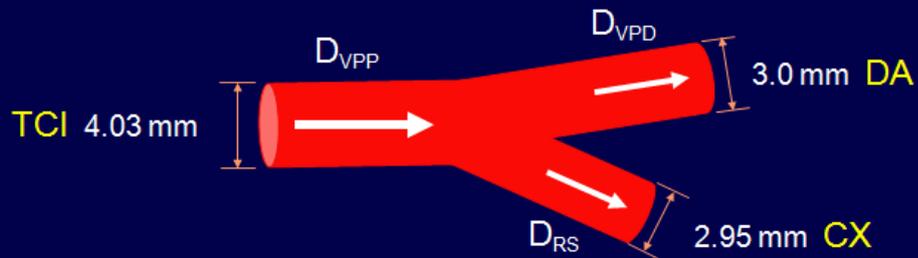


Figura 4. Ley de Murray aplicada a las lesiones coronarias

En general, las estrategias de tratamiento de las lesiones en bifurcación pueden clasificarse en simples (tratamiento con *stent* únicamente del vaso principal) y complejas (implante de *stent* en ambos ramos de la bifurcación). Se recomienda el uso de *stents* farmacoactivos al objeto de limitar la tasa de reestenosis y, consecuentemente, la necesidad de una segunda intervención, con las dificultades técnicas que ello conlleva<sup>13</sup>.

## 1.2. VALORACIÓN ANGIOGRÁFICA. ANATOMÍA Y

### CLASIFICACIONES EN LA BIFURCACIÓN

La morfología de las bifurcaciones es compleja y altamente variable, lo que dificulta su clasificación. Multitud de variables influyen en el abordaje y el resultado del tratamiento de una lesión en bifurcación. Algunas de ellas son: la localización, la severidad y la longitud de las lesiones, la posición de la placa en el VP con respecto al origen de la RL (contralateral o ipsilateral) y viceversa, el grado de calcificación de las lesiones, la carga de placa, los diámetros del VP y de la RL, el ángulo de salida de la RL con respecto al VP, el flujo TIMI en cada uno de los vasos distales, etc. Además, las lesiones que afectan al tronco común izquierdo o a una trifurcación en la que no hay un vaso claramente secundario probablemente debieran considerarse categorías en sí mismas<sup>3</sup>.

Clásicamente, las bifurcaciones se han clasificado en:

- *Bifurcación en "Y"*: Existe una angulación entre ambas ramas menor de 70°. En estos casos la RL presentará una mayor accesibilidad, pero también serán mayores las posibilidades de deterioro de la misma por desplazamiento de placa tras el inflado del balón en el VP (fenómeno de "snow-plow").

- *Bifurcación en "T"*: Existe una angulación mayor de 70° entre ambas ramas. Al contrario de lo que sucede en las *bifurcaciones en "Y"*, el desplazamiento de placa es menos problemático, pero puede ser más difícil el acceso a la RL en caso de necesidad de intervención (Figura 5).



Figura 5. Angiografías de dos pacientes, mostrando la bifurcación TCI-DA-CX. La imagen de la izquierda presenta una angulación  $< 70^\circ$  (bifurcación en “Y”) y la de la derecha angulación  $>70^\circ$  (bifurcación en “T”).

Existen numerosas clasificaciones de las lesiones bifurcadas, tales como las de Lefevre, Saborn y Safian que se muestran a continuación (Figuras 6 y 7).

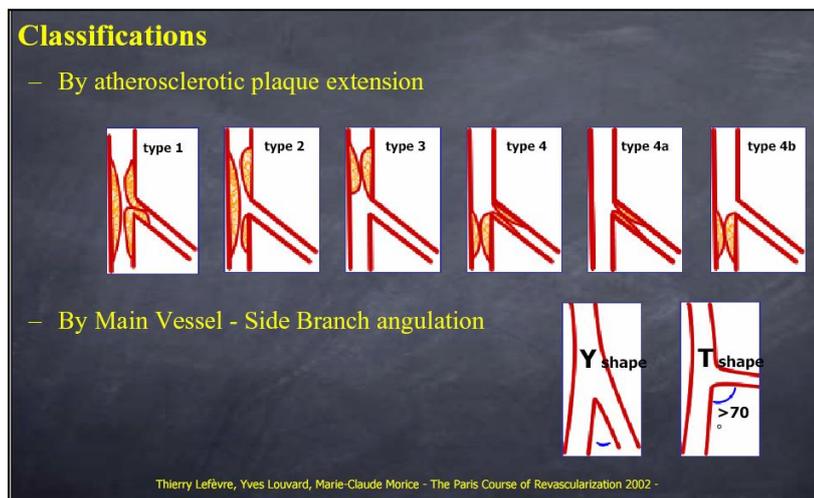


Figura 6. Clasificación de Thierry Lefèvre, Yves Louvard, Marie-Claude Morice<sup>14</sup>

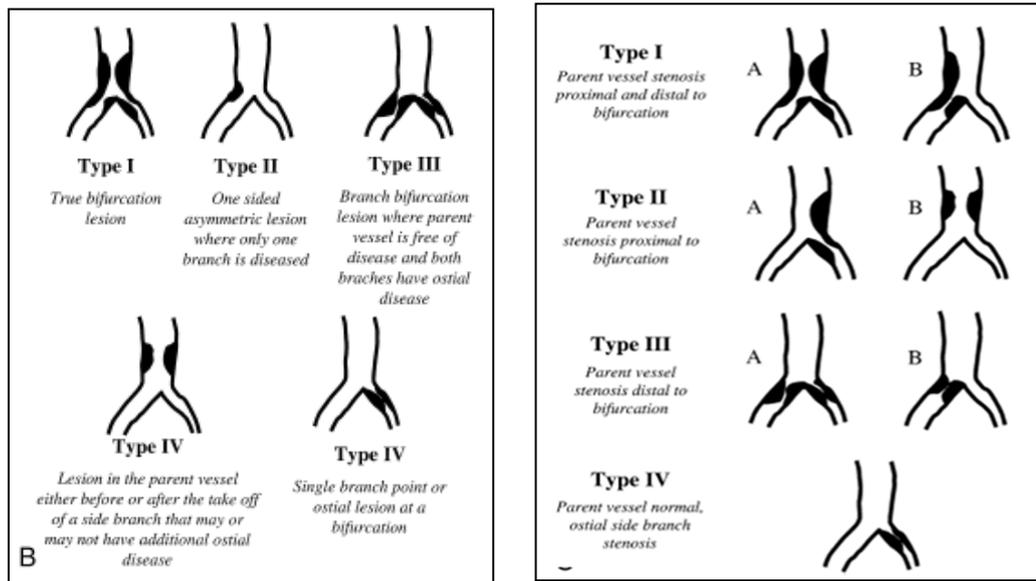


Figura 7. Clasificaciones de Sanborn<sup>15</sup> (izquierda) y Safian<sup>16</sup> (derecha)

Estas clasificaciones ilustran con precisión todas las posibles combinaciones pero son complejas, difíciles de memorizar y no tienen en cuenta las modificaciones que se van produciendo a medida que se realiza el tratamiento de la bifurcación.

El Club Europeo de Bifurcaciones ha propuesto un consenso sobre la nomenclatura de las bifurcaciones basada en la clasificación Medina et al<sup>17</sup>. Su éxito radica en su simplicidad, se puntúa 0 o 1 dependiendo de si hay una lesión > 50% en alguno de los tres segmentos evaluados: vaso principal proximal, vaso principal distal y origen de la rama lateral. Si hay lesión en alguno de estos segmentos, se asigna un 1 por ese orden (Figura 8).

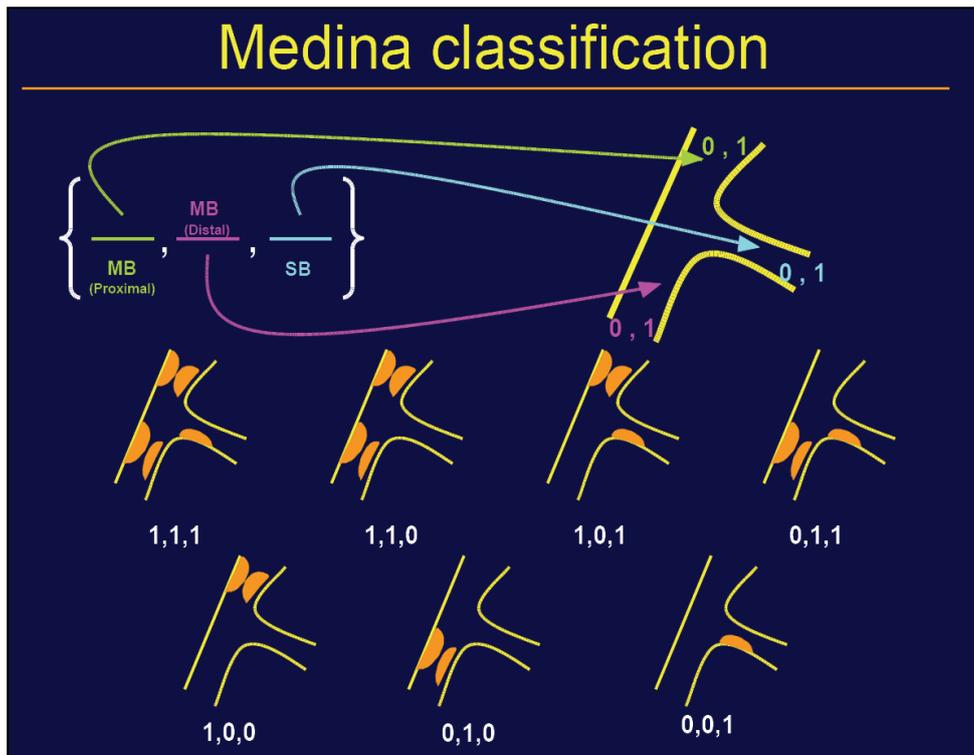


Figura 8. Clasificación de Medina<sup>8</sup>

Con respecto a las clasificaciones previas, ésta facilita la descripción de la anatomía de las bifurcaciones, lo que tiene implicaciones técnicas y estratégicas a la hora de afrontar el tratamiento percutáneo y valorar su resultado. Asimismo, facilita la inclusión de parámetros descriptivos en las bases de datos que analizan los resultados del tratamiento percutáneo de las bifurcaciones y permite a su vez, una unificación del lenguaje a la hora de comparar diferentes series y distintas estrategias de tratamiento.

Durante una intervención el operador tiene que decidir si se debe intervenir sobre la lesión en la RL y si se debe implantar un *stent* en la misma después de la angioplastia con balón. Aunque actualmente se utilizan diversos criterios angiográficos o de flujo para evaluar la gravedad de las lesiones en la RL, ninguno de ellos ha sido validado por el momento. La evaluación angiográfica puede resultar a veces inexacta y no reflejar la gravedad funcional de las lesiones, especialmente en las lesiones ostiales. La reserva fraccional de flujo (FFR) es un parámetro fácilmente obtenible para la evaluación fisiológica de las estenosis de la arterias

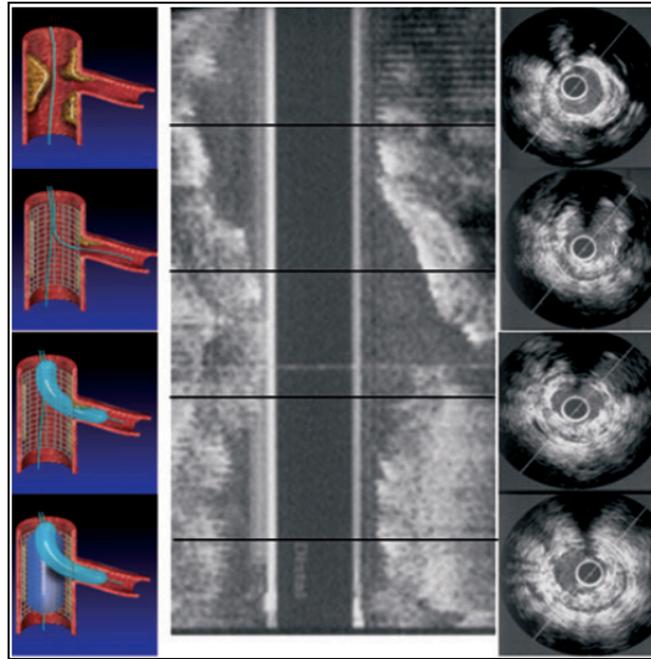
coronarias epicárdicas que tiene en cuenta la interacción entre la estenosis anatómica y la perfusión suministrada por una arteria coronaria específica. Recientemente, se han llevado a cabo una serie de investigaciones para comparar la gravedad funcional y la severidad angiográfica en lesiones sobre la RL y evaluar los resultados funcionales de lesiones en la RL encarceladas durante el seguimiento<sup>18</sup>. Estos estudios han demostrado: que el tratamiento provisional sobre la RL guiada por FFR es factible y eficaz; que la evaluación angiográfica sobreestima la gravedad funcional de lesiones sobre RL encarceladas en cada paso de la estrategia provisional en lesiones bifurcadas y que el estado funcional de las lesiones de RL encarceladas después del implante de un *stent* farmacoactivo sobre el VP no cambia significativamente durante el seguimiento. Estos hallazgos son cruciales para la comprensión de qué tipos de lesiones residuales sobre la RL son aceptables, no sólo al final del procedimiento, sino también en el seguimiento. Por lo tanto, debido a que la longitud de la lesión es un parámetro muy importante a tener en cuenta, es frecuente encontrar una estenosis severa en el ostium de la RL, pero de escasa longitud y sin isquemia inducible según la evaluación del FFR, de ahí la importancia del estudio funcional.

### 1.3. VALORACIÓN ULTRASÓNICA

La angiografía de contraste es la técnica tradicionalmente utilizada para evaluar la enfermedad coronaria in vivo, permite evaluar la localización de la placa, las irregularidades en su contorno y en la topografía del vaso y los resultados de la terapéutica intervencionista. Sin embargo, sólo proporciona una proyección del contorno de la luz del vaso y no es capaz de visualizar directamente la morfología y composición de la placa de ateroma. Como consecuencia de la visualización uniplanar, la medición directa del área transversal de la luz no resulta posible.

La ecografía intracoronaria o “*intravascular ultrasound*” (IVUS) ha sido fundamental en la comprensión de la enfermedad coronaria y en el desarrollo de la intervención percutánea. Su capacidad para analizar las paredes de las arterias con mayor precisión y reproducibilidad así como para caracterizar las lesiones arterioescleróticas ha permitido a la intervención percutánea superar las iniciales limitaciones de la angiografía<sup>19</sup>, ofreciendo imágenes tomográficas de alta resolución de la luz y la pared del vaso, permitiendo así una estimación directa del área de la luz, principal determinante del flujo coronario<sup>20</sup>. Las imágenes obtenidas por IVUS permiten estudiar la pared de los vasos con gran precisión (100-200  $\mu\text{m}$  comparado con los 0,15-0,25 mm de la angiografía), además de una perfecta caracterización de los tejidos incluida la placa, calcificación y fibrosis (Figura 9).

En el estudio STRUT se demostró que la composición de la placa de ateroma determinaba los resultados obtenidos tras la implantación del *stent*. De este modo, en presencia de placas severamente calcificadas por IVUS, el grado de expansión final del *stent*, así como su aposición y simetría, eran significativamente menores que cuando las placas tenían una calcificación ligera o no estaban calcificadas.



**Figura 9. Protocolo de estudio ultrasónico. A la izquierda se muestra cada una de las condiciones en las que se realiza el IVUS, y a la derecha los segmentos del *stent* estudiado en cada condición. Extraída de Rev Esp Cardiol 2008;61(9):930-5<sup>23</sup>**

Además de una excelente capacidad de valoración anatómica de la placa de ateroma, el IVUS ha demostrado su utilidad en la valoración funcional de las lesiones coronarias existiendo una buena correlación entre el flujo medido por IVUS y el obtenido por reserva fraccional de del flujo<sup>21</sup>.

Diferentes estudios la han validado como una técnica diagnóstica, permitiendo conocer aspectos fundamentales tanto de la caracterización de la placa a la hora de guiar el procedimiento percutáneo para el desarrollo de nuevas técnicas<sup>22</sup>, como de los cambios en la geometría y deformación del *stent* implantado<sup>23,24</sup> con el fin de evitar posibles complicaciones tales como la reestenosis o la oclusión subaguda. Otros estudios han demostrado que la angiografía convencional guiada con IVUS está asociada a menores tasas de eventos cardiacos adversos en el seguimiento<sup>25-28</sup>, sin embargo son necesarios ensayos randomizados para corroborar estos resultados.

Un destacado aspecto descrito en los últimos años mediante el uso del IVUS es la

“neoaterosclerosis intra-stent”, tanto tras el implante de *stents* convencionales (BMS) como farmacoactivos (DES). La neoaterosclerosis es un proceso de recomposición heterogénea de la neoíntima del *stent* con un núcleo lipídico necrótico, rico en microvasos, con frecuencia asociado a disrupción neointimal y trombosis, lo que favorece la aparición de procesos aterotrombóticos agudos, cuya incidencia es mayor en DES (36%) que en BMS (16%), siendo éstos de aparición más temprana en DES (> 2 años)<sup>29-31</sup>.

Por tanto, el IVUS se ha convertido en una herramienta fundamental en las salas de hemodinámica a la hora de tratar lesiones bifurcadas. Entre sus utilidades encontramos:

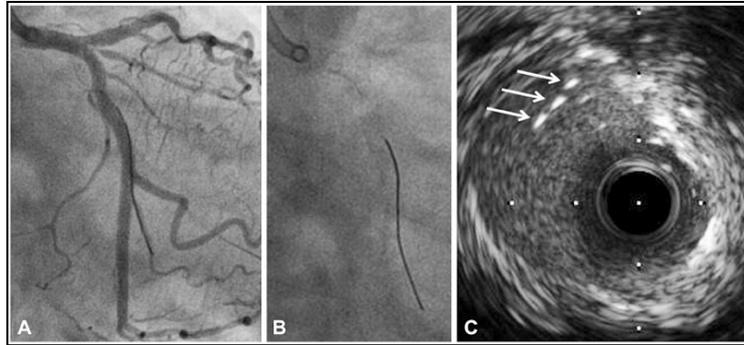
- 1) Antes del tratamiento percutáneo: Valoración longitudinal y composición de la placa, diámetros de referencia del VP y de la RL, análisis de zona de implante del *stent* y análisis del ostium de la RL.
- 2) Tras el implante de *stent*: Valoración la expansión y aposición del mismo, del ostium de la RL y de los diámetros del vaso post-*stent* (si existe sobre o inexpansión del *stent*), posibles disecciones y hematomas periadventicia<sup>23,24,32,33</sup>.

Concretamente, la valoración anatómica de las lesiones en bifurcación mediante IVUS permite identificar a pacientes con anatomía vulnerable de la carina en los que existe una mayor probabilidad de afectación de la rama lateral mediante la técnica del *stent* flotante. El denominado “signo de la ceja” se ha demostrado predictor de daño de la arteria circunfleja en el tratamiento de lesiones ostiales de la arteria descendente anterior<sup>22,32</sup>.

Sin embargo, a día de hoy no existe evidencia suficiente que establezca que el uso rutinario del IVUS mejore los resultados en el seguimiento a largo plazo.

Finalmente, y en relación con el tema que nos ocupa en el presente estudio, el IVUS puede permitir la valoración de fragmentos de guía fracturada que a veces son imperceptibles

mediante escopia (Figura 10).



**Figura 10.** Imágenes de escopia e IVUS de fragmento de guía fracturada. A) La punta radiopaca se evidencia en la la arteria circunfleja (ACX) y su pequeña rama. B) Los filamentos largos y delgados de la guía no se evidencian por escopia en la porción proximal de la ACX. C) Mediante IVUS se evidencian fragmentos (flechas blancas) a nivel de ACX proximal y Tronco coronario izquierdo. Extraída de Korean Circ J. 2013 Nov;43(11):761-765<sup>112</sup>.

## 1.4. ESTRATEGIAS ACTUALES DE TRATAMIENTO PERCUTÁNEO

En los últimos años se han utilizado múltiples técnicas destinadas al abordaje de las lesiones en bifurcaciones. A la hora de abordar el tratamiento es importante definir el patrón de enfermedad focal o difuso de cada rama de la bifurcación, la distribución de la placa a lo largo de cada vaso y el territorio miocárdico irrigado por cada uno, visualizar con precisión la configuración de la bifurcación coronaria enferma y realizar varias proyecciones antes de iniciar el procedimiento para definir la estrategia óptima. En la mayoría de los casos suele existir un vaso dominante, de mayor calibre, que se considera continuación del vaso principal (VP) y otro menor, la rama lateral (RL) o secundaria.

Aunque se han descrito múltiples técnicas<sup>34</sup>, de forma general, pueden dividirse en dos grandes bloques: **técnicas simples**, basadas en el implante de un solo *stent* en el VP, frente a **técnicas complejas**, en las que además se implanta un *stent* en la RL. La estrategia simple o “*provisional stenting*” se ha impuesto como la técnica de elección, siendo el procedimiento recomendado en las Guías de Práctica Clínica<sup>35-40</sup>.

### 1.4.1. *Revisión Histórica del tratamiento percutáneo*

En la “*época pre-stent*” los resultados inmediatos y a medio plazo de la angioplastia con balón en las lesiones en bifurcación eran relativamente decepcionantes, presentando complicaciones frecuentes y una alta tasa de reestenosis<sup>41-44</sup>. Una lesión en bifurcación con afectación significativa de una RL importante suponía frecuentemente una indicación de cirugía coronaria, a pesar de las mejoras graduales en los equipos y en los abordajes técnicos (como el inflado simultáneo de 2 balones en la lesión, *kissing balloon*). Las técnicas de «reducción de volumen de placa» (*debulking*), como la aterectomía direccional o rotacional (en boga a principios de los años noventa) no mejoraron significativamente los resultados

obtenidos en la angioplastia de la bifurcación<sup>6</sup>.

En la “**época de los stents convencionales**” existía controversia en la elección del mejor tratamiento para las lesiones coronarias que afectan a bifurcaciones mayores. Durante la implantación de un *stent* en el VP se producía un “enjaulamiento” del ostium de la RL, lo cual podía provocar la oclusión o compromiso de dicha rama. En tal caso la presencia de metal en el ostium impedía el acceso a la RL y dificultaba su angioplastia (concepto que se denominó “*stent jail*”). Algunos autores desaconsejaron el uso de esta técnica en el caso de bifurcaciones mayores<sup>45</sup>.

Se diseñaron modelos de *stents* convencionales que presentaban características especiales con capacidad para sustentar la placa sirviendo de andamiaje de la lesión y a la vez, permitiendo un adecuado acceso a las ramas laterales. El *AVE micro-stent* y el *stent Wiktor* fueron de los primeros *stents* utilizados con este propósito. Tenían poca superficie metálica tras su expansión, lo cual conllevaba que el “*stent jail*” de la RL fuera mínimo, a expensas de que el andamiaje de la placa fuera más débil que el aportado por otros diseños de *stents*. Otros *stents* presentaban un área de superficie metálica intermedia, lo cual le aportaba mayor resistencia y flexibilidad, sin apenas detrimento en la facilidad de acceso a la rama.

En esta época de los *stents* convencionales surgieron varios estudios no aleatorizados que compararon la estrategia simple frente a la estrategia con dos *stents*, siendo casi siempre favorables a la estrategia simple como tratamiento de elección en los casos con anatomía favorable<sup>46-51</sup>. La estrategia de dos *stents* (en el VP y la RL) utilizando la plataforma de *stents* sin fármacos, con tasas de reestenosis comunicadas de hasta el 62%<sup>48</sup>, fue prácticamente abandonada por peores resultados clínicos que con *stent* provisional en la RL.

La “**era de los stents farmacoactivos**” supuso un renacido interés por la posibilidad de mejorar los resultados del tratamiento percutáneo de las bifurcaciones, y se presentaron

varios ensayos clínicos.

Se han publicado nueve metaanálisis relacionados con el tratamiento de lesiones bifurcadas<sup>52,36,53-59</sup>. Todos ellos compararon la estrategia simple frente a técnicas de doble *stent*, reportando resultados similares respecto a la aparición de eventos clínicos a medio plazo, sin encontrar diferencias en cuanto a mortalidad, nueva revascularización sobre la lesión diana o tasas de trombosis de *stent*. Todos los estudios reportaron menores tasas de infarto agudo de miocardio en los pacientes sometidos a estrategia simple. Los dos principales estudios (NORDIC y BBC one) se incluyeron en un metaanálisis de datos individuales. Este metaanálisis confirmó el beneficio de la estrategia simple frente al implante sistemático de dos *stents* en todos los subgrupos especificados: bifurcaciones verdaderas, ángulos abiertos (>60°), ramas laterales importantes (> 2.75mm), lesiones largas de la rama lateral (> 5mm), lesiones ostiales de la RL y lesiones con diámetros distales equivalentes (diferencia en el diámetro de los vasos distales < 0.25mm). Además, la estrategia simple se asoció con una reducción significativa de la duración del procedimiento, de la exposición a radiación y del volumen de contraste utilizado. Derivado de esta evidencia las Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Europea de Cardiología recomiendan la estrategia simple como la técnica preferible en el abordaje de lesiones en bifurcación<sup>35</sup>.

#### **1.4.2. Técnicas de Tratamiento en las Bifurcaciones**

El consenso establecido por el Club Europeo de Bifurcaciones añade a la clasificación de Medina, la clasificación denominada con el acrónimo MADS (Main, Across, Distal, Side)<sup>2</sup>, que hace referencia al el tipo de tratamiento realizado con el propósito de permitir la comparación de las distintas técnicas en los distintos escenarios anatómicos y clínicos (Figura 11).

Esta clasificación se basa en la implantación del primer *stent* como elemento que

mejor define la estrategia inicial. La importancia de los diferentes segmentos de la bifurcación así como la localización y extensión de la lesión, serán lógicamente los principales factores que determinarán la estrategia inicial de tratamiento.

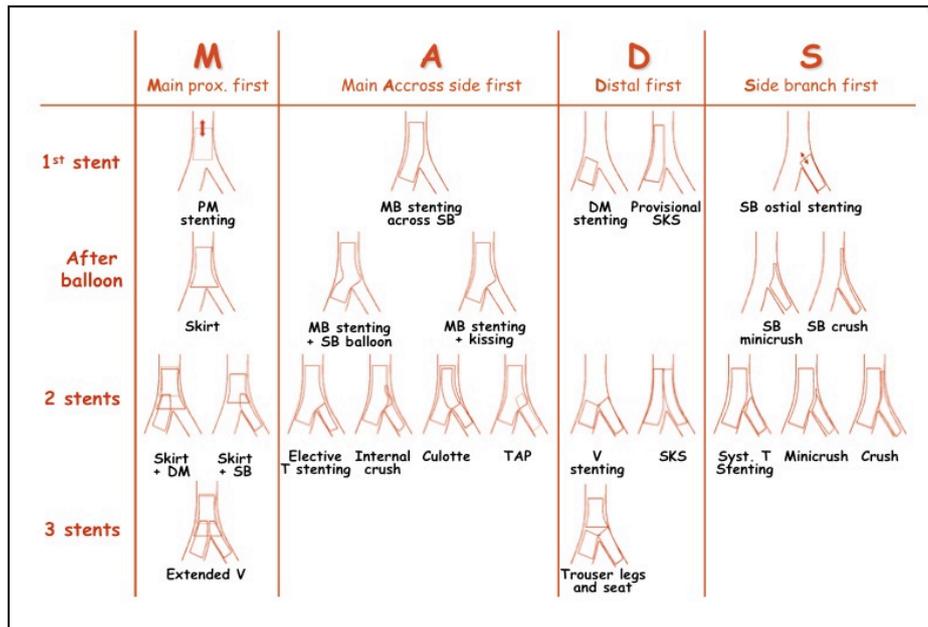


Figura 11. Clasificación MADS para el tratamiento de lesiones en bifurcación coronaria<sup>2</sup>

A continuación describiremos cada uno de los grupos de la clasificación MADS y la técnica más usada dentro de cada subgrupo.

### MAIN

En el primer grupo (M por "Main") se comienza estentando el segmento proximal del VP relativamente cerca de la carina. Posteriormente puede seguirse de la apertura del *stent* hacia ambas ramas ("Skirt")<sup>60,61</sup> con sucesiva ó simultánea liberación de *stents* en una ó las dos ramas distales.

### **Técnica de “stent en Y y Skirt”**

Esta técnica tiene un valor histórico peculiar, ya que fue una de las primeras técnicas de colocación de *stents* en bifurcación en vivo<sup>62</sup>. Esta técnica consiste en una predilatación inicial seguida del implante del *stent* en cada rama (Figura 12). Si los resultados no son adecuados, se puede implantar un tercer *stent* en la porción proximal del VP. Para tratar de aproximar el *stent* proximal a los *stents* ya desplegados, es necesario modificar el dispositivo de implante del *stent* mediante la colocación del *stent* con dos balones (Técnica de “*Skirt*”, Figura 13). Con esta técnica, el acceso a ambas ramas no se pierde. La ventaja es que se puede usar en bifurcaciones muy exigentes donde existe la necesidad de mantener el acceso a ambas ramas. La principal limitación es la necesidad de modificar el sistema del implante del *stent* proximal mediante dos balones. Cuando se usa un *stent* farmacoactivo puede conducir a la alteración del polímero, además no siempre es factible ajustar el *stent* proximal a los dos distales. Por ello, cuando es necesario realizar una técnica *en Y*, es preferible retirar la guía de la RL y avanzar y desplegar un *stent* proximal en el VP, tratando de aproximar dicho *stent* lo máximo posible a la carina formada.

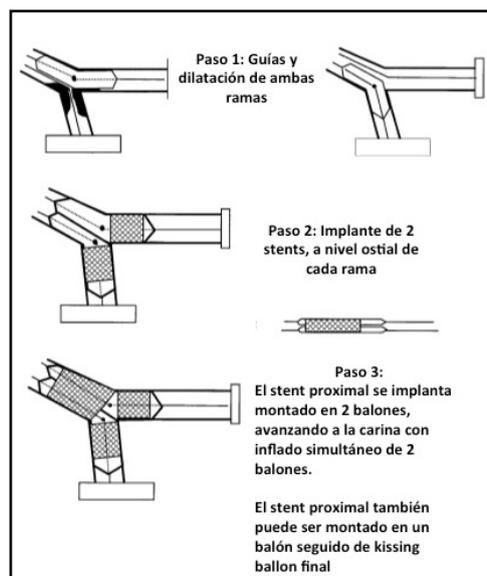


Figura 12. Técnica de stent en Y .Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup> .

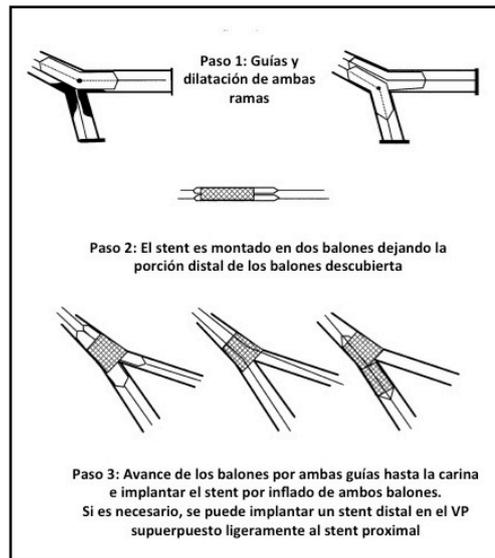


Figura 13. Técnica "Skirt". Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup>

### ACROSS

El segundo grupo (A por "Across"), el primer stent se implanta en el VP cubriendo la RL. Puede seguirse de la apertura de las celdas del *stent* con inflado simultáneo ó aislado del balón hacia la RL<sup>63</sup>, y si es necesario se libera un segundo *stent* hacia la RL, existiendo 4 posibilidades: "T stenting"<sup>64</sup>, "TAP" (*stent* en T con pequeña protrusión en el VP), "Culotte"<sup>65,66</sup> o "Crush interno".

#### **Técnica "Provisional T Stenting"**

Su inicio consiste en el tratamiento con *stent* del VP cubriendo el origen de la RL. Puede realizarse predilatación de la RL pre-implante del *stent* en el VP y finalizar el procedimiento tras la suelta del *stent* en el VP si se obtiene un buen resultado. En caso contrario, se procede a la postdilatación de la RL, a través de la pared metálica del *stent* y de nuevo, si se obtiene éxito, se da por concluido el procedimiento. Este segundo paso, puede realizarse mediante dilatación aislada de la RL, dilatación secuencial de la RL y del VP, o con dilatación simultánea de ambos vasos (kissing balloon)<sup>67</sup>. El implante del *stent* en la RL

quedaría sólo reservado a los pacientes con resultado subóptimo después de haber realizado las maniobras anteriores (“*T stenting*”) (Figura 14).

Una complicación temida tras la suelta del *stent* en el VP es la disección u oclusión infranqueable de la RL. Para dar solución a este problema, se ha descrito recientemente el “*inverted crush*”<sup>68</sup>. Consiste en utilizar la guía encarcelada para poder dilatar la RL ocluida, aplastando la parte proximal del *stent* del ramo principal. En este punto, se implanta un segundo *stent* en la RL y se finaliza el procedimiento como una implantación de *stent* con aplastamiento invertido.

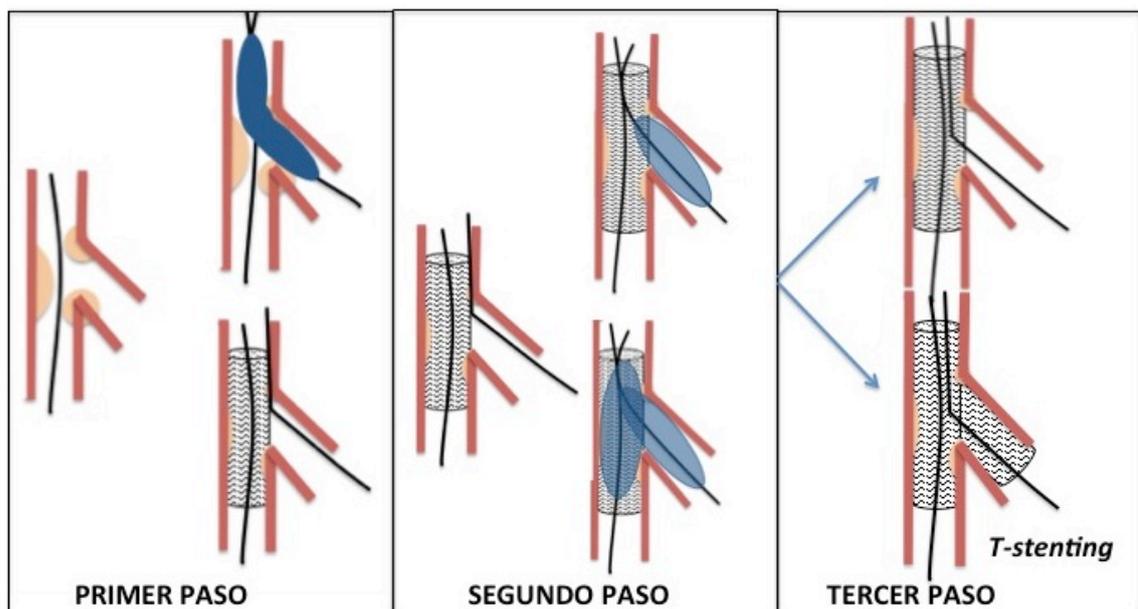


Figura 14. Técnica simple o “Provisional T Stenting”

### **Técnica de “culotte”**

Con esta técnica se usan dos *stents* para cubrir totalmente la bifurcación, a expensas de dejar doble capa de metal a nivel del componente proximal de la bifurcación. Presenta la ventaja de ser adecuada para bifurcaciones con cualquier grado de angulación permitiendo un andamiaje completo del origen de la RL, pero como desventaja presenta el hecho de la existencia de mucha carga de metal a nivel de la carina y de la porción proximal del VP<sup>65</sup> (Figura 15).



Figura 15. Técnica de culotte. Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup>

### **DISTAL**

El tercer grupo (D por “Distal”) incluye la liberación del *stent* en las ramas distales de la bifurcación. Históricamente comenzaba con la liberación de dos *stents* en los ostiums de la RL y el VP, “técnica en V”<sup>69,70</sup>. Una variante consiste en crear una nueva carina mediante el “kissing stenting”<sup>71,72</sup>.

### **Técnica de stent en V o stent simultáneo en kissing**

En esta técnica se avanzan dos *stents*, uno al VP y otro a la RL, de forma que ambos estén en contacto en su porción proximal, formando una nueva carina, denominándolo “*stent en V*” (Figura 16); si ésta se localiza dentro del VP se denomina “*stent simultáneo en kissing*” (Figura 17). Esta técnica es más adecuada para el tratamiento de bifurcaciones proximales con un ángulo angiográfico menor de 90°. Durante el procedimiento no se pierde al acceso a ninguno de los vasos y no es preciso cruzar las celdillas laterales de los *stent*. Sin embargo, en caso de precisar el implante de un nuevo *stent* en el vaso principal previo a la bifurcación, la posibilidad de dejar un espacio sin cubrir entre el borde proximal de los *stents* implantados en *V* o *kissing* y el nuevo *stent* es elevada. Asimismo, otra limitación la encontramos si queremos implantar un *stent* distal en cualquiera de los dos vasos, bien en el mismo procedimiento o en revisiones posteriores. En este caso la presencia de metal en el interior del vaso, puede dificultar el paso de la guía hacia alguno de los ramos, siendo preciso ocluir con un balón el *stent* al que se accedió con facilidad, para intentar favorecer el avance de la guía hacia el otro ramo<sup>72</sup>.

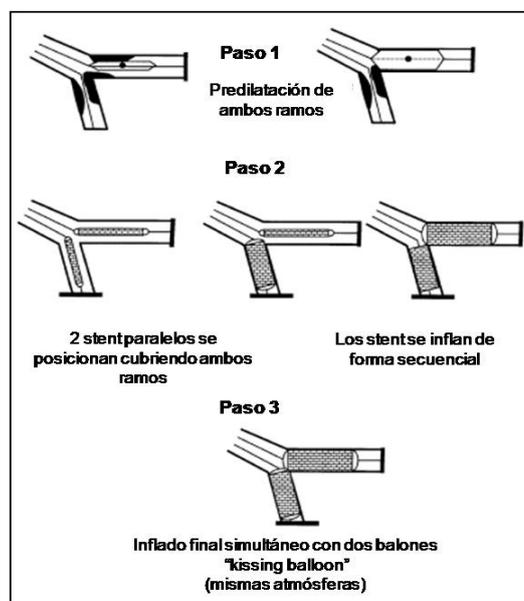


Figura 16. Técnica de *Stent en V*. Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup>

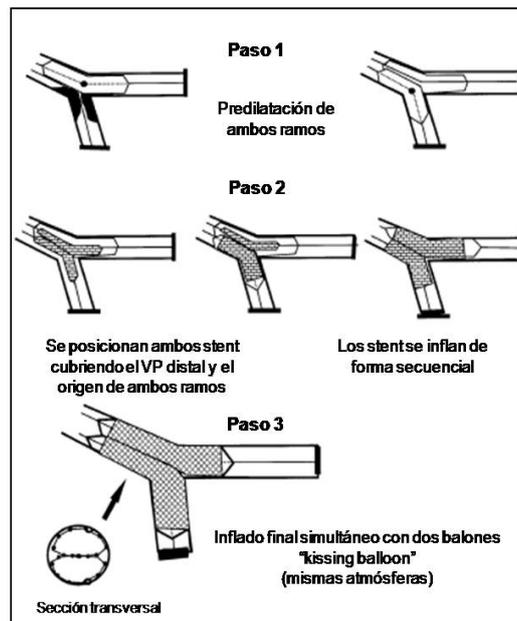


Figura 17. Técnica de *Stent* en Kissing. Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup>

## SIDE

El cuarto grupo (S por "Side"), la RL es estentada en primer lugar ya sea a nivel del ostium<sup>73</sup> ó protruyendo en el VP<sup>74,75</sup>. Si el *stent* queda ajustado al ostium, el siguiente paso sería estentar el VP (técnica del "*stent en T*"), pero si el *stent* de la RL protruye en el VP, éste puede ser "aplastado" con un balón inflado en el VP ó mediante un *stent* liberado en el mismo ("crush o minicrush").

### ***Técnica de "crush"***

Se inicia implantando un *stent* en la RL y tras retirar la guía y el balón, se infla el *stent* del VP, que aplasta las celdillas del *stent* implantando en la RL que protrúan en el VP—"crush"- (Figura 18). Siempre que se realiza esta técnica, hay que realizar una dilatación final en *kissing* para mejorar el contacto del metal con la pared vascular a nivel del origen de la RL y permitir una liberación más uniforme de la droga. Durante esta maniobra pueden encontrarse dificultades para avanzar la guía y el balón hacia la RL a través del *stent* del VP.

Existe una alternativa denominada “*crush reverso*”, que se puede llevar a cabo cuando tras realizar una estrategia simple con kissing, se obtiene un resultado subóptimo a nivel de la RL. Se posiciona un *stent* en el origen de la RL y un balón en el VP. Se implanta el *stent* de la RL y tras retirar la guía y el balón del mismo, se infla a altas atmósferas el balón del VP, para recruzar nuevamente a la RL y finalizar el procedimiento con inflado simultáneo con dos balones.

También existe una técnica de “*step crush*”, en la que se realiza un implante secuencial de los *stent*. Primero se implanta el *stent* del RL manteniendo un balón en el VP. Tras comprobar el buen resultado en la RL, se retiran la guía y el balón del mismo y se procede al inflado del balón que se había posicionado en el VP, para aplastar las celdillas que invaden el VP. El resto de los pasos es similar al “*crush*” convencional.

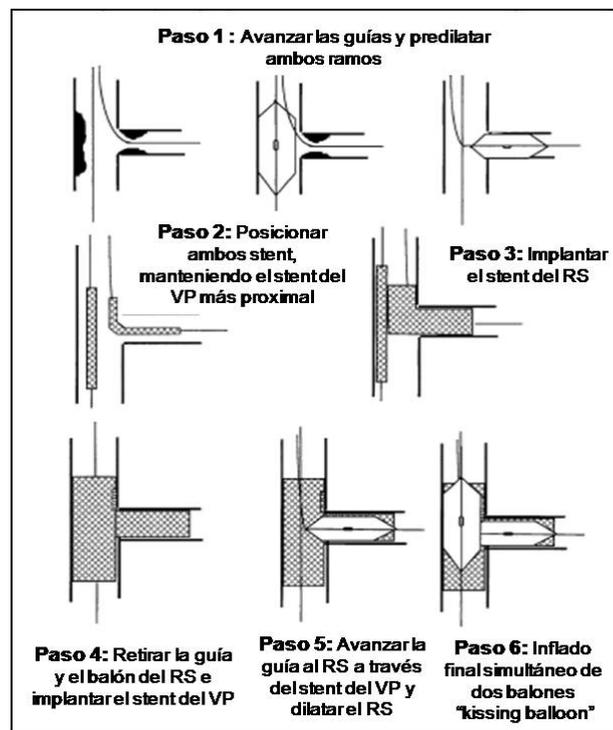


Figura 18. Técnica de Crush. Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup>

Se han definido además en esta clasificación las técnicas “invertidas” (Figura 19). Según las cuales en el grupo A se implanta un primer *stent* desde el VP al RL. En el grupo D mediante la implantación de un *stent* en el ramo RL con protrusión en el VP sin “crush”. En el grupo S mediante la implantación del primer *stent* en la porción distal del VP que puede seguirse de implantación de un segundo *stent* en el VP hacia el RL.

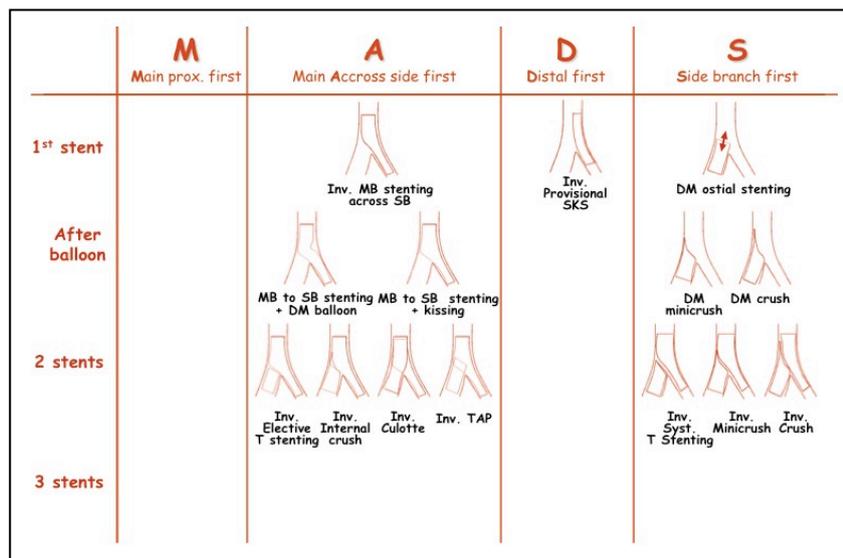


Figura 19. Clasificación MADS. Técnicas Invertidas<sup>2</sup>

### ***Técnica de “stent en T invertida”***

Consiste en implantar en primer lugar el *stent* del RL, evitando su protrusión en el VP, para lo cual nos podemos ayudar de un balón inflado a bajas atmósferas en el VP. A continuación se retira la guía y el balón del RL y se implanta el *stent* del VP, finalizando el procedimiento con inflado simultáneo con dos balones (Figura 20).

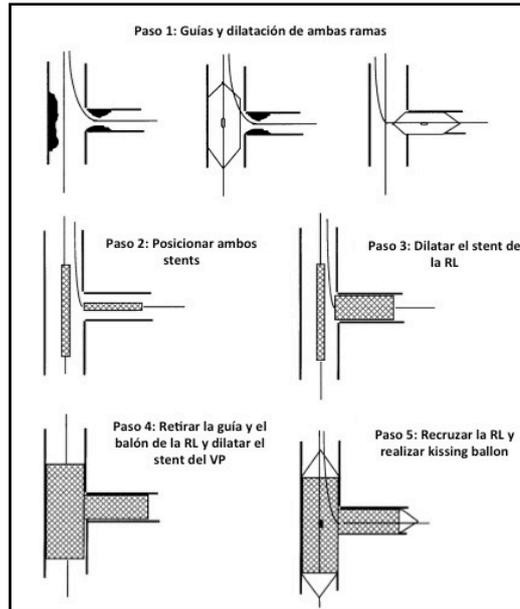


Figura 20. Técnica de *stent* en T invertida. Figura extraída de J Am Coll Cardiol. 2005 18;46(8):1446-55<sup>34</sup>

### **1.4.3. Técnicas de Acceso a la Rama Lateral**

La colocación de las guías tanto en el VP como en la RL, representan el punto clave para las intervenciones coronarias percutáneas en lesiones bifurcadas. Durante la intervención, el primer paso es el *wiring* o cruce de la RL que se realiza de forma sistemática, y en ocasiones se repite (*rewiring* o recruce) con el fin de tratar la RL. El *wiring* y *rewiring* son fases cruciales que requieren en la mayoría de los casos de la experiencia del operador. Se describen diferentes técnicas, las clásicas necesarias para cualquier procedimiento (anterógrada y “en retirada o *pull-back*”), y otras avanzadas (*reverse wire*, *wiring* con ayuda de catéter Venture, predilatación con balón y *debulking*).<sup>76</sup>

Durante el tratamiento simple o “provisional T *stenting*”, la colocación de la guía en la RL de acuerdo a la denominada “técnica de la guía encarcelada” se ha demostrado que mejora el resultado de la bifurcación<sup>77</sup>. Los operadores experimentados la utilizan de forma rutinaria con éxito en su práctica clínica. Sin embargo, el complejo patrón de anatomías coronarias y los diferentes modelos de distribución de la enfermedad aterosclerótica pueden hacer el *wiring* dificultoso, por lo que a veces se requieren técnicas específicas.

Los predictores angiográficos de dificultad en el *wiring* no han sido identificados en estudios clínicos, sino que se basan en la experiencia de operadores especialistas en el tratamiento de bifurcaciones. Se han descrito como posibles predictores: calcificaciones severas que implican la parte proximal del VP  $\pm$  ostium de la RL, la estenosis severa con una gran carga de placa en el VP, la tortuosidad proximal en el VP que limiten la manipulación de la guía y por lo tanto el acceso a la RL, la estenosis severa del ostium de la RL y el flujo de menos de TIMI 3 en la RL<sup>34,78</sup>. Por otra parte, la angulación entre el eje principal del VP y la RL es un problema importante en términos de acceso a la RL, siendo el *wiring* generalmente fácil cuando el ángulo de bifurcación es menor a 70º, y más dificultoso si el ángulo es mayor de 70º, sobre todo si excede los 90º.

El *wiring* puede ser complejo tras el implante del *stent* en el VP, cuando el flujo de la RL se ve comprometida o se ocluye, por lo que es necesario conocer los factores predictivos para poder evitarlos. En estudios angiográficos se identificaron los siguientes predictores de compromiso u oclusión de la RL: diámetro de referencia pequeño, estenosis del ostium de más del 50% antes de la colocación de *stents* en el VP, la implicación del ostium de la RL dentro de la lesión del VP y el ángulo pronunciado de la bifurcación<sup>79-81</sup>. En general, es evidente que cuando se aplica el “provisional T *stenting*”, la necesidad de *rewiring* a la RL como una estrategia de rescate es un evento relativamente frecuente, por lo que estas técnicas deben conocerse.

El *wiring* a la RL tiene un grado variable de dificultad técnica. La punta de la guía debe tener la forma adecuada para facilitar el *wiring* del VP y de la RL<sup>82</sup>. Como primer paso, por lo general es recomendable realizar el *wiring* en la rama que parece más difícil de acceder (o menos fácil) (Figura 21). La adherencia a esta norma reduce al mínimo el riesgo de torsión de la guía causado por manipulaciones excesivas de la misma alrededor de la guía previamente colocada.

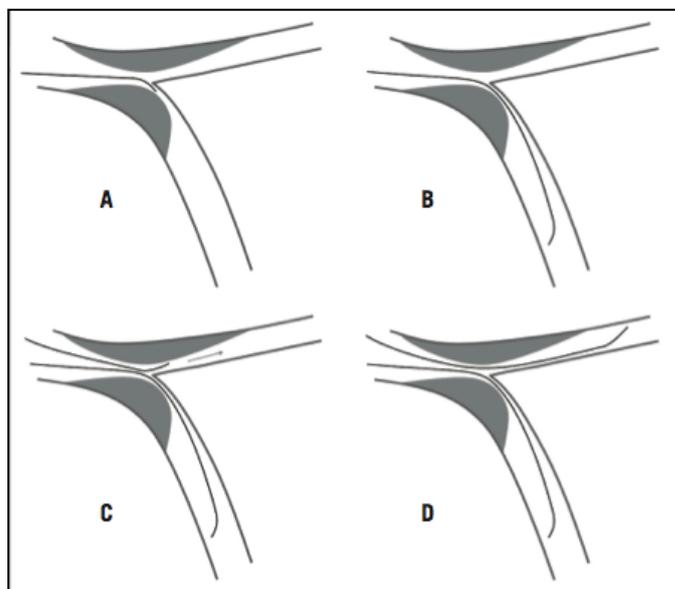


Figura 21. Wiring en una bifurcación, comenzando por la rama más difícil. Extraída de Eurointervention 2010 Dec;6SuplJ:J72-80.<sup>76</sup>

Cuando la carga de placa sobre la RL es mayor al 90% o se trata de una suboclusión, existen dos técnicas para realizar el *wiring*: el “*wiring anterógrado*” empujando directamente la guía desde el VP (Figura 22) y el “*pull-back o wiring en retirada*” que consiste en la entrada de la guía al VP y en retirada aprovechar la caída de la misma sobre el ostium del RL (Figura 23).

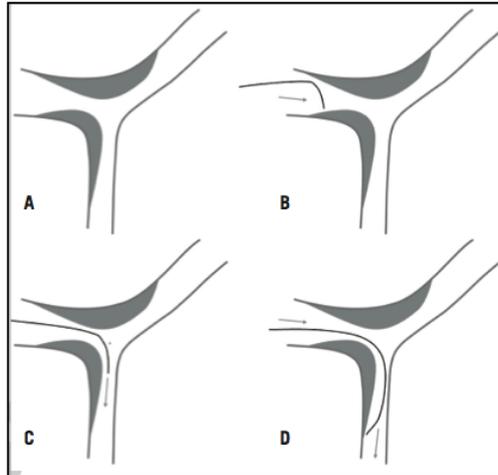


Figura 22. “*Wiring anterógrado*”. Extraída de Eurointervention 2010 Dec;6SuplJ:J72-80.<sup>76</sup>

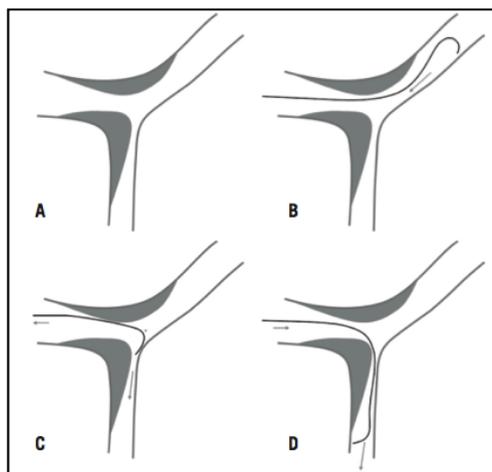


Figura 23. “*Pull-back wiring o en retirada*”. Extraídas de Eurointervention 2010 Dec;6SuplJ:J72-80.<sup>76</sup>

Una variedad de la anterior es el “*reverse wiring*” que se utiliza cuando la angulación entre las ramas es muy acusado, la guía se curva a unos 5 cm de su extremo distal y se avanza al VP distal, posteriormente al realizar el “*pull-back*”, la punta de la guía se acopla a la rama lateral (Figura 24).

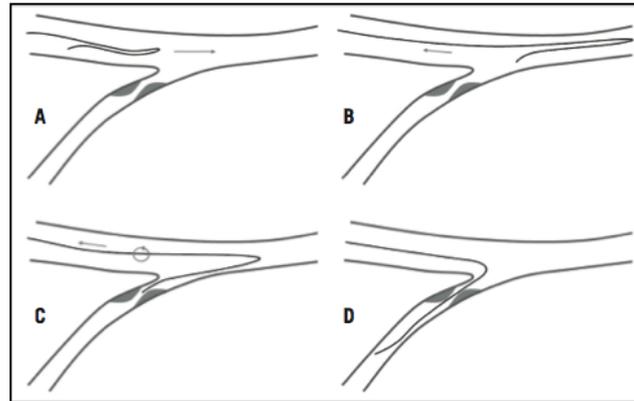
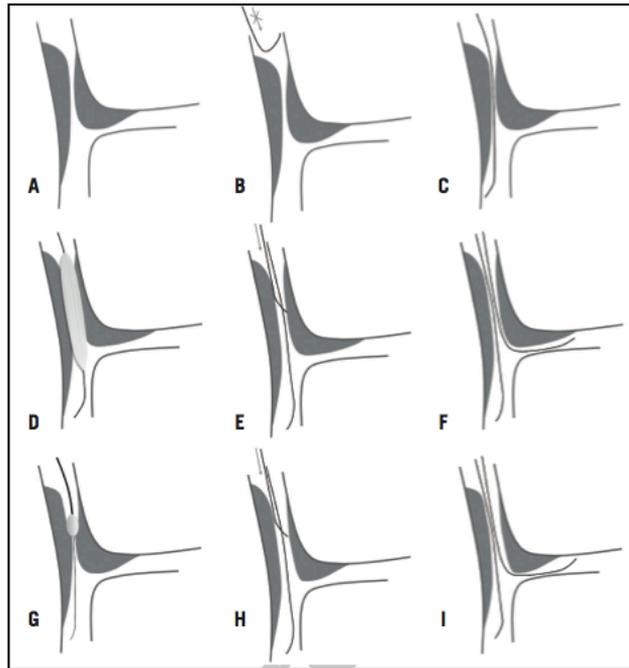


Figura 24. “Reverse wiring”. Extraída de Eurointervention 2010 Dec;6Supl J:J72-80.<sup>76</sup>

Otra técnica consiste en pasar una guía al VP realizando posteriormente una angioplastia con balón en el VP para intentar reformar la placa, de tal forma que nos permita el *wiring* a nivel de la RL (Figura 25, de A-F). Algunos intervencionistas prefieren realizar reducción de placa o “*debulking*” por medio de aterectomía rotacional o láser (Figura 25, de G-I).



**Figura 25. De A a F técnica de predilatación del VP para inserción de la guía en el RL. De la G a I, técnica de "debulking". Extraídas de Eurointervention 2010 Dec;6SuplJ:J72-80.<sup>76</sup>**

Cuando se tratan bifurcaciones con acceso complejo en la RL y no está prevista la implantación de *stent* en la misma, es preciso mantener el acceso abierto durante el implante del *stent* del VP. Para ello, hay dos técnicas: el "*jailed balloon protection*"<sup>83</sup> y "*la técnica de highway*"<sup>84</sup> (Figura 26). Estas técnicas se basan en el uso de un balón encarcelado en la RL, y aunque se consideran técnicamente muy exigentes, se puede considerar en bifurcaciones con alto riesgo de oclusión.

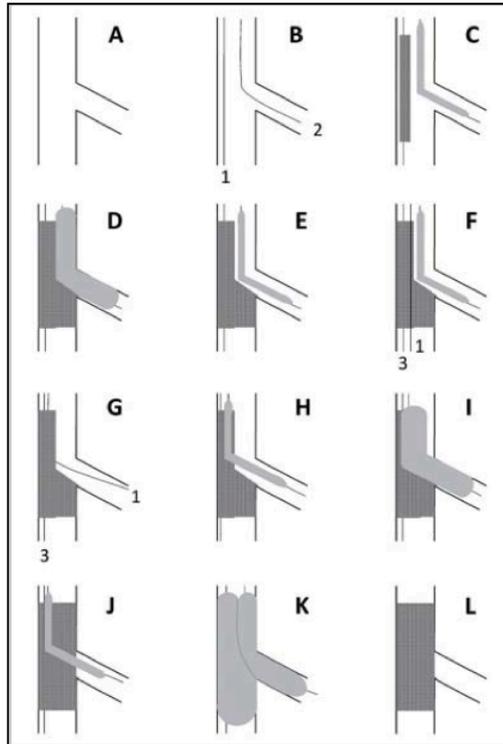
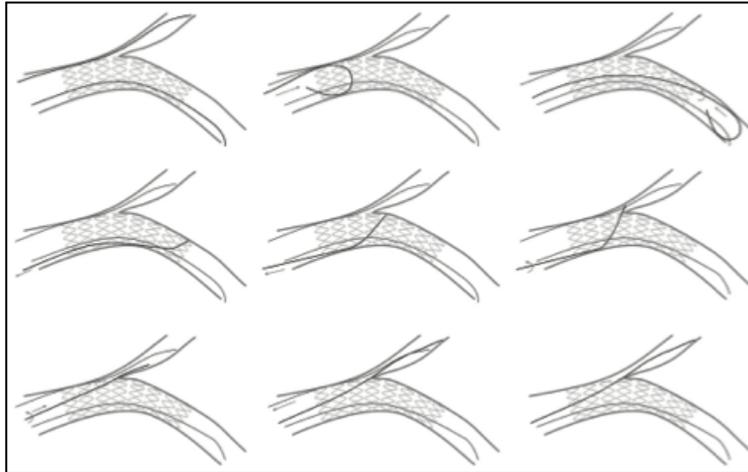


Figura 26. Técnica de “Highway”. Extraída de Eurointervention 2010;5:821-5<sup>84</sup>

Una vez que se ha adoptado un enfoque simple o “provisional T stenting”, puede ser necesario proceder a intervenciones adicionales en la RL tras la implantación del *stent* en el VP. El primer paso en cualquier otra intervención en la RL es el *rewiring*, que puede conllevar una importante complejidad.

Sin embargo, en los últimos años se ha reconocido que el *rewiring* puede influir en el tipo de distorsión del *stent* del VP tras la dilatación de la RL, por lo que el operador debe intentar pasar la guía en la parte más distal del ostium de la RL siendo la técnica más aceptada en la actualidad es el “*pull-back rewiring*” o en retirada (Figura 27)



**Figura 27. Rewiring con técnica en retirada o “pull-back rewiring”. Extraída de Eurointervention 2010 Dec;6SuplJ:J72-80.<sup>76</sup>**

En general, las guías poliméricas pueden acortar los tiempos y facilitan el *rewiring*, pero puede aumentar el riesgo de la navegación subintimal en la RL.

Un error frecuente asociado a la imposibilidad del *rewiring* puede ser la inexpansión del *stent* en el VP, por lo que en ocasiones es necesario la dilatación del *stent* en el VP. Otras dificultades pueden ser la angulación de la RL, la tortuosidad, etc, siendo preciso el uso de microcatéteres o catéter Venture, como comentaremos a continuación.

### **Nuevas Herramientas: Catéter Venture**

El catéter Venture se trata de un dispositivo de punta deflectable y dirigible que permite realizar el *wiring* en lesiones bifurcadas con difícil acceso (Figura 28). La luz interior permite utilizar cualquier guía coronaria. La punta distal de 8 mm es radioopaca y puede ser deflectada hasta 90° rotando en el sentido de las agujas del reloj con un torque localizado en la zona proximal del catéter. Para evitar traumatismos, el catéter Venture se avanza hasta la lesión sobre una guía y en posición recta. Una vez alcanzado el punto de interés, se comienza a curvar la punta hasta alcanzar el ángulo deseado. Esta capacidad de deflexión, junto con la posibilidad de girar la punta del catéter en un plano circunferencial, permite dirigir la guía facilitando el cruce de la lesión, y proporciona un excelente soporte. Una vez pasada la guía, se rota en sentido antihorario para volver el catéter a su posición recta y así retirarlo<sup>85</sup>.

Hay pocos datos en la literatura que reflejen el porcentaje de pacientes en los que es imposible pasar a la RL, en nuestro grupo la tasa de fracaso es del 3%<sup>86</sup>. En estos pacientes es en los que consideraríamos indicado el uso del catéter Venture.

En nuestra serie, la más amplia publicada hasta el momento, la tasa de éxito fue del 85% de las lesiones tratadas. En cuanto a la seguridad, no se documentaron complicaciones relacionadas con el catéter, únicamente se presentó una complicación con un catéter monorraíl que seccionó parcialmente la guía coronaria deshilachándola, pese a lo cual se consiguió finalizar el procedimiento de forma exitosa<sup>87</sup>.

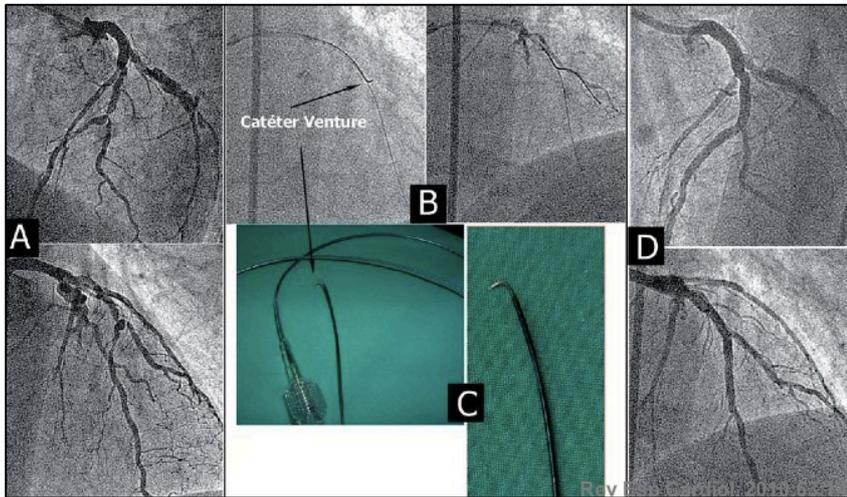


Figura 28. A) Lesión crítica en descendente anterior/primeradiagonal. B) Venture deflectado y paso de la guía. C) Catéter Venture. D) Resultado final. Figura extraída de Rev Esp Cardiol 2010;63:1487-91<sup>87</sup>

#### **1.4.4. Predilatación de la rama en el tratamiento simple**

La predilatación de la RL antes de la implantación del *stent* en el VP es otra maniobra que ha generado algunas controversias<sup>88</sup>.

##### **Las posibles ventajas de esta técnica serían:**

- 1) La predilatación podría aumentar la luz del vaso y facilitar el *rewiring* de la RL
- 2) Podría ayudar a mantener la RL abierto con un buen flujo TIMI tras el implante del *stent*
- 3) Podría ser un procedimiento definitivo en la RL (sin necesidad de postdilatación tras el implante de *stent* en el VP), preservando la geometría original del *stent* del VP .

##### **Las desventajas:**

- 1) La aparición de disección del orificio de la RL puede obstaculizar o impedir el acceso a la RL a través de los *struts* del *stent*
- 2) La ampliación de la luz de la RL aumenta la probabilidad de que el acceso se realice a través de un *strut* proximal y no a nivel de la carina, con el consiguiente mal andamiaje y un potencial aumento en la colocación de *stents* en la RL de forma innecesaria<sup>89,90</sup>.

Recientemente nuestro grupo ha publicado un estudio tratando de aclarar el papel de la predilatación de la rama cuando usamos la estrategia de “provisional T *stenting*”. El flujo TIMI III en la RL tras la colocación del *stent* en el VP fue más frecuente en los pacientes con predilatación (Flujo TIMI < III en el RL, grupo predilatación RL 4% vs grupo no predilatación 18%;  $p < 0.001$ ), sin encontrarse desventajas con respecto al grupo de no predilatación (la tasa de fallo del *rewiring*, el tiempo, el número de guías utilizadas y la tasa de implante de *stent* en la RL fueron similares en ambos grupos). Por tanto, esta maniobra podría utilizarse si se planea un tratamiento guiado por flujo TIMI para tratar las ramas laterales en lesiones en bifurcación. Además los pacientes a los que se realizó predilatación de la rama tuvieron un curso clínico

excelente, con una baja tasa de eventos cardiovasculares adversos mayores (MACE) en el seguimiento<sup>91</sup>.

#### 1.4.5. Técnica de la guía encarcelada

En la técnica de “provisional T stenting”, como hemos comentado anteriormente, si tras la suelta del *stent* en el VP la RL no presenta un buen resultado o se ocluye, se puede intentar recanalizar realizándose postdilatación a través de la malla metálica del *stent* e incluso implantación de *stent* (Técnica de T stenting).

La “técnica de la guía encarcelada o jailed-wire technique” consiste en mantener la guía coronaria en la RL durante la implantación del *stent* en el VP, de tal forma que queda atrapada entre la malla del *stent* y la pared del vaso (Figura 29 A y B, flecha roja).

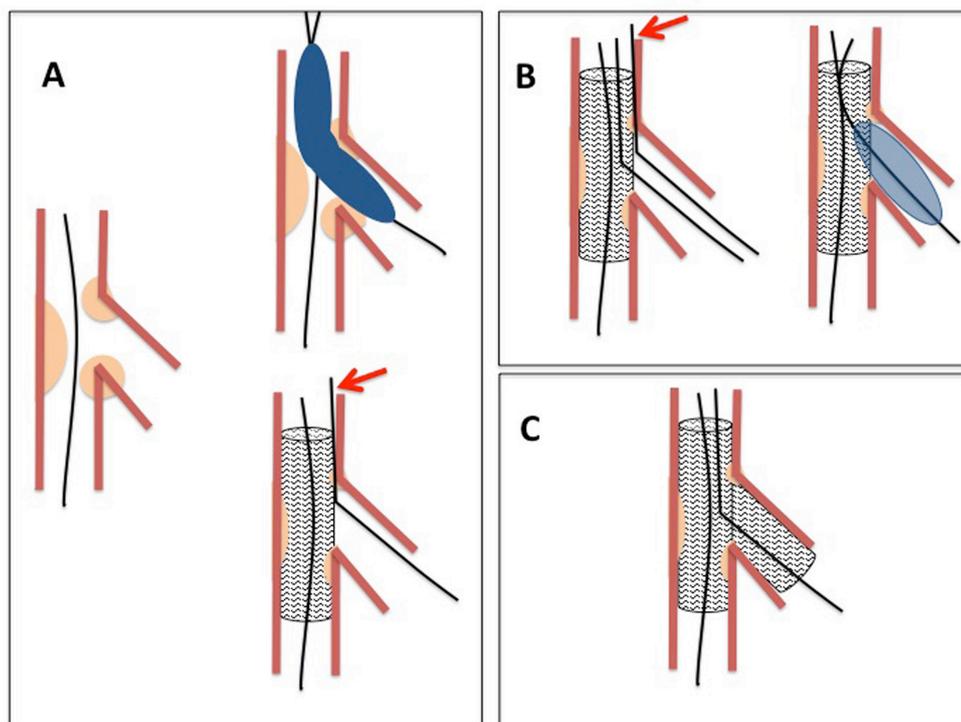


Figura 29. Técnica simple o “provisional stenting”: A) Guías en el VP y RL, con predilatación o no de la RL e implante del *stent* en el VP. La guía de la RL permanece atrapada o encarcelada (flecha roja) entre la pared del VP y la estructura metálica del *stent*; B) Recreuz y postdilatación de la RL. Tras introducir el balón en la RL, la guía encarcelada ha sido retirada; C) Si no presenta buen resultado la RL, se implanta *stent* en el misma (Técnica de T stenting).

Las ventajas de esta técnica son: mantener la RL permeable, ser un buen marcador en caso de oclusión, facilitar el acceso a la RL por modificar el ángulo, ser útil en caso de disección como marcador de la verdadera luz y facilitar la intubación del catéter guía.

La complicación más temida de esta técnica es el atrapamiento de la guía o rotura de la misma durante la intervención, que precisa de extracción de la guía coronaria, bien de forma percutánea o bien mediante cirugía<sup>92,93</sup>.

## 1.5. GUÍAS CORONARIAS

### 1.5.1. Estructura, Rendimiento y Manejo en la práctica habitual

La selección de la guía coronaria es un componente esencial de la intervención coronaria exitosa. La primera angioplastia coronaria realizada por Grüntzig en 1977 usó un catéter con un balón interno y una pequeña guía en la punta que lo hacía poco manejable, posteriormente Simpson et al. utilizaron un nuevo sistema de balón sobre una guía con movilidad de forma independiente, lo que permitió un soporte adecuado y una mejor manejabilidad. Desde entonces, la tecnología ha avanzado rápidamente.

La guía coronaria tiene entre sus funciones entrar en el vaso, acceder a la lesión y sobrepasarla de forma atraumática y proporcionar el soporte al catéter guía.

#### Estructura de la guía

Hoy en día existe una amplia gama de guías. Los principales componentes se muestran a continuación (Figura 30).

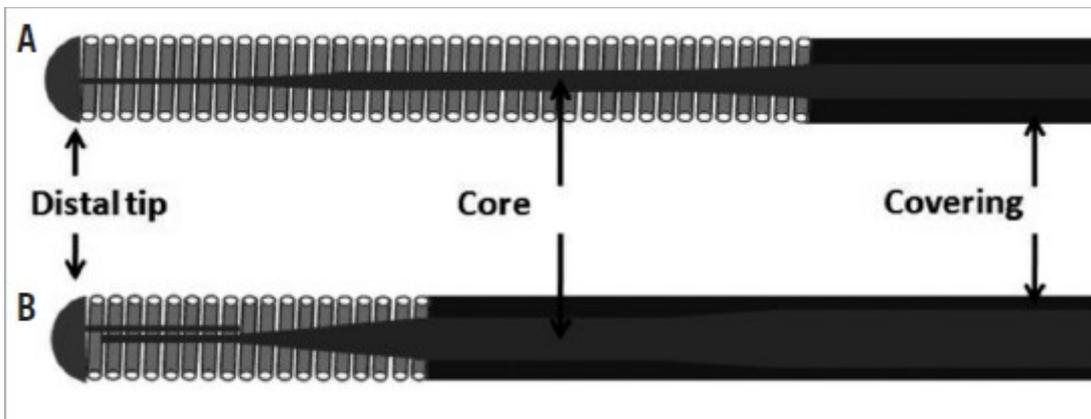


Figura 30. Principales componentes de la guía: Punta distal (distal tip), núcleo (core) y cubierta (covering). Extraída de Eurointervention 2010;6:1-8.

### *“Core o núcleo”*

La parte interna de la guía se conoce como “core”. Se extiende a través del eje de la guía desde el extremo proximal al distal donde comienza a disminuir. Es la parte más rígida que proporciona la estabilidad y maniobrabilidad. El material del *core* afecta a la flexibilidad, soporte, dirección y trazabilidad de la guía, mientras que su diámetro influye en la flexibilidad, soporte y torsión de la misma.

Los materiales del núcleo más usados son el acero inoxidable y nitinol y otras aleaciones metálicas. El acero inoxidable proporciona un excelente soporte, transmisión de fuerza de empuje y torsión, sin embargo estas guías son menos flexibles en comparación con los nuevos materiales, presentando mayor tendencia al *“kinking”* o retorcimiento”. El nitinol es una aleación superelástica de níquel y titanio caracterizada por su capacidad de recuperación y la resistencia al *“kinking”*, que proporciona una excelente flexibilidad y dirección, y mucho más resistente que el acero. Dado que el nitinol mantiene su forma y resiste el *“kinking”* es menos susceptible a la deformación y podría ser utilizado para el tratamiento de lesiones múltiples y de anatomía tortuosa, sin embargo tiene menos capacidad de torsión que el acero inoxidable.

El diámetro del núcleo influye en el rendimiento de la guía, a mayor diámetro mejor apoyo, a costa de una menor flexibilidad. Diámetros grandes permiten la respuesta “torque 1:1”, donde la guía gira una vuelta por cada vuelta en su extremo proximal para una mejor maniobrabilidad.

El núcleo de la guía va disminuyendo por lo general a lo largo de su longitud. Esa disminución puede tener longitud variable y puede ser continua o segmentaria.

### *“Tip o punta”*

El *“tip”* o punta” es el extremo distal de la guía. Las guías más usadas son aquellas que

tienen el núcleo en una sola pieza que se extiende hasta la punta donde se estrecha en grado variable (Figura 30, A), presentando una dirección y control de la punta precisa, suave para minimizar el trauma del vaso y con rigidez necesaria para cruzar lesiones resistentes. La otra variedad con dos piezas está diseñada para que el núcleo o “core” termine justo antes al llegar a la punta (Figura 30, B), con una pequeña pieza metálica que une el extremo del “core” junto con la punta, dotándola de mayor flexibilidad y menor probabilidad de traumatismo.

La punta puede estar cubierta de “coils” (*spring tip guidewires*) o de un polímero (*polimer tip guidewires*).

#### “Coils”

Los “coils” son el componente de recubrimiento externo de acero inoxidable que va enrollado sobre el núcleo. Éstos aportan flexibilidad de la porción distal y también afectan al apoyo, orientación, seguimiento y visibilidad de la guía. La visibilidad de la punta se debe a los “coils” de platino radiopacos que se colocan en la punta hasta 2 o 3 cm de longitud.

#### “Cubiertas”

Algunas guías en lugar de “coils” presentan un polímero o cubierta de plástico, proporcionando lubricidad y seguimiento en anatomías tortuosas.

#### “Revestimiento”

El revestimiento es la cubierta exterior que mantiene la estructura y el diámetro total e influye en el rendimiento de la guía. Afecta a la lubricidad y crea la “sensación táctil” de las mismas. El propósito del revestimiento es reducir la fricción ayudando a negociar en anatomías tortuosas y mejorar la circulación de los dispositivos a su través. El tipo y la longitud del revestimiento es variable, a menudo se aplica en los 30cm distales. Se utilizan dos tipos:

- *Hidrofílico*: Al entrar en contacto con líquidos se convierte en una superficie similar a

gel resbaladizo que actúa para reducir la fricción con las paredes de los vasos y mejorar la entrada en el vaso. Su uso se recomienda en operadores con experiencia ya que conlleva riesgo de disección subintimal o perforación de la arteria.

- *Hidrofóbico*: Son recubrimientos a base de silicona que repelen el agua, se aplican sobre la longitud de la guía a excepción de la punta distal. Aunque presentan mayor fricción, proporcionan sensación de estabilidad en el interior del vaso.

A pesar de esta clasificación es práctica habitual en la clínica diaria la diferenciación entre guías **“hidrofílicas o poliméricas”** (Figura 31 B) aquellas con una cubierta de plástico o polimérica y **“no hidrofílicas o no poliméricas”** (Figura 31 A), aquellas metálicas a pesar de tener un comportamiento hidrofílico. Como tal se utilizará esta clasificación a lo largo del presente trabajo.

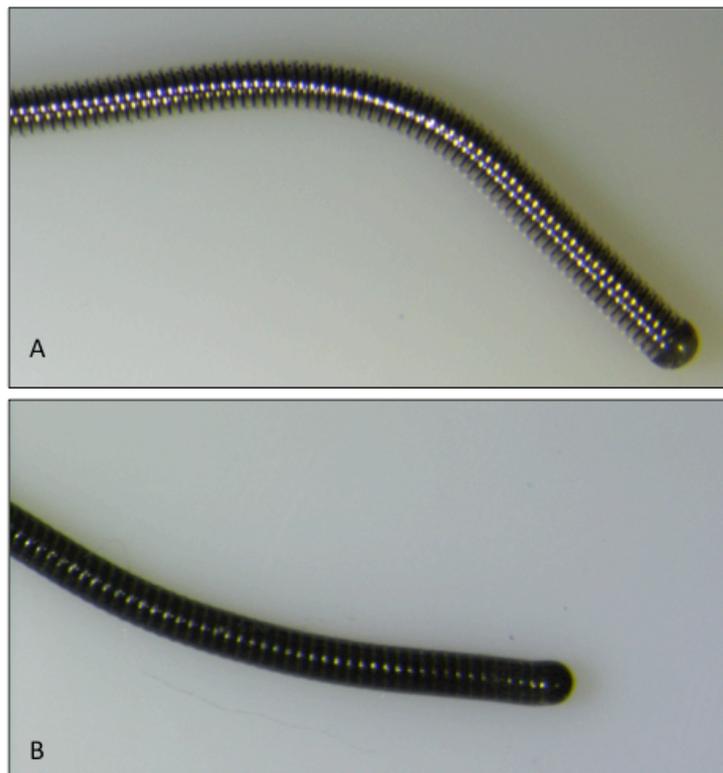


Figura 31. Imagen obtenida mediante microscopia estereoscópica. A) Guía “no hidrofílica” o “no polimérica”. B) Guía “hidrofílica o polimérica”.

### El rendimiento de las guías coronarias

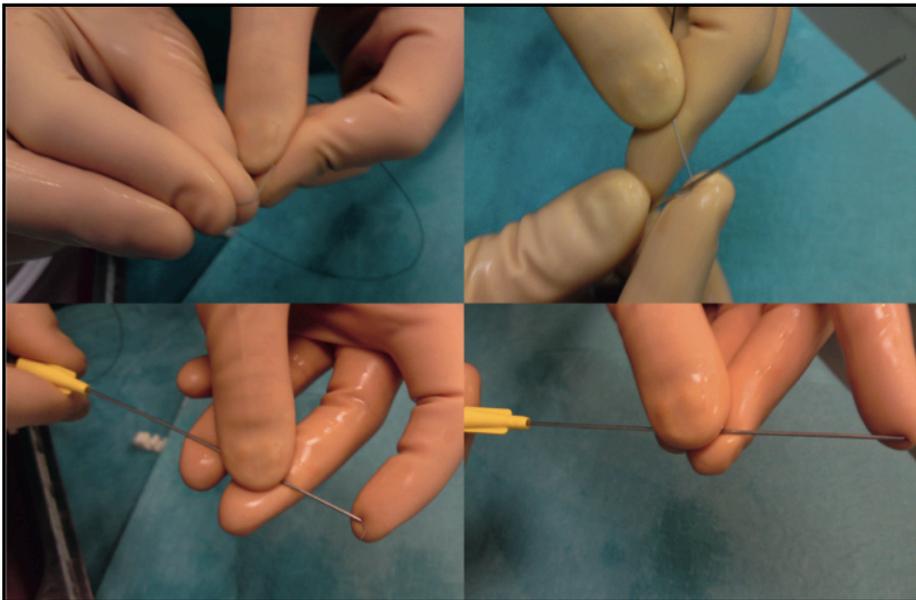
La idoneidad de una guía particular para diferentes situaciones clínicas depende de sus características que están determinadas por las variaciones en los componentes de la guía. Las principales características de funcionamiento son la flexibilidad, el control de torsión, maniobrabilidad, capacidad de cruce, radiopacidad, lubricidad, retención de la forma de la punta, apoyo, sensación táctil, capacidad de empuje y tendencia al prolapso (Tabla 1). No existe una clasificación clínica uniforme, se pueden clasificar en función de las distintas características.

**Tabla 1. Principales características de una guía coronaria. Tabla traducida y extraída de Eurointervention 2010;6:1-8<sup>94</sup>**

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
<b>Control torsión (torque)</b>	Es la capacidad de aplicar fuerza rotacional en el segmento proximal y que esa fuerza sea transmitida eficientemente para lograr un control adecuado en el segmento distal
<b>Trazabilidad</b>	Es la capacidad de una guía de adaptarse a las curvas sin trenzarse ni doblarse cuando navega en la anatomía vascular
<b>Maniobrabilidad</b>	Es la capacidad para alcanzar la posición deseada en un vaso
<b>Flexibilidad</b>	Es la capacidad de doblarse con presión directa
<b>Tendencia al prolapso</b>	Tendencia del cuerpo de la guía de no seguir a la punta en las curvas
<b>Radiopacidad/visibilidad</b>	Es la capacidad de visualizar una guía o punta de la guía con fluoroscopia
<b>“Feedback” táctil</b>	Es la sensación táctil en el extremo proximal de la guía que percibe el operador y que le transmite lo que el segmento distal está haciendo
<b>Cruce</b>	Es la capacidad de cruzar la lesión con escasa o sin resistencia
<b>Soporte</b>	Es la capacidad de una guía para soportar el paso de otro dispositivo o sistema a través de ella

### **Manejo en la práctica habitual**

La manipulación de la guía consta de dos pasos, la configuración de la punta y el paso de la misma a través del vaso. La curva de la punta permite que la guía sea manipulada y conducida hacia la dirección o la rama a la que se desea tener acceso. Esta curva se puede configurar sobre la aguja dando la forma deseada con el pulgar o el dedo índice, aunque es importante reducir la fuerza aplicada para evitar dañar la estructura y solidez de la guía (Figura 32). Por lo general una curva “en J” que se aproxime al diámetro del vaso permite realizar un seguimiento adecuado a través del vaso; si la curva es pequeña la maniobrabilidad será limitada, y si por el contrario es demasiado grande tendrá tendencia al prolapso (Figura 33). En cuanto a la dirección a través del vaso, se utilizan pequeñas rotaciones para dirigir la punta y hacer que permanezca en el vaso principal.

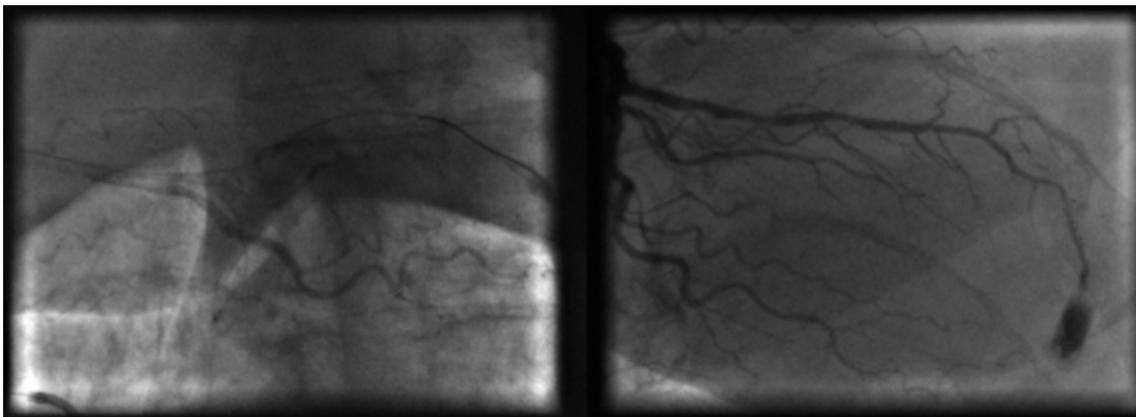


**Figura 32. Conformación de la punta de la guía. Figura extraída de Eurointervention 2010;6:1-8<sup>94</sup>**



**Figura 33. Diferentes tipos de curvas dadas a la punta de la guía. Figura extraída de Eurointervention 2010;6:1-8<sup>94</sup>**

La selección de la guía es un componente esencial para una intervención exitosa. Aunque la selección está influenciada por criterios relacionados con la anatomía coronaria, morfología de la lesión y dispositivos a usar, en la vida real su uso se basa en la experiencia y preferencia del operador. La mala elección o manejo de una guía puede conllevar graves complicaciones tales como: embolización de placa, disección arterial y perforación (Figura 34), cierre agudo debido a vasoespasmo, inserción de la guía a nivel subintimal, fractura o atrapamiento de la guía<sup>94</sup>.



**Figura 34. Imagen de perforación tras el emplazamiento de una guía coronaria distalmente. Figura extraída de Eurointervention 2010;6:1-8<sup>94</sup>.**

### ***1.5.2. Conocimiento actual del daño estructural de la guía coronaria en el intervencionismo percutáneo***

En la literatura disponible hasta la fecha no existen registros en los que se haya evaluado de forma sistemática el daño estructural que sufren las guías coronarias durante los procedimientos intervencionistas, ya sea de forma macroscópica o microscópica. Únicamente se han reportado casos aislados de rotura completa de la guía<sup>95-106</sup>.

Debido a la baja incidencia de esta complicación, estimada en menos del 0.02% de los procedimientos realizados, hasta el momento no se han planteado ensayos clínicos en los que se evalúe la incidencia de rotura en función del tipo de guía coronaria usada, así como tampoco se han realizado trabajos en los que se valore la aparición de daños estructurales distintos a la rotura.

# **JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

## **2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO PRIMARIO**

El objetivo principal de nuestro estudio es determinar el tipo de guía coronaria más resistente al traumatismo que supone la extracción de la misma tras el atrapamiento entre el *stent* y la pared del vaso sanguíneo.

### **2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS**

Nos planteamos así mismo los siguientes objetivos secundarios:

- 1) Identificar los factores anatómicos que pudieran determinar la frecuencia e intensidad del deterioro de la integridad de la guía.
- 2) Identificar los factores técnicos que pudieran determinar la frecuencia e intensidad del deterioro de la integridad de la guía.
- 3) Valorar la eficacia en términos de rapidez (tiempo de escopia requerido por el operador) en la introducción de la guía en el ramo lateral en cada grupo.
- 4) Evaluar el porcentaje de fracasos en cada grupo en la introducción de la guía en el ramo lateral, considerando fracaso como > 300 segundos sin conseguir el wiring a la RL.
- 5) Eventos clínicos mayores periprocedimiento (mortalidad intrahospitalaria e infarto).

# **MATERIAL Y MÉTODOS**

## **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **3.1. PACIENTES**

#### ***3.1.1. Estudio Observacional (Estudio Piloto)***

Durante los años 2011 y 2012, se analizaron mediante microscopía estereoscópica 135 guías previamente encarceladas procedentes de pacientes con lesiones en bifurcación tratados con la técnica de provisional T *stenting*. Este estudio sirvió para determinar el tamaño muestral del estudio aleatorizado.

#### ***3.1.2. Estudio Aleatorizado***

Una vez realizado el estudio piloto planteamos un estudio randomizado para evitar el posible sesgo de selección y asignación de los participantes, por medio de aleatorización simple. Desde Febrero 2012 a Julio 2015 se incluyeron 235 pacientes con lesiones en bifurcación que cumplieran igualmente los criterios de inclusión y exclusión expuestos a continuación. Se obtuvo en todos los casos el consentimiento informado.

#### ***3.1.3. Criterios de inclusión***

- Pacientes con enfermedad coronaria arteriosclerótica y lesiones en bifurcación que requieran protección de la rama lateral con la técnica de la guía encarcelada.
- El vaso principal deberá ser superior a 2.5 mm de diámetro en la estimación visual del operador.

- La rama lateral deberá superar los 2 mm de diámetro o tener la suficiente entidad para que el operador decida protegerla con una guía durante la suelta del *stent* del vaso principal.
- Pacientes con las características anteriores y rama principal o lateral de cualquier longitud.
- Pacientes con lesiones en bifurcación con cualquier morfología de la clasificación de Medina: 111, 101, 011, 110, 001, 010, 100.
- Tratamiento de la bifurcación con cualquier técnica y cualquier tipo de *stent* en la que la rama lateral cumpla los criterios anteriores.
- Sintomatología de angina estable o síndrome coronario agudo.

#### **3.1.4. Criterios de exclusión**

- Pacientes con rama lateral de escasa significación.
- Pacientes en situación de shock cardiogénico.
- Pacientes que no den su consentimiento para el estudio.
- Pacientes con contraindicación para doble antiagregación.

### 3.2. ESTUDIO ANGIOGRÁFICO

En todos los casos se realizó un cateterismo diagnóstico vía femoral según la técnica de Seldinger usando catéteres angiográficos de 6 French. Se registraron las curvas de presión en aorta ascendente y ventrículo izquierdo previa y posteriormente a la realización de una ventriculografía izquierda en proyección oblicua anterior derecha 30°, lo que nos permitió evaluar el grado de afectación miocárdica, calculándose la fracción de eyección por planimetría de la silueta cardiaca en telesístole y telediástole según el método Dodge.

A continuación, se realizó una coronariografía selectiva en las arterias coronarias en las proyecciones estándar (OAD 30°, OAD 15° +15° caudal, OAI 45° + 25° craneal y lateral para la arteria coronaria izquierda; junto con OAI 45°, OAD 30°+15° craneal, y OAI 20° + 20° caudal para el estudio de la arteria coronaria derecha). En algunos casos a criterio del operador se realizaron proyecciones especiales para conseguir desplegar la bifurcación. Una vez seleccionada la proyección óptima que permitiera una visión adecuada de la bifurcación y que mostrara el grado de estenosis más severo se inyectó un bolo intracoronario de 0,2 mg de nitroglicerina. Finalmente, una nueva coronariografía nos permitió la cuantificación del diámetro mínimo luminal, la longitud de la lesión y el porcentaje de estenosis, tanto en el VP como en la RL. En todos los casos se realizó un estudio angiográfico cuantitativo (mediante el sistema CAAS II versión 4.1.1 Pie Medical Imaging, Netherlands), con el catéter guía contrastado como referencia. El diámetro de referencia de la RL afecta en su origen se cuantificó en el segmento sano distal de la misma. Los parámetros cuantitativos fueron obtenidos en condiciones basales e inmediatamente tras el procedimiento. La graduación del flujo coronario se realizó según la escala TIMI (Thrombolysis in Myocardial Infarction trial).

En el estudio angiográfico se prestó especial atención a diferentes variables que pudieran incidir en el posterior daño de la guía coronaria, como la afectación basal de la rama

y el tipo de bifurcación según la clasificación de Medina, la tortuosidad, el ángulo de la bifurcación, la calcificación y el grado de las mismas y la longitud de guía atrapada.

### 3.3. ELECCIÓN DE LA GUÍA DEL RAMO LATERAL

Mediante angiografía diagnóstica se identificó la lesión en bifurcación subsidiaria de tratamiento percutáneo y se procedió a la introducción de una guía coronaria a nivel del VP de acuerdo con la preferencia del operador. En el estudio piloto la elección de la guía de la RL que posteriormente quedaba encarcelada se realizó también en base a la preferencia del operador. En el estudio aleatorizado, se realizó una randomización simple a dos grupos, “no poliméricas” (modelos Balancemiddleweight -BMW- y Floppy II, Abbot Vascular, Illinois, USA) y “poliméricas” (modelos Pilot 50 o Whisper MS, Abbot Vascular, Illinois, USA) (Figura 35).

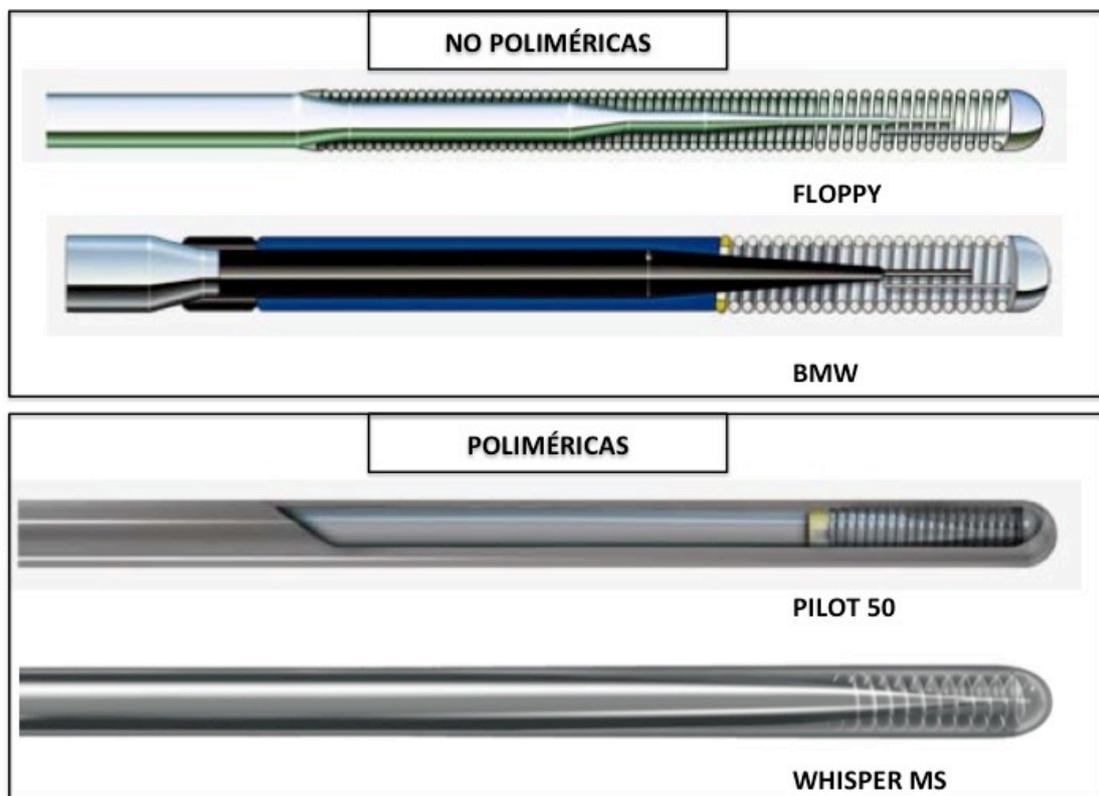


Figura 35. Modelos de guías utilizadas en el estudio.

### 3.4. PROCEDIMIENTO TERAPEÚTICO

Una vez elegida la guía de la RL, se continuó con el procedimiento y se valoró el tiempo de introducción de la guía en la RL en cada grupo (desde su posicionamiento en el VP hasta su introducción en la RL). Tras lo cual, se implantó el *stent* dejando encarcelada la guía entre la malla del *stent* y la pared del vaso.

A continuación se procedió al *rewiring* del origen de la RL con una tercera guía, ésta a preferencia del operador, y una vez recruzada la rama, se extrajo la guía encarcelada bajo control de escopia. Una vez extraída se procedió a su limpieza, secado y almacenaje para ulterior evaluación mediante microscopía estereoscópica.

Adicionalmente se estudiaron factores técnicos, como la presión de implante en atmósferas en el vaso principal, el tiempo de escopia utilizado para la introducción de la guía en la RL y el porcentaje de fracasos del *wiring* con cada uno de los tipos de guía.

Tras el implante del *stent* se valoró el aspecto del origen de la RL y en caso de disminución de flujo o estenosis residual significativa se realizó postdilatación o se implantó un segundo *stent* si el resultado de esta última maniobra fue subóptimo.

Los pacientes que presentaban lesiones adicionales en otros tramos del árbol coronario fueron tratados en el mismo procedimiento de acuerdo con la rutina habitual en el Laboratorio de Hemodinámica del Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba. Tras el procedimiento se realizó cierre del acceso arterial con un dispositivo Angioseal quedando a criterio del operador la utilización de protamina o no al final del procedimiento.

### 3.5. ESTUDIO MACROSCÓPICO

Una vez que se implantaba el *stent* en el VP, se extraía la guía que quedaba atrapada entre la malla del *stent* y la pared del vaso, teniendo especial cuidado para evitar las roturas. Una vez extraída, se limpiaba con una solución acuosa y se dejaba secar. Posteriormente se evaluaba el daño de forma macroscópica (Figura 36), visualizándose en ocasiones pequeños defectos en las guías que posteriormente se corroboraban mediante estudio microscópico.

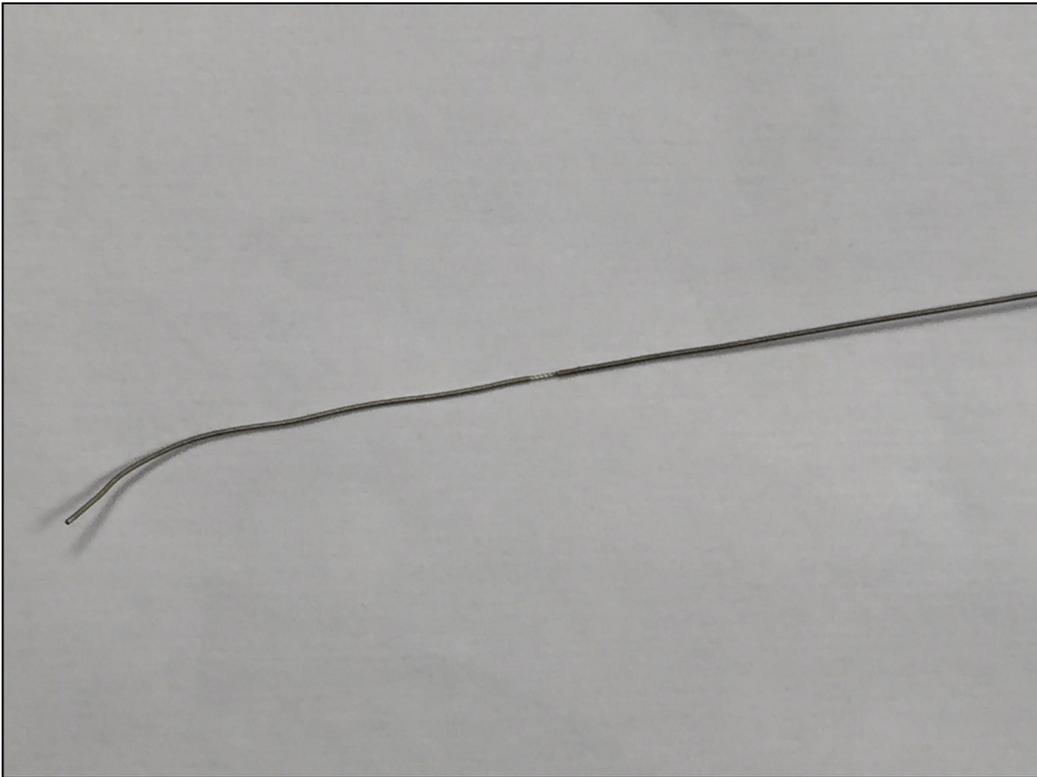


Figura 36. Imagen de guía no polimérica con daño visible obtenida mediante fotografía convencional.

### 3.6. ESTUDIO MICROSCÓPICO

Para realizar el estudio microscópico se utilizó un microscopio estereoscópico SMZ-800 (Nikon Instrument Inc., Melville, NY, USA). Este microscopio presenta doble lente paralela y objetivos intercambiables con aumentos continuos entre 1 y 6,3, con un campo visual estándar de 3,5-22 mm. Para la obtención de imágenes usamos una cámara de fotomicrografía DS-Fi1 en color con CCD (*charge-coupled device*) de alta densidad en formato 2/3 de pulgada, con 5.24 millones de píxeles. Esta cámara permite tamaños de imagen capturada de entre 2.560x1920 píxeles (máximo 10fps) y 1.280x960 píxeles (máximo 21 fps). Para mejorar la calidad de la imagen se utilizó un iluminador episcópico coaxial P-IC12 100W, que regula la alimentación y control de intensidad luminosa mediante transformador externo acoplado por fibra óptica (Figura 37).

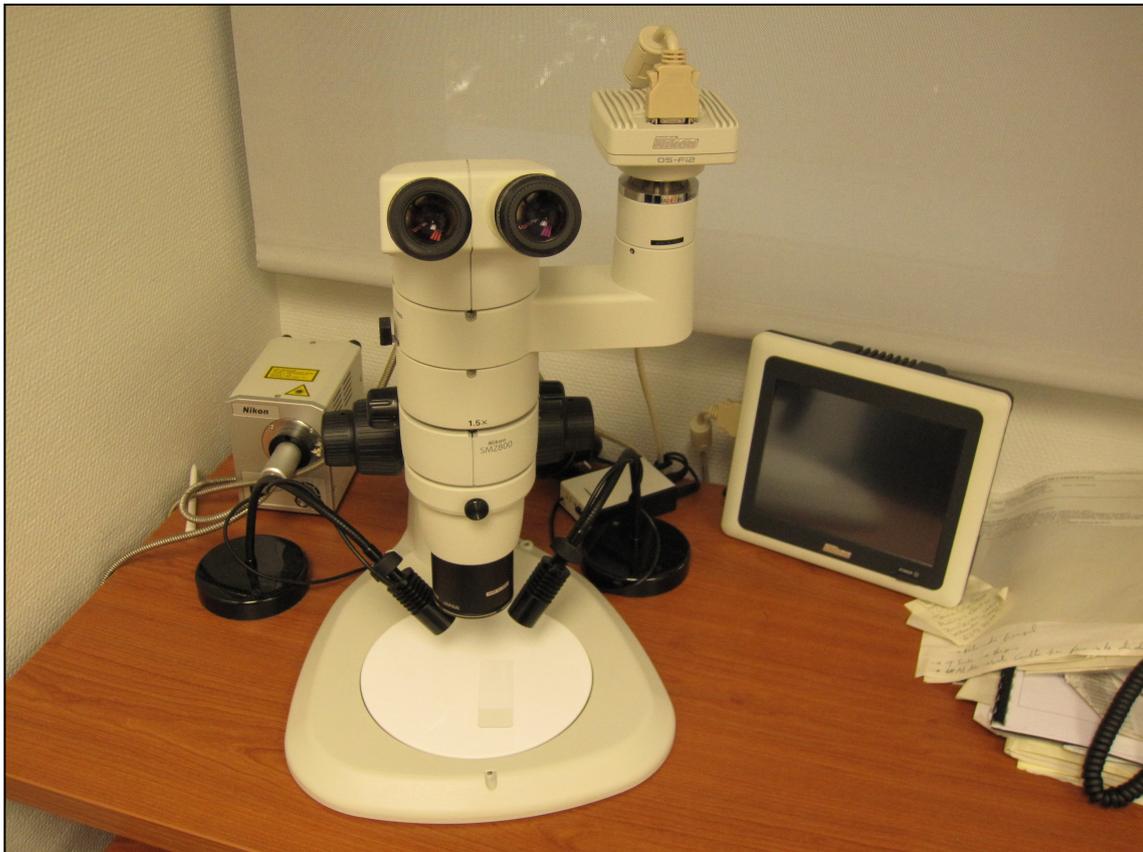


Figura 37. Microscopio SMZ-800.

### **Clasificación del daño microscópico**

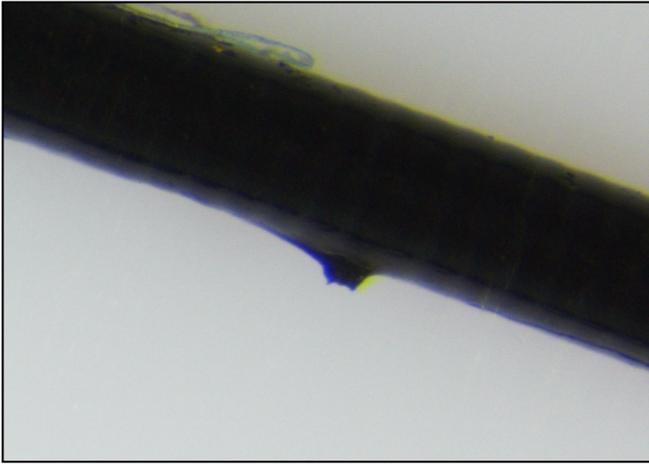
La sistemática de valoración de la guía coronaria comenzaba desde la punta hasta la parte proximal, evidenciándose si se habían producido alteraciones de la cubierta externa o interna de la guía.

Dado que en la literatura no hay descripciones del daño externo de la guía coronaria, realizamos una gradación del mismo en: severo, si existía afectación visible de la capa interna de la guía, y moderado o leve, en función de la pérdida de integridad de la capa externa y de la longitud del fragmento afectado.

- Daño leve: Se definió como la pérdida de la integridad de la capa externa en una longitud menor o igual a 2mm (Figuras 38 y 39).

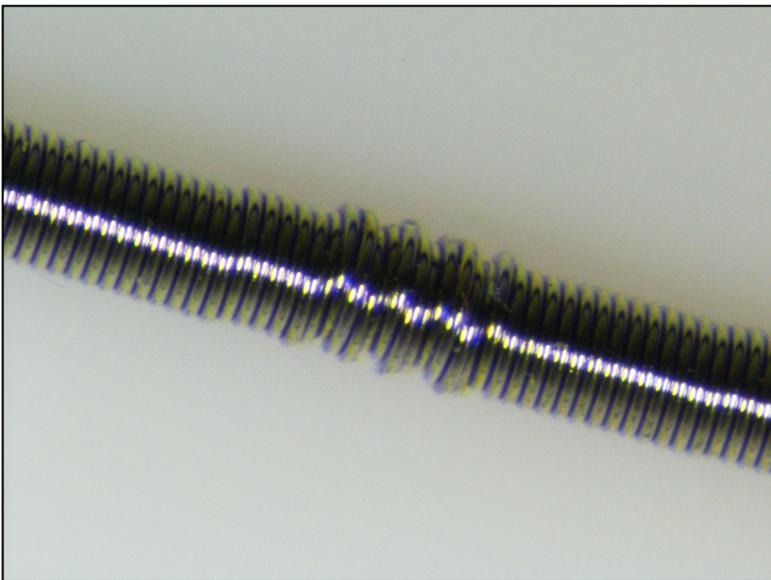


**Figura 38. Daño leve en guías no polimérica**



**Figura 39. Daño leve en guía polimérica**

Existía otro tipo de alteración sobre la guía que consistía en “aplastamiento de los coils” (Figura 40) que clasificamos como leve o moderado en función de la longitud del mismo.



**Figura 40. Daño leve por aplastamiento de coils en guía no polimérica**

- *Daño moderado*: Se definió como la pérdida de la integridad de la capa externa en una longitud mayor de 2mm o afectación multisegmento (Figura 41, 42 y 43).

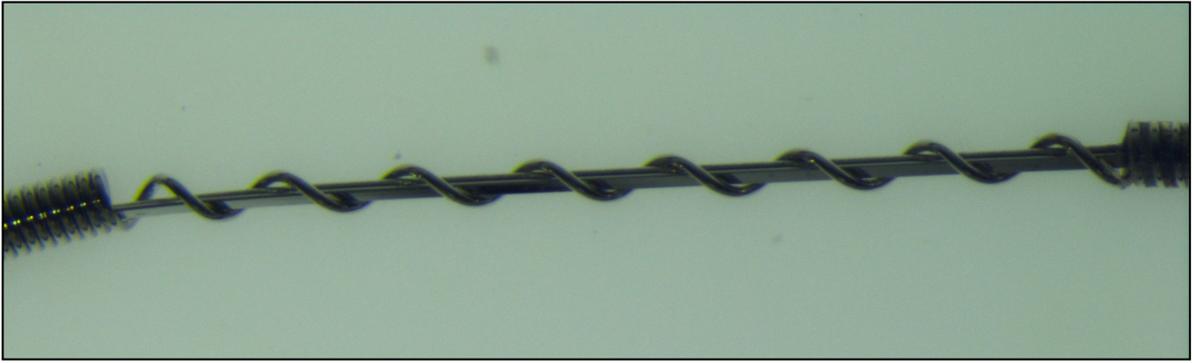


Figura 41. Daño moderado (afectación de fragmento largo de coils) en guía no polimérica

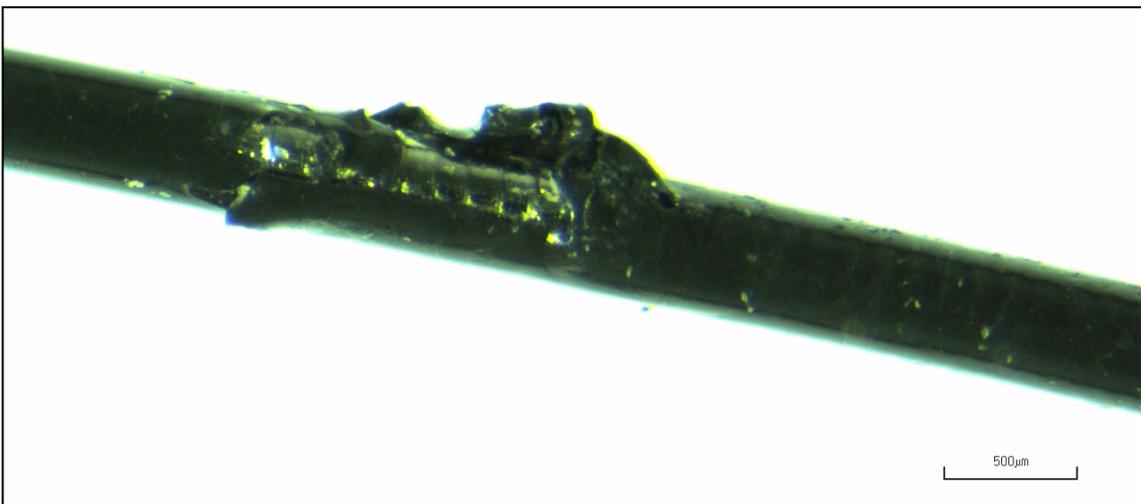
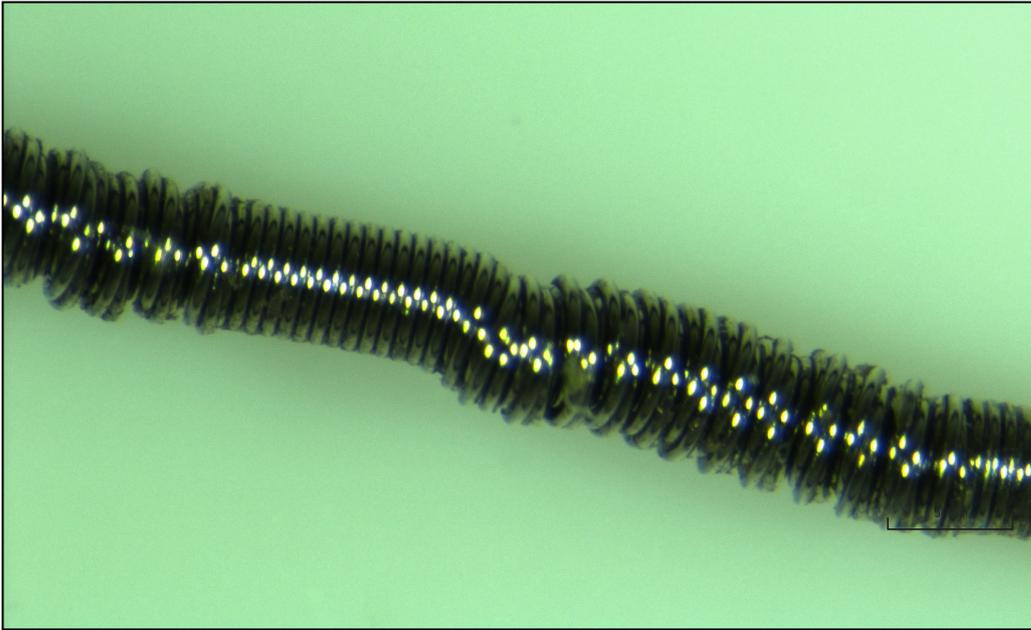


Figura 42. Daño moderado en guía polimérica



**Figura 43. Daño moderado por aplastamiento de coils en guía no polimérica**

- *Daño severo*: Se definió como la evidencia de afectación de la capa interna de la guía (Figura 44) o parte de la capa interna se externaliza (Figura 45 y 46).



**Figura 44. Daño severo en guía no polimérica**

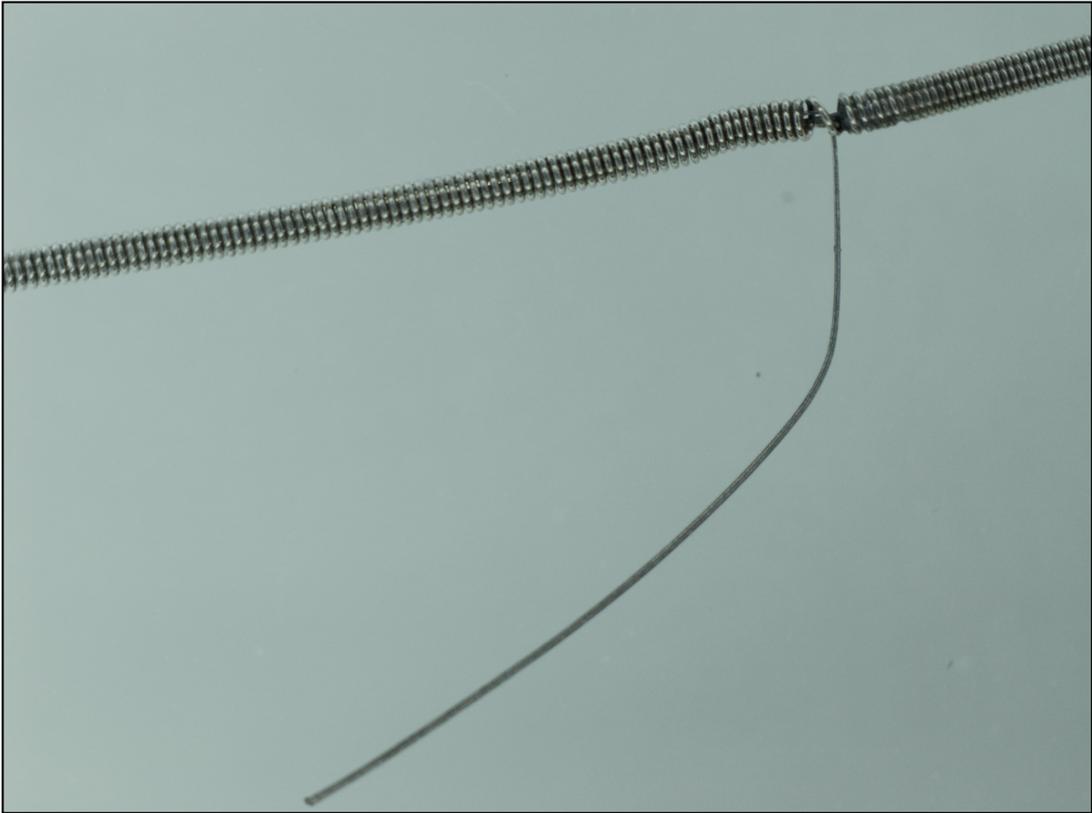


Figura 45. Daño severo en guía no polimérica, parte de la porción interna está fracturada y sale a través de los coils

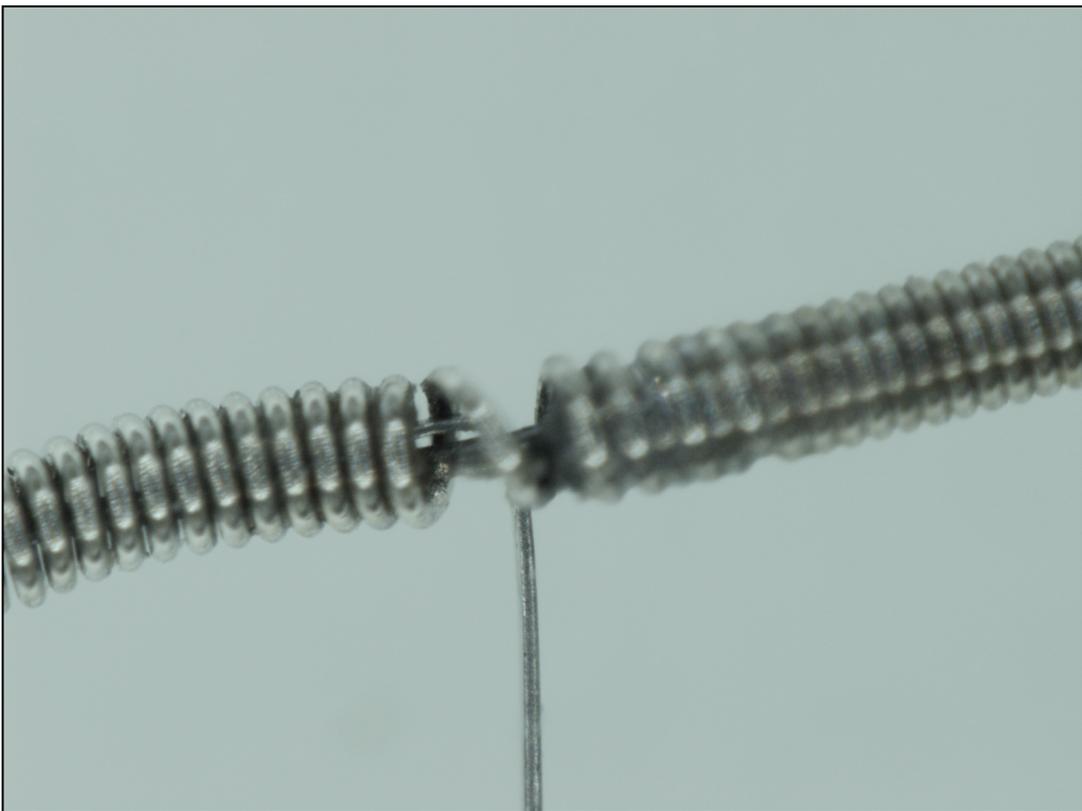


Figura 46. Detalle ampliado de figura 46.

- Ruptura: Se definió como discontinuidad en algún punto de su longitud. No disponemos de imágenes del estudio con una rotura completa ya que no se han producido.

### 3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables cualitativas se expresan como porcentajes y las cuantitativas como media  $\pm$  desviación estándar. Las diferencias entre las medias de las variables cuantitativas se analizaron mediante el test t de *Student*, mientras que para la comparación de las variables cualitativas se utilizó el test de *Chi cuadrado* o el test exacto de Fisher según correspondiera. Se consideraron significativos valores de  $p < 0,05$ . Para la realización del análisis estadístico se utilizó el Software IBM SPSS statistics V.20.

# **RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ESTUDIO PILOTO

#### 4.1.1. Datos basales

Los datos clínicos y angiográficos basales se muestran en la Tablas 2 y 3. La mayoría de los pacientes ingresaron en el hospital a causa de un síndrome coronario agudo. Las distribuciones de edad, sexo, factores de riesgo y características clínicas fueron similares en los 2 grupos (Tabla 2), salvo la diabetes que fue significativamente mayor en el grupo de guías poliméricas (50% vs 27%,  $p < 0,01$ ). La bifurcación más frecuentemente afectada fue la arteria descendente anterior/rama diagonal, sin diferencias significativas entre grupos (Tabla 3). Los 2 grupos fueron similares por lo que respecta a la localización de la bifurcación, el tamaño del VP, el tamaño de la RL, la gravedad de las estenosis y el tipo de lesión de bifurcación según la clasificación de Medina (Tablas 4 y 5). Las características de la intervención se resumen en la Tabla 5. Las lesiones de los 2 grupos se trataron de manera similar. Sin embargo, el número de *stents* necesarios en el grupo de guías poliméricas fue significativamente mayor ( $1,45 \pm 0,6$  vs  $1,06 \pm 0,25$  *stents*,  $p < 0,001$ ), al igual que la necesidad de postdilatación de la RL (70% vs 45%),  $p=0.02$ ). El uso de un segundo *stent* en la RL fue bajo y casi idéntico en ambos grupos (9%). No hubo diferencias significativas entre los grupos en cuanto a los demás aspectos técnicos o el uso de inhibidores de la glucoproteína IIb/IIIa plaquetarios. La calcificación coronaria fue significativamente más frecuente en el grupo de guías poliméricas (79% vs 53%,  $p < 0.002$ ).

**Tabla 2. Datos clínicos basales. Estudio observacional.**

<b>CLÍNICOS</b>	<b>Poliméricas (n =90 )</b>	<b>No Poliméricas (n =45 )</b>	<b>p</b>
Edad (años)	66±9	65±10	p = 0,52
Varones (%)	66 (73%)	32 (71%)	p = 0,89
Tabaquismo	41 (46%)	19 (42%)	p = 0,79
Hipercolesterolemia	61 (68%)	30 (67%)	p = 0,80
Hipertensión	61 (68%)	31 (69%)	p = 0,59
Diabetes	45 (50%)	12 (27%)	p = 0,01
Síndrome coronario agudo en la presentación	71 (79%)	40 (88%)	p = 0,20
Fracción de eyección baja -<50%- (%)	27 (30%)	9 (20%)	p = 0,18

**Tabla 3. Datos angiográficos basales. Estudio Observacional.**

**ANGIOGRÁFICOS**

Vaso afectado/paciente			p = 0,41
Enfermedad de un solo vaso	36 (40%)	21 (47%)	
Enfermedad de 2 vasos	31 (34%)	17 (38%)	
Enfermedad de 3 vasos	23 (26%)	7 (15%)	
Bifurcación tratada			p = 0,14
DAI	58 (64%)	25 (55%)	
ACD	11 (12%)	8 (18%)	
Cx	8 (9%)	9 (20%)	
TCI	13 (14%)	3 (7%)	
Vaso principal			
Diámetro (mm)	2,9 ± 0,4	2,9 ± 0,4	p = 0,93
Longitud de la lesión (mm)	17 ± 8	17 ± 7	p = 0,75
Rama lateral			
Diámetro (mm)	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4	p = 0,87
Longitud de la lesión	8,2 ± 2,3	7,3 ± 2,3	p = 0,14
Tortuosidad	54 (60%)	26 (58%)	p = 0,86
Calcificación	71 (79%)	24 (53%)	p = 0,002

**Tabla 4. Tipo de bifurcación según la clasificación de Medina. Estudio Observacional.**

	<b>Poliméricas (n = 90)</b>	<b>No Poliméricas (n = 45)</b>	
1,1,1	46 (51%)	20 (44%)	p =0,34
1,1,0	37 (41%)	21 (47%)	
1,0,1	1 (1%)	0 (0%)	
0,1,1	2 (2%)	1 (2%)	
1,0,0	1 (1%)	3 (7%)	
0,1,0	3 (3%)	0 (0%)	
0,0,1	0 (0%)	0 (0%)	

**Tabla 5. Datos de la intervención. Estudio Observacional.**

	<b>Poliméricas (n = 90)</b>	<b>No Poliméricas (n = 45)</b>	<b>p</b>
<b>VASO PRINCIPAL</b>			
Predilatación VP	43 (48%)	16 (35%)	p = 0,23
Diámetro del stent (mm)	2,9±0,4	2,9±0,5	p = 0,81
Longitud del stent (mm)	21±11	19±7	p = 0,27
Número de stents	1,45±0,6	1,06±0,25	p = 0,001
Tipo de stent			p = 0,49
- Convencional	9(10%)	9 (20%)	
- Xcience	45 (50%)	20 (44%)	
- Promus element	24 (27%)	11 (25%)	
- Endeavor	1 (1%)	0 (0%)	
- Cypher	6 (7%)	1(2%)	
- Nobori	5 (5%)	4 (9%)	
Presión implante stent (atmosferas)	16,6±1,6	15,9±1,5	p = 0,06
IVUS	33 (36%)	13 (29%)	p = 0,30
Postdilatación VP	39(43%)	13(29%)	p = 0,39
<b>RAMA LATERAL</b>			
Diámetro del balón (mm)	2,4±0,4	2,3±0,3	p = 0,51
Stent en rama lateral	8 (9%)	4 (9%)	p = 0,98
Predilatación RL	49(54%)	20(44%)	p = 0,48
Postdilatación RL	63(70%)	20(45%)	p = 0,02
Kissing-balloon	13(14%)	5(11%)	p = 0,68

**ASPECTOS GENERALES**

Intervención en lugar distante	46 (51%)	24 (53%)	p = 0,9
- 1 vaso más	22 (24%)	11 (24%)	
- 2 vasos más	14 (15%)	9 (20%)	
- Otro segmento	10 (11%)	4 (9%)	
Inhibidores de IIb/IIIa	6 (6%)	3 (6%)	p = 0,96

---

#### **4.1.2. Resultados de los procedimientos**

Los datos angiográficos cuantitativos se resumen en la Tabla 6. El diámetro luminal mínimo, la estenosis de los segmentos tratados y la reducción de la estenosis inmediatamente después de la intervención fueron similares para el VP en ambos grupos. Sin embargo, las lesiones en el origen de la RL fueron más severas en el grupo de guías poliméricas. Así, el porcentaje de estenosis en el origen de la RL resultó mayor ( $53\pm 32\%$  vs  $31\pm 31\%$ ,  $p<0.003$ ), y el diámetro luminal mínimo menor ( $1,04\pm 0,7$  vs  $1,7\pm 0,8$ mm,  $p<0.002$ ). Tras el tratamiento no se observaron diferencias entre los grupos en el resultado final de la bifurcación (VP y RL). Tampoco existieron diferencias significativas en la aparición de complicaciones en función del tipo de guía utilizada. En cada grupo hubo un fallecimiento. Un paciente falleció a las 48 horas del procedimiento por fibrilación ventricular en el grupo de no poliméricas, y otro paciente en el grupo de poliméricas tras un procedimiento de revascularización compasiva.

**Tabla 6. Estudio angiográfico cuantitativo. Estudio Observacional.**

	<b>Poliméricas (n = 93)</b>	<b>No Poliméricas (n = 45)</b>	<b>p</b>
<b>Diámetro luminal mínimo (mm)</b>			
Vaso principal			
Basal	0,59±0,3	0,52±0,3	p = 0,26
Postintervención	2,8±0,4	2,8±0,4	p = 0,81
Rama lateral			
Basal	1,04±0,7	1,7±0,8	p = 0,002
Postintervención	1,9±0,6	1,9±0,7	p = 0,93
<b>% de estenosis</b>			
Vaso principal			
Basal	80±10	82±9	p = 0,26
Postintervención	5±4	4±3	p = 0,47
Rama lateral			
Basal	53±32	31±31	p = 0,003
Postintervención	17±19	12±18	p = 0,19

### 4.1.3. Resultados del análisis microscópico

Se objetivo algún tipo de daño microscópico en 25 de las guías analizadas (18%). Estas alteraciones fueron más frecuentes en el grupo de las guías no poliméricas (53% vs 1.1%;  $p < 0.001$ ). Sin embargo, solo se produjo daño severo en 2 de los casos analizados (1.5%). Tampoco se produjo ninguna rotura completa de la guía. En la tabla 7 se exponen los resultados del análisis microscópico de las guías.

Tabla 7. Gradación del daño microscópico. Estudio Observacional.

	Poliméricas (n = 90)	No Poliméricas (n = 45)	p
<b>GRADO DAÑO MICROSCÓPICO (%)</b>			<b>p = 0.0001</b>
NO	89 (99%)	21 (47%)	
LEVE	0 (0%)	14 (31%)	
MODERADO	1 (1%)	8 (18%)	
SEVERO	0 (0%)	2 (4%)	
ROTURA	0 (0%)	0 (0%)	

## 4.2. ESTUDIO RANDOMIZADO

En la Figura 47 se expone el planteamiento del estudio randomizado.

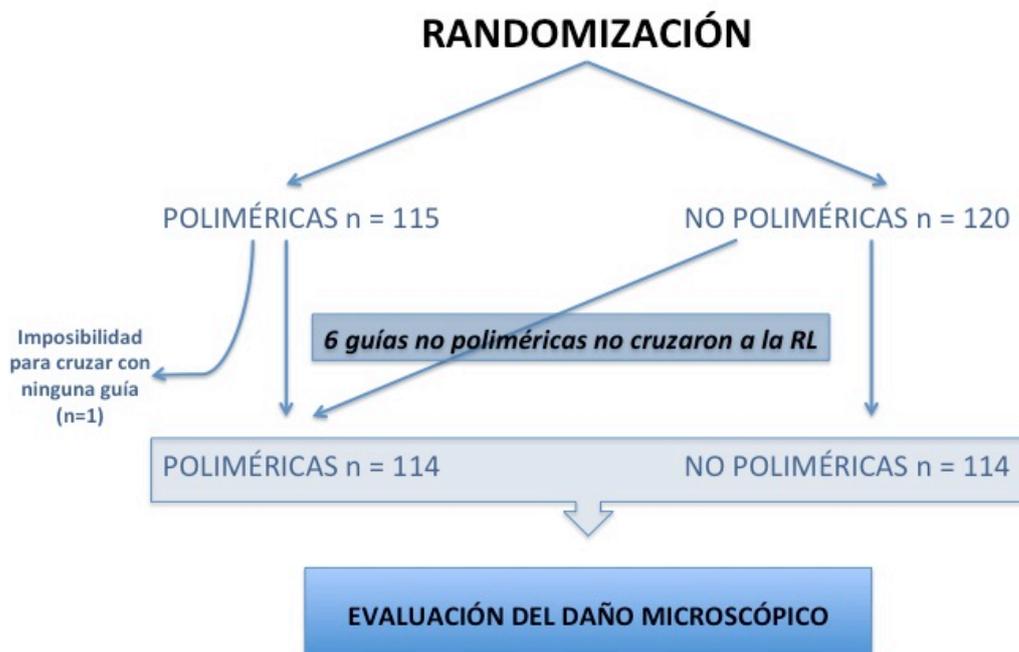


Figura 47. Planteamiento del estudio randomizado.

### 4.2.1. Datos basales

Los datos clínicos basales se muestra en la Tabla 8. La mayoría de los pacientes ingresaron en el hospital a causa de un síndrome coronario agudo. Las distribuciones de edad, sexo, factores de riesgo y características clínicas fueron similares en los 2 grupos (Tabla 8). La bifurcación más frecuentemente afectada fue la arteria descendente anterior/rama diagonal, sin diferencias significativas entre grupos (Tabla 9). Las características de la intervención se resumen en la Tabla 10. Las lesiones de los 2 grupos se trataron de manera similar. Los 2 grupos fueron similares por lo que respecta a la localización de la bifurcación, el tamaño del VP, el tamaño de la RL, la gravedad de las estenosis y el tipo de lesión de bifurcación según la

clasificación de Medina (Tablas 10 y 11). La calcificación coronaria y el grado de tortuosidad fue similar en ambos grupos. La longitud de guía atrapada fue igualmente similar entre los dos grupos.

**Tabla 8. Datos Basales. Estudio Randomizado.**

<b>CLÍNICOS</b>	<b>Poliméricas (n = 115)</b>	<b>No Poliméricas (n = 120)</b>	<b>p</b>
Edad (años)	67±11	66±11	0.3
Varones (%)	89 (77%)	88 (73%)	0.5
Tabaquismo	58 (50%)	46 (38%)	0.08
Hipercolesterolemia	67 (58%)	70 (58%)	1
Hipertensión	82 (71%)	86 (72%)	0.9
Diabetes	52 (45%)	39 (32%)	0.06
Síndrome coronario agudo en la presentación	102 (88%)	102 (85%)	0.5
Fracción de eyección (%)	56±12	57±12	0.6

**Tabla 9. Datos angiográficos basales. Estudio Randomizado.**

<b>ANGIOGRÁFICOS</b>	<b>Poliméricas (n=115)</b>	<b>No-poliméricas (n=120)</b>	
Vaso afectado/paciente			0.2
Enfermedad de un solo vaso	43 (38%)	41 (36%)	
Enfermedad de 2 vasos	51 (44%)	48 (40%)	
Enfermedad de 3 vasos	21 (18%)	29 (24%)	
Bifurcación tratada			0.2
DAI	79 (69%)	68 (57%)	
ACD	14 (12%)	15 (12%)	
Cx	14 (12%)	22 (18%)	
TCI	8 (7%)	15 (13%)	
Vaso principal			
Diámetro (mm)	3.1±0.4	3.1±0.4	0.9
Longitud de la lesión (mm)	16±7	16±8	0.8
Rama lateral			
Diámetro (mm)	2.3±0.3	2.3±0.4	0.8
Longitud de la lesión	7±9	7±6	0.8
Tortuosidad	39 (34%)	38 (32%)	0.7
Calcificación	37 (32%)	30 (25%)	0.3

**Tabla 10. Datos de la intervención. Estudio Randomizado.**

	<b>Poliméricas (n = 115)</b>	<b>No Poliméricas (n = 120)</b>	<b>p</b>
<b>VASO PRINCIPAL</b>			
Predilatación VP	49 (43%)	54 (45%)	0.7
Diámetro del stent (mm)	3.0±0.3	3.0±0.4	0.7
Longitud del stent (mm)	20±9	20±10	0.9
Número de stents	1.2±0.4	1.2±0.5	0.5
Tipo de stent			0.7
- Xcience	44 (38%)	52 (43%)	
- Nobori	27 (23%)	24 (20%)	
- Promus element	13 (12%)	20 (17%)	
- Otros	31 (27%)	24 (20%)	
Presión implante stent (atmosferas)	15±2	16±2	0.06
IVUS	19 (16%)	19 (16%)	0.9
Postdilatación VP	45 (39%)	48 (40%)	1
<b>RAMA LATERAL</b>			
Diámetro del balón (mm)	2.3±0.4	2.4±0.4	0.3
Stent en rama lateral	2 (2%)	3 (3%)	0.7
Predilatación RL	35 (29%)	42 (36%)	0.4
Postdilatación RL	66 (57%)	62 (52%)	0.4
Kissing-balloon	4 (4%)	5 (4%)	0.8
Longitud de guía atrapada (mm)	8.3±3.4	8.8±3.9	0.3

**Tabla 11. Tipo de bifurcación según clasificación de Medina. Estudio Randomizado.**

	<b>Poliméricas (n = 115)</b>	<b>No Poliméricas (n =120)</b>	
1,1,1	54 (47%)	51 (44%)	p =0.8
1,1,0	45 (40%)	48 (40%)	
1,0,1	3 (2%)	3 (2%)	
0,1,1	1 (1%)	4 (3%)	
1,0,0	7 (6%)	10 (8%)	
0,1,0	3 (2%)	3 (2%)	
0,0,1	2 (2%)	1 (1%)	

#### 4.2.2. Resultados de los procedimientos

Los datos angiográficos cuantitativos se resumen en la Tabla 12. El diámetro luminal mínimo, la estenosis de los segmentos tratados y la reducción de la estenosis inmediatamente después de la intervención fueron similares para el VP y la RL en ambos grupos.

Tras el tratamiento no se observaron diferencias entre los grupos en el resultado final de la bifurcación (VP y RL).

**Tabla 12. Estudio angiográfico cuantitativo. Estudio Randomizado**

	<b>Poliméricas (n =115)</b>	<b>No Poliméricas (n =120)</b>	<b>p</b>
<u>Diámetro luminal mínimo (mm)</u>			
Vaso principal			
Basal	0.66±0.3	0.62±0.28	0.37
Postintervención	2.93±0.36	2.92±0.43	0.85
Rama lateral			
Basal	1.32±0.69	1.42±0.74	0.34
Postintervención	1.91±0.46	1.91±0.42	0.99
<u>% de estenosis</u>			
Vaso principal			
Basal	76.6±9.1	78.9±9.6	0.07
Postintervención	5.3±5.6	6.6±6.9	0.11
Rama lateral			
Basal	39.6±28.7	36.6±29.4	0.44
Postintervención	18.7±16	16.1±13.7	0.19

### 4.2.3. Resultados del análisis microscópico

Dado que 6 guías del grupo de no poliméricas y 1 guía del grupo de poliméricas no pudieron realizar el *wiring* basal, en el estudio microscópico analizamos 114 guías poliméricas y 114 no poliméricas.

Se objetivo algún tipo de daño microscópico en 65 de las guías analizadas (28.5%). Estas alteraciones fueron más frecuentes en el grupo de las guías no poliméricas (55% vs 2%;  $p < 0.001$ ). Sin embargo, solo se produjo daño severo en 2 de los casos analizados (0.8%), en ambos casos se trataban de guías no poliméricas. No se produjo ninguna rotura completa de la guía.

En la tabla 13 se exponen los resultados del análisis microscópico de las guías.

**Tabla 13. Gradación del daño microscópico. Estudio Randomizado**

	Poliméricas (n = 114*)	No Poliméricas (n = 114**)	p
<b>GRADO DAÑO MICROSCÓPICO (%)</b>			0.001
NO	112 (97%)	51 (45%)	
LEVE	2 (3%)	37 (32%)	
MODERADO	0 (0%)	24 (21%)	
SEVERO	0 (0%)	2 (2%)	
ROTURA	0 (0%)	0 (0%)	

\* 1 guía polimérica no pudo cruzar a la RL

\*\*6 guías no poliméricas no pudieron cruzar a la RL

#### ***4.2.4. Influencia de los factores anatómicos en el deterioro de la integridad de la guía coronaria***

Las guías poliméricas presentaron una mayor resistencia a la tracción al usar la técnica de la guía encarcelada. Sólo 2 de las 114 guías poliméricas analizadas presentaron algún tipo de daño, en ambos casos de carácter leve. Debido al bajo número de guías poliméricas que presentaron daño microscópico, no se han podido establecer factores predictores de daño microscópico para este tipo de guías.

Por el contrario, más de la mitad de las guías no poliméricas sufrieron algún tipo de daño, por lo que el análisis de los posibles factores predictores de daño microscópico se realizó únicamente en este grupo.

Las variables anatómicas analizadas se recogen en la tabla 14. Las únicas variables asociadas con una mayor incidencia de daño microscópico en nuestro estudio fueron el diámetro de la rama lateral y el ángulo de la bifurcación. En el primer caso, la presencia de daño microscópico se asoció a la existencia de diámetros significativamente menores de la RL frente a las guías no dañadas ( $2.2\pm 0.3$  vs  $2.4\pm 0.4$ ,  $p= 0.013$ ). Por otro lado, las guías no poliméricas que no se dañaron correspondían a bifurcaciones con un ángulo significativamente mayor que aquellas que si sufrían daño ( $72^\circ\pm 26$  vs  $60^\circ\pm 28$ ,  $p=0.03$ ).

No se encontraron diferencias en el resto de variables analizadas, incluyendo la calcificación coronaria, la tortuosidad, la localización o el tipo de bifurcación según la clasificación de Medina, así como el diámetro del VP, la longitud de la lesión, el porcentaje de estenosis o el diámetro luminal mínimo basal tanto del VP como de la RL.

**Tabla 14. Factores Anatómicos. Estudio Randomizado**

<b>GUÍAS NO POLIMÉRICAS</b>			
<b>DAÑO MICROSCÓPICO</b>	<b>NO (n =51)</b>	<b>SI (n =63)</b>	<b>p</b>
Tortuosidad	15 (29%)	21 (33%)	0.8
Leve	7 (14%)	13 (21%)	
Moderada	6 (12%)	8 (13%)	0.7
Severa	2 (4%)	1 (2%)	
Calcificación	19 (37%)	25 (40%)	0.9
Leve	6 (12%)	11 (17%)	
Moderada	8 (16%)	12 (19%)	0.6
Severa	5 (10%)	3 (5%)	
Bifurcación tratada			
DAI	24 (47%)	38 (60%)	
CX	11 (22%)	10 (16%)	0.1
CD	5 (10%)	9 (14%)	
TCI	8 (16%)	6 (10%)	
Otra	3 (6%)	0 (0%)	
Tipo de Bifurcación			
1,0,0	6 (12%)	4 (6%)	
0,1,0	0 (0%)	3 (5%)	
1,1,0	22 (43%)	25 (40%)	0.3
1,0,1	1 (2%)	2 (3%)	

0,1,1	0 (0%)	4 (6%)	
1,1,1	22 (43%)	25 (40%)	
Vaso principal			
Diámetro	3.1±0.5	3.0±0.3	0.16
Longitud lesión	14.5±6.1	16.9±9.1	0.11
Diámetro luminal mínimo	0.65±0.2	0.59±0.3	0.33
% estenosis	77±4	80±10	0.16
Rama lateral			
Diámetro	2.4±0.4	2.2±0.3	0.01
Longitud lesión	6.2±3.7	8.2±7.9	0.17
Diámetro luminal mínimo	1.4±0.8	1.3±0.7	0.41
% estenosis	36.8±31	36.7±27	0.98
Ángulo de la bifurcación	72.4±26	60.9±28	0.03

---

#### 4.2.5. Influencia de los factores técnicos en el deterioro de la integridad de la guía coronaria

Los factores técnicos se recogen en la tabla 15. El tipo de *stent* o la presión de inflado del *stent* no influyeron en el daño de la guía.

**Tabla 15. Factores Técnicos. Estudio Randomizado**

<b>GUÍAS NO POLIMÉRICAS</b>			
<b>DAÑO MICROSCÓPICO</b>	<b>NO (n =51)</b>	<b>SI (n =63)</b>	<b>p</b>
<b>Tipo stent implantado</b>			
Xcience	22 (43%)	26 (41%)	0.6
Promus element	8 (16%)	12 (19%)	
Nobori	9 (18%)	14 (22%)	
Otros	12 (23%)	11 (17%)	
Presión implante stent (Atmósferas)	15.6±1.8	15.9±1.9	0.4
Longitud guía atrapada	8.1±3.0	9.5±4.5	0.07

La longitud de guía atrapada entre la pared del vaso y la malla del *stent*, resultó más de 1mm mayor en el grupo de guías dañadas frente a las no dañadas, aunque este hallazgo no alcanzó significación estadística (9.5±4.5 vs 8.1±3.0mm, p=0.07). Sin embargo, si analizamos la longitud de la guía atrapada valorando la existencia de daño microscópico moderado o severo frente a aquellas guías con daño leve o sin daño, la diferencia se incrementa alcanzando la significación estadística (10.6±4.9 vs 8.2±3.4, p=0.006).

#### **4.2.6. Eficacia en la introducción de la guía en la rama lateral**

Evaluamos el tiempo de *wiring* en cada uno de los grupos, siendo significativamente menor en el grupo de guías poliméricas en el análisis global ( $19\pm 40$  vs  $42\pm 72$  seg,  $p=0.001$ ) (Tabla 16).

Esta reducción en el tiempo de *wiring* supone tanto un menor tiempo de escopia en el procedimiento, como probablemente una menor cantidad de contraste, aunque éste último no fue analizado en el presente estudio.

**Tabla 16. Tiempo de *wiring*. Estudio Randomizado**

<b>TIPO DE GUÍA</b>	<b>TIEMPO DE <i>WIRING</i></b>	<b>p</b>
POLIMÉRICA (n= 115)	$19\pm 40$ seg	0.001
NO POLIMÉRICA (n= 120)	$42\pm 72$ seg	

#### 4.2.7. Fracasos en el wiring a la rama lateral

En el grupo de guías no poliméricas se produjeron 6 fracasos en el *wiring* a la RL, frente a un solo caso en el grupo de poliméricas (5% vs 0.9%,  $p=0.032$ ).

En el caso de las guías no poliméricas se realizó cambio a polimérica, siendo entonces el *wiring* posible en todas ellas. Por otra parte, en el caso del *wiring* fallido perteneciente al grupo de guías poliméricas, éste resultó imposible a pesar del uso de distintas guías e incluso tras la utilización del catéter Venture (Figura 48).

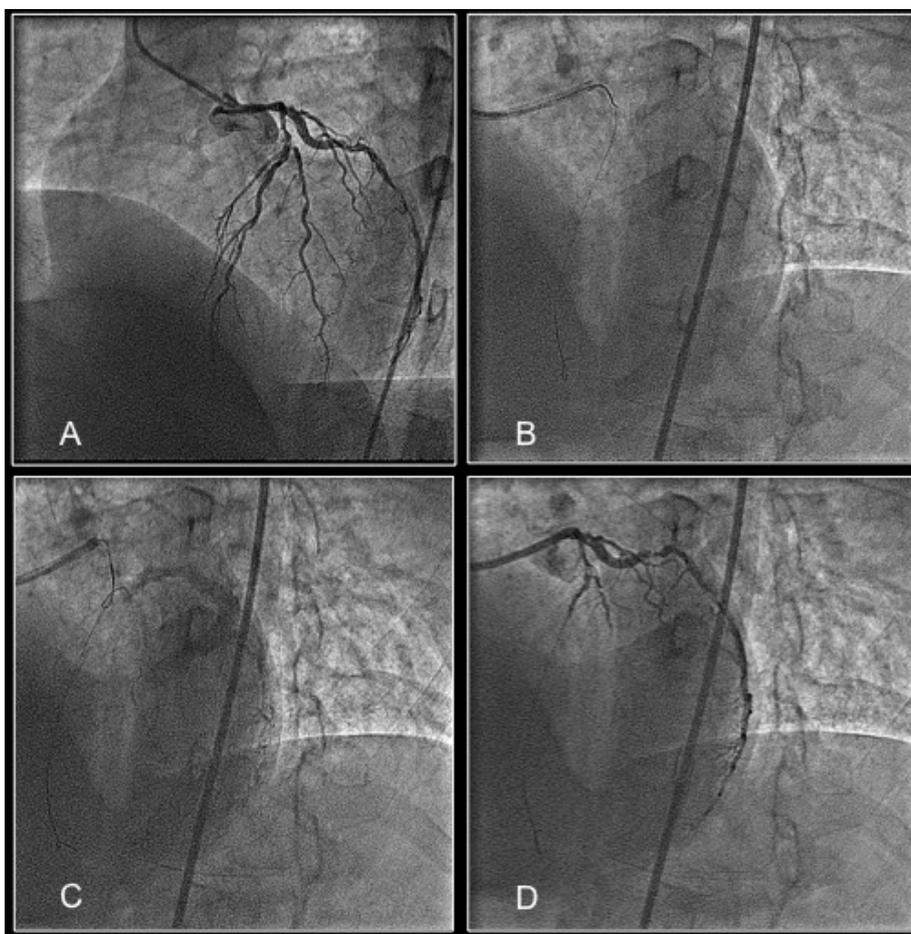


Figura 48. A) Angiografía con lesión a nivel de la bifurcación DA-D1. B) Intento de *wiring* con guía coronaria. C) Intento de *wiring* con catéter Venture. D) Imposibilidad de *wiring*, quedando disección a nivel de D1.

#### 4.2.8. Eventos clínicos mayores periprocedimiento

No hubo diferencias significativas en el número de complicaciones producidas en ambos grupos (Tabla 17). En el grupo de guías poliméricas se produjeron 2 disecciones de la RL, una por imposibilidad del *wiring* basal con la guía, que precisó de catéter Venture el cual acabó disecando la RL siendo imposible el *wiring* (Figura 48), y una segunda disección a nivel de una rama diagonal muy angulada, que a pesar de conseguir el *wiring* con la guía se produjo una disección, quedando finalmente con flujo TIMI II tras administración de abciximab.

El número de infartos postangioplastia establecida por la definición de infarto clínicamente relevante descrita por Moussa et al<sup>107</sup>, fueron similares en ambos grupos.

**Tabla 17. Complicaciones post-procedimiento. Estudio Randomizado**

	Poliméricas (n =115)	No Poliméricas (n =120)	p
Complicaciones			
Disección de la RL	2 (2%)	0 (0%)	0.15
Infarto clínicamente relevante*	1 (1%)	2 (2%)	0.62

\*Nueva definición de Infarto de Miocardio clínicamente relevante, que requiere elevación de la troponina >70 veces sobre su valor basal.<sup>107</sup>

## **DISCUSIÓN**

## 5. DISCUSIÓN

La técnica del *stent* simple o “*provisional T stenting*” es la recomendada en la mayoría de las bifurcaciones coronarias<sup>108-110</sup>. En este contexto se recomienda el uso de la “técnica de la guía encarcelada”, especialmente a la hora de afrontar bifurcaciones complejas.

### 5.1. Ventajas del uso de la guía encarcelada

Durante el tratamiento percutáneo de una lesión en bifurcación, la implantación del *stent* en el VP puede producir un desplazamiento de la carina que comprometa u ocluya el origen de la RL, quedando la misma infranqueable e incluso en ocasiones no visible por angiografía.

En estas situaciones, la guía encarcelada facilita el mantenimiento de la RL abierta y, en caso de oclusión de la misma, constituye el único marcador de su posición (Figura 49). Además de su utilidad como referencia anatómica, la guía posicionada en la RL facilita el acceso a ésta al modificar favorablemente el ángulo de la bifurcación. El encarcelamiento de la guía tras la suelta del *stent* en el VP condiciona su anclaje lo cual facilita la intubación del catéter guía y suministra un apoyo más firme para cruzar el origen de la RL con el balón, lo que sin duda supone una ventaja adicional. Por último, en situaciones extremas de oclusión de la RL tras el implante del *stent* en el VP, con imposibilidad para realizar el recuce a la misma, una complicación seria en caso de bifurcaciones de vasos de gran calibre, disponer de una guía encarcelada puede permitir recuperar el flujo en la RL. Para ello, se puede introducir un balón de bajo perfil a través de esta guía dilatando la RL y finalizando el procedimiento mediante la técnica de “*inverted crush*”, o bien redilatando el *stent* aplastado en el VP una vez que se ha resuelto la oclusión de la rama<sup>68</sup> (Figuras 50).

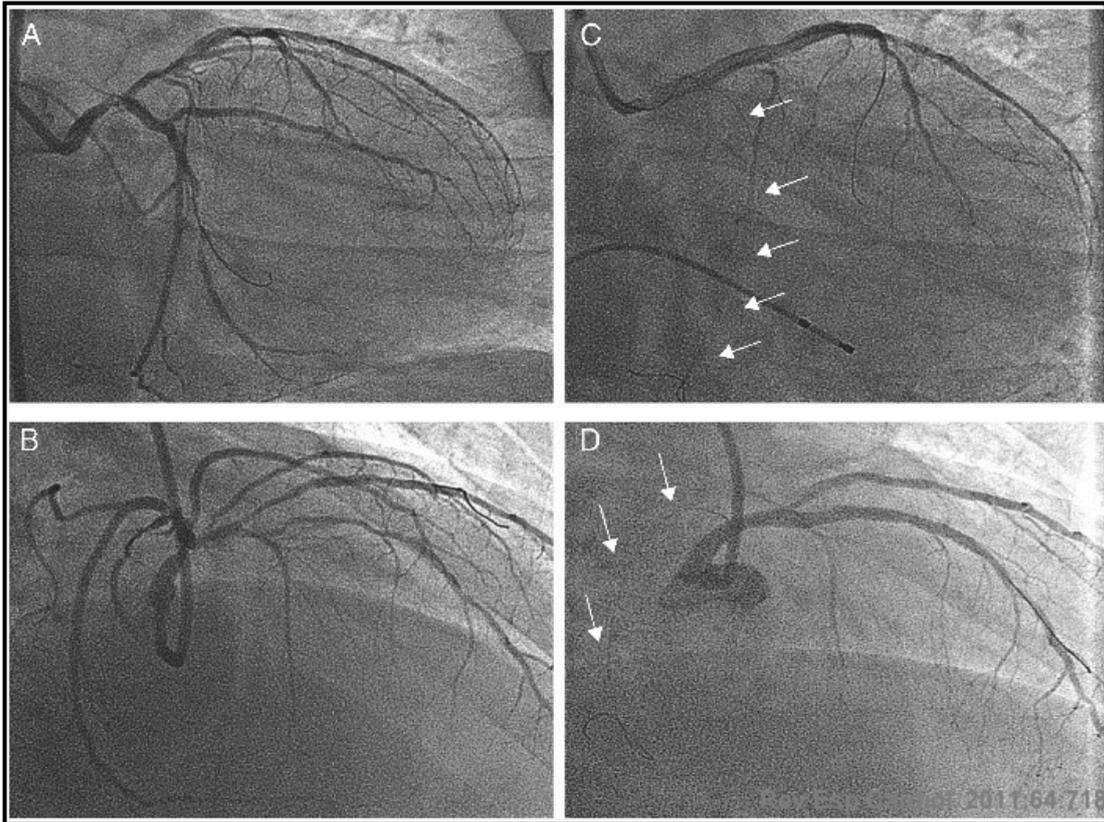


Figura 49. Angiografía coronaria antes de la implantación de un *stent* a través de la bifurcación del tronco coronario izquierdo (A y C) y tras la implantación del *stent* en el tronco coronario izquierdo (B y D). La arteria circunfleja estaba totalmente ocluida y la guía encarcelada continuaba en su lugar como marcador de su posición (flechas). A y B: proyección oblicua anterior derecha 50, craneal 30. C y D: oblicua anterior derecha 15, caudal 15. Extraída de Rev Esp Cardiol 2011;64:718-22<sup>68</sup>

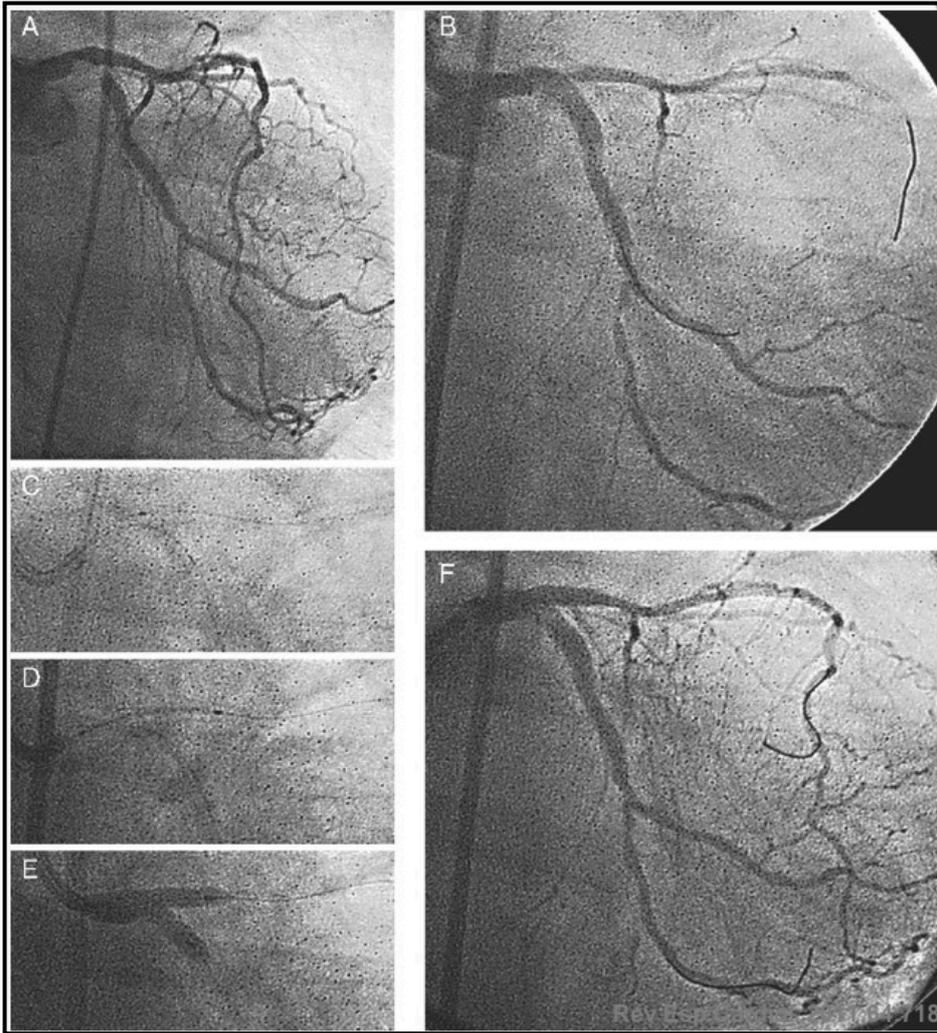


Figura 50. Técnica “inverted crush”: Se introdujo un balón de 1,25×6 mm y perfil bajo a través de la guía encarcelada (A). Tras la dilatación con un balón convencional, la arteria circunfleja se abrió (B). Se implantó un stent de 3,5×18 mm en la arteria circunfleja (C), aplastando el *stent* del tronco coronario izquierdo-descendente anterior. Se efectuó el inflado con técnica de *kissing* (D y E). Resultado angiográfico final (F). Extraída de Rev Esp Cardiol 2011;64:718–22<sup>68</sup>

## 5.2. Riesgos de la técnica de la guía encarcelada. La complicación más temida: la rotura de la guía

Dado que el *stent* del VP queda impactado a presión contra la pared arterial, la guía atrapada entre estas dos estructuras puede sufrir daño estructural o incluso fracturarse en el momento de la retirada (Figura 51). A pesar de que es un hecho infrecuente, se han descrito casos de rotura de la guía al realizar su extracción, lo cual complica de forma severa el procedimiento, precisando en ocasiones una extracción quirúrgica de urgencia<sup>95-100,105,106,111</sup>.

Se han propuesto diversas medidas con el fin de prevenir la fractura de la guía, tales como evitar las siguientes circunstancias: el uso de guías poliméricas, ubicar la porción distal de la guía en vasos secundarios de escaso calibre, inflado del balón con altas presiones en la suelta del *stent*, cubrir una gran porción de la guía encarcelada con *stents* y la postdilatación con balón del VP, esto último sólo debería realizarse en caso de ser preciso, utilizando balones “no compliantes” y de escasa longitud<sup>76</sup>. Además se recomienda un ligero tensado de la guía que se va a encarcelar antes de la suelta del *stent* del VP, evitando así atrapar bucles que dificultarían su extracción.

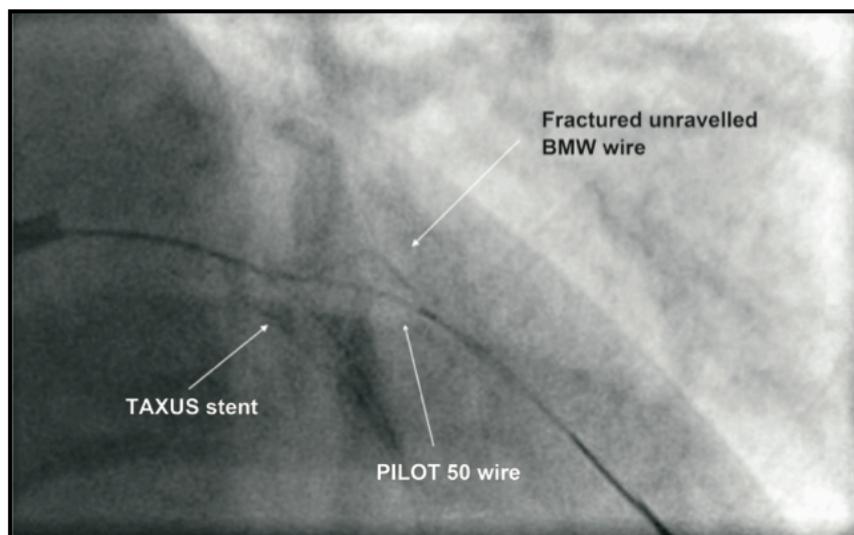


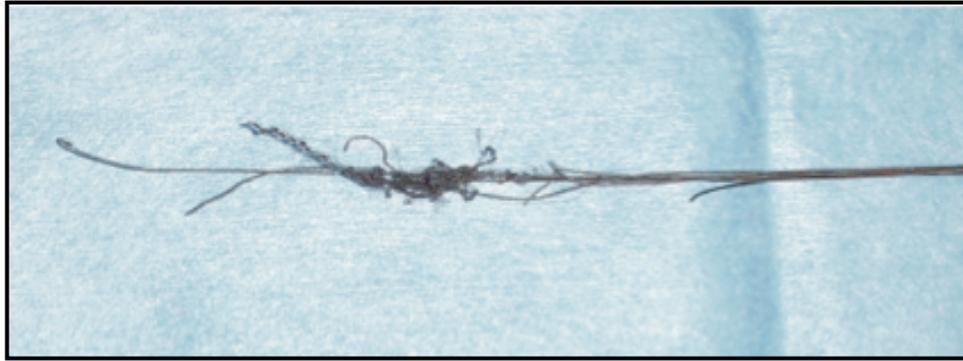
Figura 51. Fractura de guía BMW atrapada en D1. Figura extraída de EuroIntervention 2011;7:520-7<sup>95</sup>.

Los primeros casos de guías fracturadas reportados en la literatura acontecieron en 1980 en contextos distintos a las bifurcaciones, siendo en esa época la cirugía la única opción disponible para solventar esta complicación<sup>100</sup> (Figura 52).

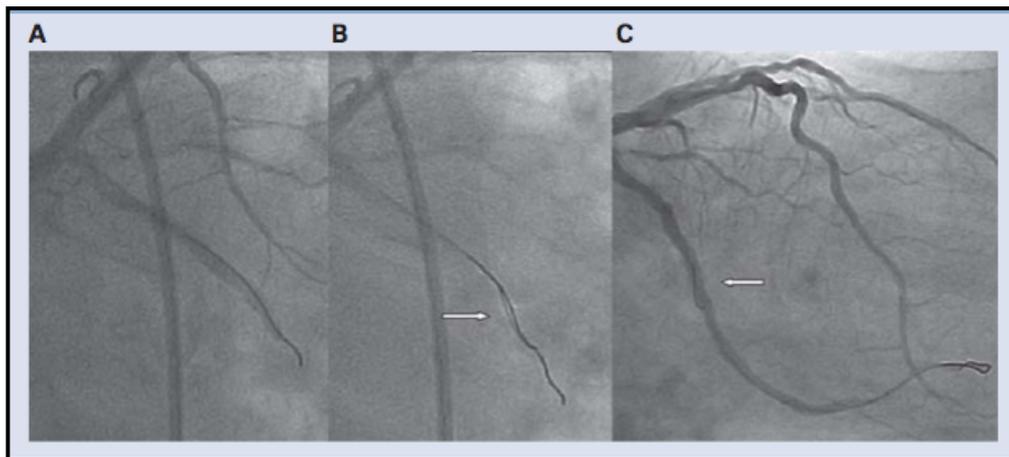


**Figura 52. Imagen de guía BMW fracturada extraída mediante cirugía. Figura extraída de Interact Cardiovasc Thorac Surg 2010;10:992-4<sup>96</sup>**

Posteriormente, con el desarrollo del intervencionismo percutáneo, fueron surgiendo nuevas técnicas<sup>95,101,104</sup> (Figura 53), que han facilitado en muchos casos la extracción de la guía sin necesidad de recurrir a la cirugía. Dentro de estas técnicas percutáneas podríamos incluir la extracción con catéter lazo, el implante de *stent* o la realización de angioplastia sobre la guía (Figura 54), así como la movilización y fijación de la misma a una rama lateral pequeña<sup>102</sup>. Afortunadamente como ya hemos resaltado con anterioridad, la rotura de la guía constituye una complicación poco frecuente, cuya incidencia se estima en menos del 0.02% de los procedimientos<sup>101</sup>.



**Figura 53.** Imagen de la guía fracturada, *stent* y múltiples fragmentos rodeados con el balón, extraída mediante técnica percutánea. Figura extraída de *EuroIntervention* 2011;7:520–7<sup>95</sup>.

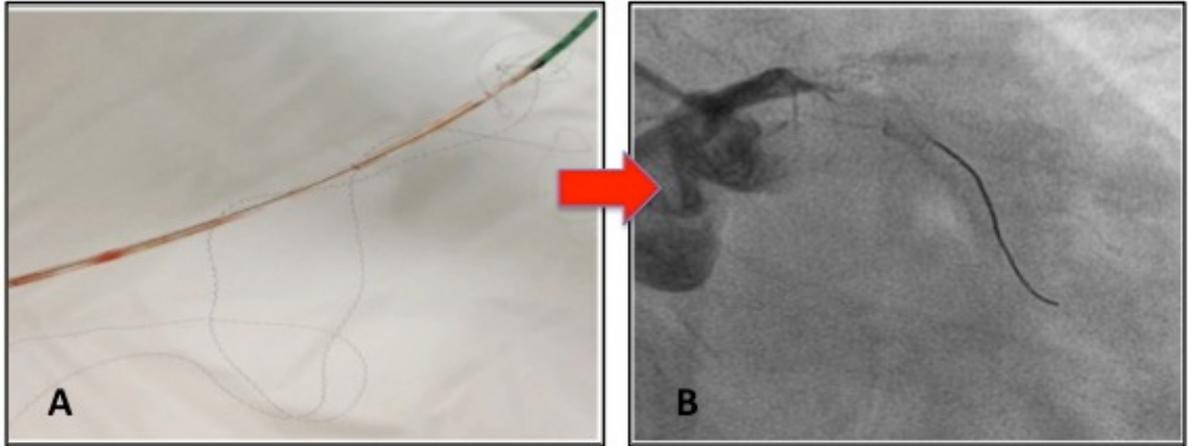


**Figura 54.** A) Proyección que muestra oclusión completa de la arteria circunfleja media; B) Remanente de la punta de la guía (flecha blanca); C) Fijación de la punta de la guía tras el implante del *stent*. Extraída de *Cardiol J* 2010;17:104–8<sup>102</sup>.

A pesar del desarrollo tecnológico de las guías coronarias, con importantes mejoras en su flexibilidad y calidad, esta complicación no se ha reducido, probablemente porque con estas mejoras técnicas los cardiólogos intervencionistas han comenzado a hacer frente a procedimientos de mayor complejidad.

La existencia de fragmentos de guía, especialmente los metálicos, en el interior de un vaso coronario puede predisponer a la formación de trombos, provocando embolia o trombosis coronaria<sup>105</sup>, como se muestra en el caso de la Figura 55. En este caso, a pesar de fijar la porción de la guía mediante *stent*, pequeños fragmentos de la guía quedaron en la porción proximal de la arteria circunfleja y el tronco coronario izquierdo, y aunque

inicialmente el resultado fue satisfactorio, finalmente se produjo la trombosis del tronco y el fallecimiento de la paciente, de ahí la importancia de evitar la rotura.



**Figura 55. A) Filamentos de guía coronaria tras rotura y extracción mediante microtomo a nivel de bifurcación TCI-ACX. B) Trombosis de TCI secundario a remanentes de guía coronaria a nivel de ACX. Extraída de Korean Circ J. 2013 Nov;43(11):761-765<sup>112</sup>.**

### 5.3. Recomendaciones actuales sobre el uso de guías coronarias en lesiones en bifurcación

En un artículo publicado en la revista Eurointervention en 2011 Burzotta et al<sup>95</sup> dan una serie de recomendaciones basadas en la opinión de expertos durante el tratamiento de lesiones en bifurcación siguiendo los pasos de la técnica simple (Tabla 18).

**Tabla 18. Recomendaciones para prevenir el “atrapamiento de la guía”. Extraída de la revista EuroIntervention 2011;7:520–7<sup>95</sup>.**

<b>Pasos de la técnica simple (provisional stenting)</b>	<b>Sugerencias</b>
<b>Colocación de la guía en el RL antes del implante de <i>stent</i> en el VP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evitar guías hidrofílicas (poliméricas)</li> <li>-Evitar colocar la punta distal de la guía en ramos secundarios pequeños</li> <li>-Evitar colocar la punta distal de la guía distalmente en el RL</li> </ul>
<b>Implante de <i>stent</i> en el VP con la guía enjaulada en el RL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evitar el “oversizing” del <i>stent</i> (tamaño óptimo 1:1 de acuerdo a la longitud distal del VP)</li> <li>-En el caso de enfermedad difusa en el VP, evitar enjaular la guía bajo múltiples <i>stents</i> solapados (tratar la bifurcación con un <i>stent</i> apropiado, y posteriormente completar el tratamiento de la porción proximal del VP con <i>stents</i> solapados tras la retirada de la guía enjaulada)</li> <li>-Comprobar durante el posicionamiento del <i>stent</i> en el VP que no se produzcan desplazamientos de la guía del RL y en caso del mismo, recolarla antes de la suelta</li> </ul>
<b>Postdilatación del segmento proximal del <i>stent</i> del VP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Evitar el “oversizing” en la postdilatación con balón (tamaño óptimo 1:1 de acuerdo al segmento proximal del VP, seleccionar balones cortos para no alcanzar la parte distal del VP)</li> <li>-En caso de inexpansión del <i>stent</i> en el VP, realizar postdilatación con balón no-compliant a alta presión, siempre tras la retirada de la guía enjaulada y el rewiring al RL</li> </ul>

#### 5.4. ¿Cuál es la guía ideal para “encarcelar”?

Actualmente se dispone de una gran variedad de guías coronarias con diferentes propiedades que las hacen apropiadas para indicaciones diversas, sin embargo no existe una guía diseñada específicamente para ser utilizada en el tratamiento de bifurcaciones que precisen usar la técnica de la guía encarcelada.

Hasta la fecha no existen estudios aleatorizados sobre la guía más adecuada para ser atrapada, únicamente recomendaciones basadas en opiniones de expertos que aconsejan evitar el uso de las guías poliméricas argumentando que se rompen más fácilmente que las no poliméricas y que provocan más complicaciones a nivel de la RL<sup>8,95,113</sup>.

Louvard et al. en un artículo publicado en 2004 en la revista Heart<sup>8</sup> sugieren que las guías poliméricas deben evitarse por haber presentado en una serie de cientos de casos 4 roturas, tratándose todas ellas de guías poliméricas. Esta recomendación se encuentra en consonancia con lo publicada en Eurointervention en 2011 donde Burzotta et al.<sup>83</sup> recomiendan no usar guías poliméricas, además de otras medidas para evitar el atrapamiento de la guía (Tabla 18), argumentando que siguiendo estas sencillas recomendaciones no presentaron ninguna rotura en una serie de 1291 pacientes consecutivos con lesiones bifurcadas<sup>95</sup>.

En la literatura existen múltiples casos publicados sobre roturas de guías, la mayoría de ellas se tratan de guías no poliméricas<sup>95,96,100,101,111</sup>. A pesar de que este hecho puede ser debido a un uso preferencial de este tipo de guías de acuerdo a las recomendaciones existentes, los datos de nuestro estudio piloto nos hicieron sospechar que podría existir un mayor riesgo de daño estructural de la guía al encarcelar guías no poliméricas<sup>114</sup>. En nuestro estudio piloto se utilizó una variable subrogada de rotura consistente en la evaluación del daño microscópico que se produce en las mismas. Así, se evidenció que un porcentaje no desdeñable de guías no poliméricas existía algún tipo de daño externo e incluso en la porción

interna, mientras que sólo una guía polimérica presentó una alteración moderada a nivel de la cubierta externa polimérica. Como se ha señalado previamente la presencia de daño microscópico no se relacionó con la aparición de eventos clínicos.

Basándonos en los resultados de nuestro estudio piloto diseñamos un estudio aleatorizado con el fin de comparar el daño estructural en las guías coronarias durante el tratamiento de lesiones en bifurcación. Nuestros resultados pusieron de manifiesto que no sólo no existe una mayor incidencia de daño en las guías poliméricas, sino que también el uso de éstas puede simplificar el procedimiento al disminuir el tiempo de escopia y al precisar con menos frecuencia realizar un cambio de guía en el *wiring* de la RL.

## 5.5. Recomendaciones en la elección de la guía tras el análisis del daño microscópico y las complicaciones

En el diseño y desarrollo de nuestro estudio seguimos las recomendaciones de expertos existentes a fin de evitar la rotura de la guía (Tabla 18), sin embargo discrepamos con la afirmación de que las guías poliméricas se rompan con más facilidad o provoquen mayor número de complicaciones que las no poliméricas. En nuestro trabajo no podemos demostrar que unas guías sean más resistentes a la rotura que otras, ya que la incidencia de rotura en la práctica clínica es tan pequeña que se necesitaría un gran tamaño muestral. El planteamiento fue utilizar una variable subrogada de la rotura, el daño de la guía valorado mediante microscopía estereoscópica, suponiendo que si una guía presenta con más frecuencia daño microscópico con la tracción, tendría más posibilidades de romperse.

En primer lugar, las guías no poliméricas sufren con mayor frecuencia daño microscópico, más de un 50% presentaron algún grado de daño frente a un 2% de las guías poliméricas, que únicamente presentaron daños muy leves. La guía más dañada correspondió a uno de los dos daños severos encontrados durante el estudio piloto, siendo una guía no polimérica que presentaba una rotura casi total, aunque parte de la estructura se mantuvo intacta lo que permitió su extracción y análisis (Figura 44). Los dos únicos daños severos hallados durante el estudio randomizado correspondieron igualmente a guías no poliméricas. Hemos encontrado varios predictores de presencia de daño microscópico, como la longitud de la guía atrapada, el tamaño de la rama lateral y el ángulo de bifurcación, que nos pueden ayudar a mejorar la técnica.

En segundo lugar, el *wiring* a la RL no se pudo realizar en 7 ocasiones (tiempo de escopia > 5 minutos), 6 de ellas se trataban de guías no poliméricas (5.6%) y fue necesario cambiar a una guía polimérica, que fue capaz de acceder a la RL en todos los casos sin complicaciones; y una 1 guía polimérica (0.9%) no consiguió acceder con ningún tipo de guía ni

tampoco tras el uso de catéter Venture. El hecho de utilizar dos guías supone un mayor coste del procedimiento. Otro aspecto técnico a reseñar es que el tiempo de *wiring* fue significativamente mayor en el grupo de guías no poliméricas, lo cual supone mayor tiempo de escopia (para el paciente y el operador), probablemente una mayor cantidad de contraste utilizado y de nuevo, un mayor coste del procedimiento.

En tercer lugar, el número de complicaciones fue similar en ambos grupos, no hubo diferencias significativas ni en el número de infartos postprocedimiento ni en el número de disecciones. Es cierto que en el grupo de guías poliméricas se produjeron dos disecciones, pero una de ellas fue realmente provocada no por la guía sino por el catéter Venture utilizado por la complejidad de la bifurcación.

Por tanto, podemos considerar que las guías poliméricas son más resistentes al daño microscópico, más eficaces y rentables e igualmente seguras que las guías no poliméricas.

## **5.6. Dificultades en el planteamiento del estudio**

Nuestro estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, utilizamos una variable subrogada (el daño microscópico) ya que la incidencia de rotura es muy baja. Una limitación técnica achacable a nuestro trabajo es que sólo estudiamos dos tipos de guías para cada grupo, todas ellas pertenecientes a la casa Abbott, lo cual puede limitar la extrapolación de nuestros resultados a otros tipos de guías.

En segundo lugar, en la evaluación del daño usamos la microscopía estereoscópica tradicional que presenta limitaciones en cuanto a la resolución óptica. Este problema se intentó solventar mediante un iluminador episcópico axial. Por último, la clasificación propuesta para la valoración del daño es arbitraria y el punto de corte de daño mayor de 2 mm de longitud se ha elegido en base a nuestras observaciones, en las que por debajo de esa longitud resulta difícil identificarlo por simple inspección ocular. Daños menores sólo identificables por una tecnología sofisticada no tendrían transcendencia alguna.

# **CONCLUSIONES**

## 6. CONCLUSIONES

- 1) Las guías poliméricas encarceladas en el tratamiento de una bifurcación coronaria, presentan una menor incidencia de daño estructural evaluado mediante microscopía estereoscópica que las guías no poliméricas.
  
- 2) Hemos identificado 2 factores anatómicos que predicen la aparición o la intensidad del daño microscópico en la guía: el diámetro basal de la rama lateral y el ángulo de bifurcación. A menor diámetro de la RL y ángulo de bifurcación, mayor incidencia del daño estructural.
  
- 3) El único factor técnico asociado con una mayor probabilidad de daño estructural en la guía encarcelada es la longitud de la guía atrapada. A mayor longitud de guía atrapada, mayor incidencia de daño estructural moderado o severo
  
- 4) El uso de guías poliméricas se asoció a un menor tiempo de escopia, lo que añadido a su tasa de éxito en el *wiring*, supone una disminución en los costes asociados al procedimiento.
  
- 5) La tasa de fracaso en el *wiring* fue superior en el grupo de guías no poliméricas.
  
- 6) No hubo diferencias en la incidencia de complicaciones asociadas al procedimiento en función de la guía utilizada.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Legrand V, Thomas M, Zelisko M, Bruyne B De, Reifart N, Steigen T, Hildick-Smith D, Albiero R, Darremont O, Stankovic G, Pan M, Lassen JF, Louvard Y, Lefèvre T. Percutaneous coronary intervention of bifurcation lesions: state-of-the-art. Insights from the second meeting of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention* 2007;3:44–9..
2. Louvard Y, Thomas M, Dzavik V, Hildick-Smith D, Galassi AR, Pan M, Burzotta F, Zelizko M, Dudek D, Ludman P, Sheiban I, Lassen JF, Darremont O, Kastrati A, Ludwig J, Iakovou I, Brunel P, Lansky A, Meerkin D, Legrand V, Medina A, Lefèvre T. Classification of coronary artery bifurcation lesions and treatments: time for a consensus! *Catheter Cardiovasc Interv* 2008;71:175–83.
3. Botas J. Bifurcation lesions: the last great frontier for coronary interventions. *Rev española Cardiol* 2008;61:911–3.
4. Myler RK, Shaw RE, Stertz SH, Hecht HS, Ryan C, Rosenblum J, Cumberland DC, Murphy MC, Hansell HN, Hidalgo B. Lesion morphology and coronary angioplasty: current experience and analysis. *J Am Coll Cardiol* 1992;19:1641–52.
5. Dauerman HL, Higgins PJ, Sparano AM, Gibson CM, Garber GR, Carrozza JP, Kuntz RE, Laham RJ, Shubrooks SJ, Baim DS, Cohen DJ. Mechanical debulking versus balloon angioplasty for the treatment of true bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1845–52.
6. Lefèvre T. [Bifurcation lesions: the simpler, the better]. *Rev española Cardiol* 2005;58:1261–5.

7. Ahmed JM, Mintz GS, Weissman NJ, Lansky AJ, Pichard AD, Satler LF, Kent KM. Mechanism of lumen enlargement during intracoronary stent implantation: an intravascular ultrasound study. *Circulation* 2000;102:7–10.
8. Louvard Y, Lefèvre T, Morice M-C. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary disease. *Heart* 2004;90:713–22.
9. Poerner TC, KraleV S, Voelker W, Sueselbeck T, Latsch A, Pflieger S, Schumacher B, Borggrefe M, Haase KK. Natural history of small and medium-sized side branches after coronary stent implantation. *Am Heart J* 2002;143:627–35.
10. Freed M, Grines C, Safian R eds. *The New Manual of Interventional Cardiology. Physician'*. Birmingham, Michigan; 1996.
11. Alfonso F, Pan M. Do we know how to treat bifurcation coronary lesions? *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2014;67:790–3.
12. Zhou Y, Kassab GS, Molloy S. On the design of the coronary arterial tree: a generalization of Murray's law. *Phys Med Biol* 1999;44:2929–45.
13. Medina A, Suárez de Lezo J. Percutaneous coronary intervention in bifurcation lesions. Does classification aid treatment selection? *Rev española Cardiol* 2009;62:595–8.
14. Lefèvre T, Louvard Y, Morice MC, Dumas P, Loubeyre C, Benslimane A, Premchand RK, Guillard N, Piéchaud JF. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments, and results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;49:274–83.
15. Spokojny A, Sanborn T. *Approaches in Coronary Intervention*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1996.

16. Safian R. Bifurcation lesions. In: Safian R, Freed M, eds. *The Manual of Interventional Cardiology*. Physicians' Press Royal Oak; 2001:222.
17. Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. [A new classification of coronary bifurcation lesions]. *Rev española Cardiol* 2006;59:183.
18. Koo B-K, Waseda K, Kang H-J, Kim H-S, Nam C-W, Hur S-H, Kim J-S, Choi D, Jang Y, Hahn J-Y, Gwon H-C, Yoon M-H, Tahk S-J, Chung W-Y, Cho Y-S, Choi D-J, Hasegawa T, Kataoka T, Oh SJ, Honda Y, Fitzgerald PJ, Fearon WF. Anatomic and functional evaluation of bifurcation lesions undergoing percutaneous coronary intervention. *Circ Cardiovasc Interv* 2010;3:113–9.
19. Scheerder I De, Man F De, Herregods MC, Wilczek K, Barrios L, Raymenants E, Desmet W, Geest H De, Piessens J. Intravascular ultrasound versus angiography for measurement of luminal diameters in normal and diseased coronary arteries. *Am Heart J* 1994;127:243–51.
20. Birgelen C von, Hartmann M. Intravascular ultrasound assessment of coronary atherosclerosis and percutaneous interventions. *Minerva Cardioangiol* 2004;52:391–406.
21. Takagi A, Tsurumi Y, Ishii Y, Suzuki K, Kawana M, Kasanuki H. Clinical potential of intravascular ultrasound for physiological assessment of coronary stenosis: relationship between quantitative ultrasound tomography and pressure-derived fractional flow reserve. *Circulation* 1999;100:250–5.
22. Medina A, Martín P, Suárez de Lezo J, Amador C, Suárez de Lezo J, Pan M, Melián F, Hernández E, Burgos L, Ojeda S, Ortega JR, García A. Vulnerable carina anatomy and ostial lesions in the left anterior descending coronary artery after floating-stent treatment. *Rev española Cardiol* 2009;62:1240–9.

23. Lezo JS de, Medina A, Martín P, Amador C, Delgado A, Lezo JS de, Pan M, Hernández E, Melián F, Arbelo E, García A. Ultrasound findings during percutaneous treatment of bifurcated coronary lesions. *Rev española Cardiol* 2008;61:930–5.
24. Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Delgado A, Segura J, Ojeda S, Pavlovic D, Ariza J, Fernández-Dueñas J, Herrador J, Ureña I. [Six-month intravascular ultrasound follow-up of coronary bifurcation lesions treated with rapamycin-eluting stents: technical considerations]. *Rev española Cardiol* 2005;58:1278–86.
25. Kim J-S, Hong M-K, Ko Y-G, Choi D, Yoon JH, Choi S-H, Hahn J-Y, Gwon H-C, Jeong M-H, Kim H-S, Seong I-W, Yang J-Y, Rha SW, Tahk S-J, Seung KB, Park S-J, Jang Y. Impact of intravascular ultrasound guidance on long-term clinical outcomes in patients treated with drug-eluting stent for bifurcation lesions: data from a Korean multicenter bifurcation registry. *Am Heart J* 2011;161:180–7.
26. Kim S-H, Kim Y-H, Kang S-J, Park D-W, Lee S-W, Lee CW, Hong M-K, Cheong S-S, Kim J-J, Park S-W, Park S-J. Long-term outcomes of intravascular ultrasound-guided stenting in coronary bifurcation lesions. *Am J Cardiol* 2010;106:612–8.
27. Patel Y, Depta JP, Novak E, Yeung M, Lavine K, Banerjee S, Lin CH, Zajarias A, Kurz HI, Lasala JM, Bach RG, Singh J. Long-term outcomes with use of intravascular ultrasound for the treatment of coronary bifurcation lesions. *Am J Cardiol* 2012;109:960–5.
28. Zhang Y, Farooq V, Garcia-Garcia HM, Bourantas C V, Tian N, Dong S, Li M, Yang S, Serruys PW, Chen S-L. Comparison of intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation: a meta-analysis of one randomised trial and ten observational studies involving 19,619 patients. *EuroIntervention* 2012;8:855–65.

29. Lee CW, Kang S-J, Park D-W, Lee S-H, Kim Y-H, Kim J-J, Park S-W, Mintz GS, Park S-J. Intravascular ultrasound findings in patients with very late stent thrombosis after either drug-eluting or bare-metal stent implantation. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1936–42.
30. Nakazawa G, Otsuka F, Nakano M, Vorpahl M, Yazdani SK, Ladich E, Kolodgie FD, Finn A V, Virmani R. The pathology of neoatherosclerosis in human coronary implants bare-metal and drug-eluting stents. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1314–22.
31. Takano M, Yamamoto M, Inami S, Murakami D, Ohba T, Seino Y, Mizuno K. Appearance of lipid-laden intima and neovascularization after implantation of bare-metal stents extended late-phase observation by intracoronary optical coherence tomography. *J Am Coll Cardiol* 2009;55:26–32.
32. Suárez de Lezo J, Medina A, Martín P, Novoa J, Suárez de Lezo J, Pan M, Caballero E, Melián F, Mazuelos F, Quevedo V. Predictors of ostial side branch damage during provisional stenting of coronary bifurcation lesions not involving the side branch origin: an ultrasonographic study. *EuroIntervention* 2012;7:1147–54.
33. Medina A, Martín P, Suárez de Lezo J, Nóvoa J, Melián F, Hernández E, Suárez de Lezo J, Pan M, Burgos L, Amador C, Morera O, García A. Ultrasound study of the prevalence of plaque at the carina in lesions that affect the coronary bifurcation. Implications for treatment with provisional stent. *Rev española Cardiol* 2011;64:43–50.
34. Iakovou I, Ge L, Colombo A. Contemporary stent treatment of coronary bifurcations. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:1446–55.
35. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, Collet J-P, Cremer J, Falk V, Filippatos G, Hamm C, Head SJ, Jüni P, Kappetein AP, Kastrati A, Knuuti J, Landmesser U, Laufer G, Neumann F-J, Richter DJ, Schauerte P, Sousa Uva M, Stefanini GG, Taggart DP, Torracca L, Valgimigli M, Wijns W,

Witkowski A. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of. *Eur Heart J* 2014;35:2541–619.

36. Hakeem A, Khan FM, Bhatti S, Samad Z, Effat MA, Eckman MH, Helmy T. Provisional vs. complex stenting strategy for coronary bifurcation lesions: meta-analysis of randomized trials. *J Invasive Cardiol* 2009;21:589–95.

37. Steigen TK, Maeng M, Wiseth R, Erglis A, Kumsars I, Narbute I, Gunnes P, Mannsverk J, Meyerdierks O, Rotevatn S, Niemelä M, Kervinen K, Jensen JS, Galløe A, Nikus K, Vikman S, Ravkilde J, James S, Aarøe J, Ylitalo A, Helqvist S, Sjögren I, Thayssen P, Virtanen K, Puhakka M, Airaksinen J, Lassen JF, Thuesen L. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study. *Circulation* 2006;114:1955–61.

38. Colombo A, Moses JW, Morice MC, Ludwig J, Holmes DR, Spanos V, Louvard Y, Desmedt B, Mario C Di, Leon MB. Randomized study to evaluate sirolimus-eluting stents implanted at coronary bifurcation lesions. *Circulation* 2004;109:1244–9.

39. Pan M, Lezo JS de, Medina A, Romero M, Segura J, Pavlovic D, Delgado A, Ojeda S, Melián F, Herrador J, Ureña I, Burgos L. 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.

40. Pan M, Medina A, Suárez de Lezo J, Romero M, Segura J, Martín P, Suárez de Lezo J, Hernández E, Mazuelos F, Moreno A, Pavlovic D, Ojeda S, Toledano F, Leon C. Coronary

bifurcation lesions treated with simple approach (from the Cordoba & Las Palmas [CORPAL] Kiss Trial). *Am J Cardiol* 2011;107:1460–5.

41. Zack PM, Ischinger T. Experience with a technique for coronary angioplasty of bifurcational lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1984;10:433–43.

42. Meier B, Gruentzig AR, King SB, Douglas JS, Hollman J, Ischinger T, Aueron F, Galan K. Risk of side branch occlusion during coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984;53:10–4.

43. Meier B. Kissing balloon coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984;54:918–20.

44. Pinkerton CA, Slack JD, Tassel JW Van, Orr CM. Angioplasty for dilatation of complex coronary artery bifurcation stenoses. *Am J Cardiol* 1985;55:1626–8.

45. Nakamura S, Hall P, Maiello L, Colombo A. Techniques for Palmaz-Schatz stent deployment in lesions with a large side branch. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995;34:353–61.

46. Suwaidi J Al, Berger PB, Rihal CS, Garratt KN, Bell MR, Ting HH, Bresnahan JF, Grill DE, Holmes DR. Immediate and long-term outcome of intracoronary stent implantation for true bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:929–36.

47. Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Hernández E, Segura J, Castroviejo JR, Pavlovic D, Melian F, Ramírez A, Castillo JC. Simple and complex stent strategies for bifurcated coronary arterial stenosis involving the side branch origin. *Am J Cardiol* 1999;83:1320–5.

48. Yamashita T, Nishida T, Adamian MG, Briguori C, Vaghetti M, Corvaja N, Albiero R, Finci L, Mario C Di, Tobis JM, Colombo A. Bifurcation lesions: two stents versus one stent—immediate and follow-up results. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1145–51.

49. Lefèvre T, Morice M-C, Sengottuvel G, Kokis A, Monchi M, Dumas P, Garot P, Louvard Y. Influence of technical strategies on the outcome of coronary bifurcation stenting. *EuroIntervention* 2005;1:31–7.
50. Sheiban I, Albiero R, Marsico F, Dharmadhikari A, Tzifos V, Pagnotta P, Montorfano M, Leonardo F, Saba P, Mario C Di, Colombo A. Immediate and long-term results of “T” stenting for bifurcation coronary lesions. *Am J Cardiol* 2000;85:1141–4, A9.
51. Assali AR, Teplitsky I, Hasdai D, Rechavia E, Solodky A, Sela O, Butto N, Shor N, Fuchs S, Battler A, Kornowski R. Coronary bifurcation lesions: to stent one branch or both? *J Invasive Cardiol* 2004;16:447–50.
52. Zamani P, Kinlay S. Long-term risk of clinical events from stenting side branches of coronary bifurcation lesions with drug-eluting and bare-metal stents: an observational meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:202–12.
53. Brar SS, Gray WA, Dangas G, Leon MB, Aharonian VJ, Brar SK, Moses JW. Bifurcation stenting with drug-eluting stents: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *EuroIntervention* 2009;5:475–84.
54. Biondi-Zoccai G. Duplicate meta-analyses on coronary bifurcation strategies: when more is less? *EuroIntervention* 2010;6:181–3.
55. Zhang F, Dong L, Ge J. Simple versus complex stenting strategy for coronary artery bifurcation lesions in the drug-eluting stent era: a meta-analysis of randomised trials. *Heart* 2009;95:1676–81.
56. Behan MW, Holm NR, Curzen NP, Erglis A, Stables RH, Belder AJ de, Niemelä M, Cooter N, Chew DP, Steigen TK, Oldroyd KG, Jensen JS, Lassen JF, Thuesen L, Hildick-Smith D. Simple or

complex stenting for bifurcation coronary lesions: a patient-level pooled-analysis of the Nordic Bifurcation Study and the British Bifurcation Coronary Study. *Circ Cardiovasc Interv* 2011;4:57–64.

57. Niccoli G, Ferrante G, Porto I, Burzotta F, Leone AM, Mongiardo R, Mazzari MA, Trani C, Rebuzzi AG, Crea F. Coronary bifurcation lesions: to stent one branch or both? A meta-analysis of patients treated with drug eluting stents. *Int J Cardiol* 2010;139:80–91.

58. Athappan G, Ponniah T, Jeyaseelan L. True coronary bifurcation lesions: meta-analysis and review of literature. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2010;11:103–10.

59. Katritsis DG, Siontis GCM, Ioannidis JPA. Double versus single stenting for coronary bifurcation lesions: a meta-analysis. *Circ Cardiovasc Interv* 2009;2:409–15.

60. Alberti A, Missiroli B, Nannini C. “Skirt” technique for coronary artery bifurcation stenting. *J Invasive Cardiol* 2000;12:633–6.

61. Kobayashi Y, Colombo A, Adamian M, Nishida T, Moussa I, Moses JW. The skirt technique: A stenting technique to treat a lesion immediately proximal to the bifurcation (pseudobifurcation). *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;51:347–51.

62. Baim DS. Is bifurcation stenting the answer? *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;37:314–6.

63. Ormiston JA, Webster MW, Ruygrok PN, Stewart JT, White HD, Scott DS. Stent deformation following simulated side-branch dilatation: a comparison of five stent designs. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999;47:258–64.

64. Lefèvre T, Louvard Y, Morice MC, Loubeyre C, Piéchaud JF, Dumas P. Stenting of bifurcation lesions: a rational approach. *J Interv Cardiol* 2001;14:573–85.

65. Chevalier B, Glatt B, Royer T, Guyon P. Placement of coronary stents in bifurcation lesions by the “culotte” technique. *Am J Cardiol* 1998;82:943–9.
66. Khoja A, Ozbek C, Bay W, Heisel A. Trouser-like stenting: a new technique for bifurcation lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;41:192–6; discussion 197–9.
67. Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Segura J, Ramírez A, Pavlovic D, Hernández E, Ojeda S, Adamuz C. A stepwise strategy for the stent treatment of bifurcated coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;55:50–7.
68. Pan M, Romero M, Ojeda S, Segura J, Mazuelos F, Suárez de Lezo J, Medina A, Suárez de Lezo J. Inverted crush technique for uncrossable side branch occlusion during provisional side branch stenting: a new role for the jailed wire. *Rev española Cardiol* 2011;64:718–22.
69. Colombo A, Gaglione A, Nakamura S, Finci L. “Kissing” stents for bifurcational coronary lesion. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993;30:327–30.
70. Schampaert E, Fort S, Adelman AG, Schwartz L. The V-stent: a novel technique for coronary bifurcation stenting. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;39:320–6.
71. Sharma SK. Simultaneous kissing drug-eluting stent technique for percutaneous treatment of bifurcation lesions in large-size vessels. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;65:10–6.
72. Sharma SK, Choudhury A, Lee J, Kim MC, Fisher E, Steinheimer AM, Kini AS. Simultaneous kissing stents (SKS) technique for treating bifurcation lesions in medium-to-large size coronary arteries. *Am J Cardiol* 2004;94:913–7.
73. Carrie D, Karouny E, Chouairi S, Puel J. “T”-shaped stent placement: a technique for the treatment of dissected bifurcation lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;37:311–3.

74. Kobayashi Y, Colombo A, Akiyama T, Reimers B, Martini G, Mario C di. Modified “T” stenting: a technique for kissing stents in bifurcational coronary lesion. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;43:323–6.
75. Rizik DG, Klassen KJ, Dowler DA, Villegas BJ. Balloon alignment T-stenting for bifurcation coronary artery disease using the sirolimus-eluting stent. *J Invasive Cardiol* 2006;18:454–60.
76. Burzotta F, Vita M De, Sgueglia G, Todaro D, Trani C. How to solve difficult side branch access? *EuroIntervention* 2010;6 Suppl J:J72–80.
77. Brunel P, Lefevre T, Darremont O, Louvard Y. Provisional T-stenting and kissing balloon in the treatment of coronary bifurcation lesions: results of the French multicenter “TULIPE” study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;68:67–73.
78. Colombo A, Stankovic G. Problem Oriented Approaches in Interventional Cardiology. Chapter 4. In: Louvard Y, Lefevre T, eds. *Bifurcation lesion stenting*. Informa Healthcare; 2007.
79. Arora RR, Raymond RE, Dimas AP, Bhadwar K, Simpfendorfer C. Side branch occlusion during coronary angioplasty: incidence, angiographic characteristics, and outcome. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989;18:210–2.
80. Aliabadi D, Tilli F V, Bowers TR, Benzuly KH, Safian RD, Goldstein JA, Grines CL, O’Neill WW. Incidence and angiographic predictors of side branch occlusion following high-pressure intracoronary stenting. *Am J Cardiol* 1997;80:994–7.
81. Furukawa E, Hibi K, Kosuge M, Nakatogawa T, Toda N, Takamura T, Tsukahara K, Okuda J, Ootsuka F, Tahara Y, Sugano T, Endo T, Kimura K, Umemura S. Intravascular ultrasound predictors of side branch occlusion in bifurcation lesions after percutaneous coronary intervention. *Circ J* 2005;69:325–30.

82. Hildick-Smith D, Lassen JF, Koo B-K. One or two stents for coronary bifurcation lesions? *EuroIntervention* 2010;6 Suppl J:J61–4.
83. Burzotta F, Trani C, Sianos G. Jailed balloon protection: a new technique to avoid acute side-branch occlusion during provisional stenting of bifurcated lesions. Bench test report and first clinical experience. *EuroIntervention* 2010;5:809–13.
84. Catakoglu AB, Aytekin V. The Highway Technique: a new stenting technique to treat coronary bifurcation lesions. *EuroIntervention* 2010;5:821–5.
85. McClure SJ, Wahr DW, Webb JG. Venture wire control catheter. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005;66:346–50.
86. Pan M, Suárez de Lezo J, Medina A, Romero M, Delgado A, Segura J, Ojeda S, Mazuelos F, Hernandez E, Melian F, Pavlovic D, Esteban F, Herrador J. Drug-eluting stents for the treatment of bifurcation lesions: a randomized comparison between paclitaxel and sirolimus stents. *Am Heart J* 2007;153:15.e1–7.
87. Ojeda S, Pan M, Mazuelos F, Romero M, Segura J, Pavlovic D, Crespín M, Suárez de Lezo J. Use of the venture wire-control catheter for accessing side branches during provisional stenting: an option for bifurcations with an unfavorable anatomy. *Rev española Cardiol* 2010;63:1487–91.
88. Louvard Y, Lefevre T, Morice M. Bifurcation lesions. In: Eeckhout E, Serruys P, Wijns W, Vahanian A, Sambeek M Van, Palma R De, eds. *Percutaneous Interventional Cardiovascular Medicine*. PCR Publishing; 2012.
89. Stankovic G, Darremont O, Ferenc M, Hildick-Smith D, Louvard Y, Albiero R, Pan M, Lassen JF, Lefèvre T. Percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions: 2008 consensus

document from the fourth meeting of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention* 2009;5:39–49.

90. Lefèvre T, Darremont O, Albiero R. Provisional side branch stenting for the treatment of bifurcation lesions. *EuroIntervention* 2010;6 Suppl J:J65–71.

91. Pan M, Medina A, Romero M, Ojeda S, Martin P, Suarez de Lezo J, Segura J, Mazuelos F, Novoa J, Suarez de Lezo J. Assessment of side branch predilation before a provisional T-stent strategy for bifurcation lesions. A randomized trial. *Am Heart J* 2014;168:374–80.

92. Hartzler GO, Rutherford BD, McConahay DR. Retained percutaneous transluminal coronary angioplasty equipment components and their management. *Am J Cardiol* 1987;60:1260–4.

93. Ojeda Delgado JL, Jiménez Mena M, Barrios Alonso V, Pena Tizón J, Fernández Sánchez-Villarán E, Hernández Madrid A, Marín Huerta E, Pey Illera J. [Guide-wire rupture as a complication of coronary angioplasty. Apropos 2 cases and a review of the literature]. *Rev española Cardiol* 1992;45:141–4.

94. Erglis A, Narbutė I, Sondore D, Grave A, Jegere S. Coronary Guidewires. *EuroIntervention* 2010;6:168–169.

95. Owens CG, Spence MS. How should I treat a patient to remove a fractured jailed side branch wire? *EuroIntervention* 2011;7:520–7.

96. Balbi M, Bezante GP, Brunelli C, Rollando D. Guide wire fracture during percutaneous transluminal coronary angioplasty: possible causes and management. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2010;10:992–4.

97. Bonvini RF, Werner KD, Buettner H-J, Buergelein K-H, Zeller T. Retrieval of lost coronary guidewires during challenging percutaneous coronary interventions. *Cardiovasc Revasc Med* 11:262.e7–10.
98. Capuano F, Simon C, Roscitano A, Sinatra R. Percutaneous transluminal coronary angioplasty hardware entrapment: guidewire entrapment. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2008;9:1140–1.
99. Demircan S, Yazici M, Durna K, Yasar E. Intracoronary guidewire emboli: a unique complication and retrieval of the wire. *Cardiovasc Revasc Med* 9:278–80.
100. Döring V, Hamm C. Delayed surgical removal of a guide-wire fragment following coronary angioplasty. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990;38:36–7.
101. Collins N, Horlick E, Dzavik V. Triple wire technique for removal of fractured angioplasty guidewire. *J Invasive Cardiol* 2007;19:E230–4.
102. Karabulut A, Daglar E, Cakmak M. Entrapment of hydrophilic coated coronary guidewire tips: which form of management is best? *Cardiol J* 2010;17:104–8.
103. Kim CK, Beom Park C, Jin U, Ju Cho E. Entrapment of guidewire in the coronary stent during percutaneous coronary intervention. *Thorac Cardiovasc Surg* 2006;54:425–6.
104. Patel T, Shah S, Pandya R, Sanghvi K, Fonseca K. Broken guidewire fragment: a simplified retrieval technique. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;51:483–6.
105. Pourmoghaddas M, Fard OH. Retained jailed wire: a case report and literature review. *ARYA Atheroscler* 2011;7:129–31.

106. Pawlowski K, Dorniak W, Klaudel J. Percutaneous evacuation of detached hydrophilic coating of jailed guidewire. *J Invasive Cardiol* 2010;22:E193–5.
107. Moussa ID, Klein LW, Shah B, Mehran R, Mack MJ, Brilakis ES, Reilly JP, Zoghbi G, Holper E, Stone GW. Consideration of a new definition of clinically relevant myocardial infarction after coronary revascularization: an expert consensus document from the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI). *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1563–70.
108. Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, Bailey SR, Bittl JA, Cercek B, Chambers CE, Ellis SG, Guyton RA, Hollenberg SM, Khot UN, Lange RA, Mauri L, Mehran R, Moussa ID, Mukherjee D, Nallamothu BK, Ting HH. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:e44–122.
109. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, Collet J-P, Cremer J, Falk V, Filippatos G, Hamm C, Head SJ, Jüni P, Kappetein AP, Kastrati A, Knuuti J, Landmesser U, Laufer G, Neumann F-J, Richter DJ, Schauerte P, Sousa Uva M, Stefanini GG, Taggart DP, Torracca L, Valgimigli M, Wijns W, Witkowski A. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution . *EuroIntervention* 2014.
110. Lassen JF, Holm NR, Stankovic G, Lefèvre T, Chieffo A, Hildick-Smith D, Pan M, Darremont O, Albiero R, Ferenc M, Louvard Y. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease: consensus from the first 10 years of the European Bifurcation Club meetings. *EuroIntervention* 2014;10:545–60.

111. Sezgin AT, Gullu H, Ermis N. Guidewire entrapment during jailed wire technique. *J Invasive Cardiol* 2006;18:391–2.
112. Kim T-J, Kim J-K, Park B-M, Song P-S, Kim D-K, Kim K-H, Seol S-H, Kim D-I. Fatal subacute stent thrombosis induced by guidewire fracture with retained filaments in the coronary artery. *Korean Circ J* 2013;43:761–5.
113. Louvard Y, Lefèvre T, Morice M. Bifurcation lesions. In: *Percutaneous Interventional Cardiovascular Medicine.*; 2012.
114. Villanueva E, Pan M, Ojeda S, Suárez de Lezo J, Romero M, Martín P, Mazuelos F, Segura J, Medina A, Suárez de Lezo J. Structural Damage to Jailed Guidewire During the Treatment of Coronary Bifurcations: Microscopic Evaluation. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2015.





**TÍTULO DE LA TESIS:**

TÉCNICA DE LA GUÍA ENCARCELADA EN EL TRATAMIENTO PERCUTÁNEO DE LAS BIFURCACIONES CORONARIAS TRATADAS CON STENTS: ESTUDIO ALEATORIZADO CON MICROSCOPIA ESTEREOSCOPICA

**DOCTORANDO/A:**

ELENA VILLANUEVA FERNÁNDEZ

**INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS**

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

Certificamos que este trabajo se ha realizado bajo nuestra dirección, habiendo generado comunicaciones en congresos internacionales como así mismo publicaciones en revistas de impacto.

El trabajo tiene calidad suficiente para ser defendido como tesis doctoral ante un tribunal.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 9 de OCTUBRE de 2015

Firma del/de los director/es

Fdo.: \_\_\_\_\_

Fdo.: \_\_\_\_\_

