

Angioplastia transluminal coronaria en bifurcación de arteria descendente anterior, con técnica de *crush stenting*

Coronary transluminal angioplasty in bifurcation of the anterior descending artery, using the crush stenting technique

Ariel Ittig¹, César Federico Vigo², Silvana Cárdenas³, Juan José Luciano³, Anselmo Bordonava³

RESUMEN

Introducción. La angioplastia coronaria de obstrucciones en bifurcación se asocia con un alto grado de complicaciones cardiovasculares. Esta publicación presenta los resultados inmediatos y a mediano plazo de pacientes con angina inestable y obstrucciones coronarias en bifurcación de arteria descendente anterior y primera diagonal, tratadas con la técnica de crush stenting.

Material y métodos. Se trataron 12 pacientes consecutivos entre enero de 2018 y julio de 2019. Para la técnica de crush stenting se utilizaron dos stents de cromo-platino, liberadores de everolimus, Promus PREMIERTM.

Resultados. La edad fue de 60±7 años. Un tercio de los pacientes (n=4; 33,3%) tenía enfermedad de tres vasos coronarios y dos bifurcaciones tratadas (n=2; 16,7%) fueron reestenosis intrastent.

Todos los procedimientos (n=12; 100%) fueron técnicamente exitosos y los pacientes no tuvieron complicaciones mayores durante su internación. En su evolución a mediano plazo se registró la muerte de un hombre (n=1; 8,3%) a los 3 meses del alta hospitalaria por insuficiencia cardíaca. La sobrevida actuarial libre de eventos cardiovasculares adversos mayores (infarto de miocardio, revascularización de la lesión tratada, accidente cerebro-vascular y/o muerte) a 24 meses de seguimiento fue de 92%. **Conclusiones.** La angioplastia coronaria de un grupo muy selecto de pacientes, con angina inestable, obstrucciones de bifurcación de arteria descendente anterior y primera diagonal, con la técnica de crush stenting e implante de dos stents liberadores de everolimus Promus PREMIERTM fue segura y presentó una baja tasa de eventos cardiovasculares adversos mayores a mediano plazo.

Palabras claves: enfermedad arterial coronaria, lesiones en bifurcación, stents liberadores de drogas.

ABSTRACT

Introduction. Coronary angioplasty of bifurcation obstructions is associated with a high degree of cardiovascular complications. This publication presents the immediate and medium-term results of patients with unstable angina and coronary obstructions in the bifurcation of the anterior descending and first diagonal arteries, treated with the crush stenting technique.

Material and methods. Twelve consecutive patients were treated between January 2018 and July 2019. For the crush stenting technique, two chrome-platinum stents, releasing everolimus, Promus PREMIERTM were used.

Results. The age was 60±7 years. One third of the patients (n: 4; 33.3%) patients with three coronary vessel disease and two treated bifurcations (n: 2; 16.7%) had in-stent restenosis.

All the procedures (n: 12; 100%) were technically successful and the patients had no major complications during hospitalization. In its medium-term evolution, the death of a man (n: 1; 8.3%) will be seen 3 months after discharge from heart failure. The actuarial survival free of major adverse cardiovascular events (myocardial infarction, target lesion revascularization, stroke and / or death) at 24-month follow-up was 92%. **Conclusions.** Coronary angioplasty in a very select group of patients, with unstable angina, bifurcation obstructions of the anterior descending artery and first diagonal, with the crush stenting technique and implantation of two everolimus Promus PREMIERTM releasing stents was safe and presented a low rate of major adverse cardiovascular events in the medium term.

Keywords: coronary artery disease, bifurcation lesions, drug-eluting stents.

Revista Argentina de Cardioangiología Intervencionista 2020;11(3):119-125. <https://doi.org/10.30567/RACI/202003/0119-0125>

INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances en la técnica y materiales disponibles para la realización de angioplastia transluminal coronaria (ATC), el tratamiento de las obstrucciones coronarias en bifurcación está asociado con un alto grado de complicaciones cardiovasculares. No solo es de destacar la posibilidad de oclusión del ramo lateral periprocedimiento¹, sino también de la mayor tasa de reestenosis esperable a largo plazo².

Las lesiones de bifurcación representan hasta un 20% del total de las intervenciones coronarias y están presentes en aproximadamente un 30% de los pacientes con enfermedad de múltiples vasos³.

La técnica de *crush stenting* es una opción terapéutica que consiste en el implante de dos *stents* liberadores de droga⁴. El primer *stent* se implanta en la rama lateral, dejando 2 a 3 mm de su extremo proximal dentro de la luz del vaso principal. A continuación se implanta el segundo *stent* en el vaso principal produciendo un aplastamiento (*crush*) del extremo proximal del primero. El procedimiento finaliza con el inflado simultáneo de dos balones en ambos *stents* (técnica de *kissing balloon*).

Esta publicación presenta los resultados inmediatos y a mediano plazo de pacientes con angina inestable y obstrucciones coronarias en bifurcación de arteria descendente anterior y primera diagonal, tratadas con la técnica de *crush stenting*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio no randomizado, retrospectivo, de 12 pacientes consecutivos con angina inestable y obstrucciones coronarias en bifurcación de arteria descendente anterior y pri-

1. Servicio de Angiología y Hemodinamia, Hospital Nacional de Clínicas, Córdoba, Rep. Argentina. Servicio de Hemodinamia, Clínica Chutro, Córdoba, Rep. Argentina.

2. Servicio de Hemodinamia, Clínica Chutro, Córdoba, Rep. Argentina.

3. Servicio de Angiología y Hemodinamia, Hospital Nacional de Clínicas, Córdoba, Rep. Argentina.

✉ Correspondencia: Ariel Ittig. Servicio de Angiología y Hemodinamia, Hospital Nacional de Clínicas. Santa Rosa 1564, X5000ETF, Córdoba, República Argentina. Tel.: (+549351) 4337014. aittig@intramed.net

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Recibido: 13/07/2020 | Aceptado: 11/08/2020

TABLA 1. Características clínicas (n=12)

Edad (años)	60±7
Sexo masculino	9 (75%)
Angina inestable (Braunwald)	
Clase II B	8 (66,6%)
Clase III B	2 (16,7%)
Clase III C	2 (16,7%)
Antecedentes cardiológicos	
Insuficiencia Cardíaca	5 (41,6%)
Infarto Agudo de Miocardio	1 (8,3%)
Angioplastia Coronaria	2 (16,7%)
Factores de riesgo coronarios	
Antecedentes familiares	3 (25%)
Hipertensión Arterial	11 (91,7%)
Tabaquismo	7 (58,3%)
Diabetes Mellitus	4 (33,3%)
Hipercolesterolemia	3 (25%)

mera diagonal, tratadas con la técnica de *crush stenting* (10 pacientes con lesiones *de novo* y 2 pacientes con restenosis *intra-stent*). Los procedimientos se realizaron bajo consentimiento informado escrito, entre enero de 2018 y julio de 2019 (5 en el Hospital Nacional de Clínicas y 7 en la Clínica Chutro de la ciudad de Córdoba, Rep. Argentina).

Se analizaron las características basales de los pacientes, su cuadro clínico y anatomía coronaria. Para la valoración del cuadro de angina inestable se utilizó la clasificación de Braunwald. Se consideraron como obstrucciones coronarias de grado severo a aquellas $\geq 70\%$ (valoradas por angiografía cuantitativa).

Se utilizó la clasificación de Medina⁵ para categorizar las bifurcaciones coronarias, basándose en los tres componentes en que puede ser dividida una bifurcación: vaso principal proximal, vaso principal distal y ramo secundario. Respetando esta secuencia, la clasificación de Medina asigna un valor binario (1,0) dependiendo de si las obstrucciones de los segmentos antes descritos superan o no el 50%.

Para evaluar angiográficamente la masa miocárdica en riesgo, ante la posibilidad de oclusión del ramo diagonal, se empleó el SNUH score⁶. Esta puntuación analiza conjuntamente tres variables: diámetro (*size "S"*), número (*number "Nu"*) y altura (*highest "H"*) de los ramos diagonales, obteniéndose resultados que varían entre 0 y 3.

La estratificación de las lesiones de bifurcación como simples o complejas se basó en los criterios mayores y menores del DEFINITION Study⁷. Las lesiones complejas debían tener al menos un criterio mayor (ramo diagonal con 70% de estenosis y/o longitud de placa ≥ 10 mm), y dos criterios menores (longitud de la lesión de la arteria descendente anterior ≥ 25 mm; obstrucciones múltiples; ángulo B de bifurcación $\leq 45^\circ$ o $\geq 70^\circ$; diámetro de la arteria descendente anterior $\leq 2,5$ mm; moderada a severa calcificación; lesiones con componente trombótico).

También se valoró el ángulo B de bifurcación (*bifurcation angle*), que es aquel que se origina entre el segmento distal de la arteria descendente anterior y el ramo diagonal (medido angiográficamente en proyección oblicua anterior izquierda 30° , craneal 30°). Se definió como ángulo B de *bajo grado* aquel $\leq 70^\circ$ (*bifurcación en "Y"*), y de *alto grado* al $>70^\circ$ (*bifurcación en "T"*).

En el caso de que la obstrucción a tratar comprendiera una reestenosis *intra-stent*, se utilizó la clasificación de Mehran R et al⁸ basada en la localización y extensión de la hiperplasia intimal en relación al *stent* implantado. Clase I: lesión focalizada, <10 mm de extensión. Clase II: lesión difusa *intra-stent*,

TABLA 2. Cinecoronariografía (n=12)

Lesiones coronarias	
<i>De novo</i>	10 (83,4%)
Reestenosis <i>intra-stent</i>	2 (16,6%)
Número de arterias coronarias comprometidas	
Un vaso	6 (50%)
Dos vasos	2 (16,7%)
Tres vasos	4 (33,3%)
Tronco de coronaria izquierda	1 (8,3%)
Clasificación de Medina	
1,1,1	10 (83,4%)
0,1,1	1 (8,3%)
0,0,1	1 (8,3%)
SNUH Score	
1	3 (25%)
2	4 (33,3%)
3	5 (41,7%)
Tipo de lesiones coronarias	
Simple	5 (41,7%)
Complejas	7 (58,3%)
Ángulo B de bifurcación	
<i>bajo grado</i> ($\leq 70^\circ$)	9 (75%)
<i>alto grado</i> ($> 70^\circ$)	3 (25%)

>10 mm de extensión. Clase III: lesión difusa dentro y fuera de los márgenes del *stent*, >10 mm de extensión. Clase IV: oclusión total del *stent*.

Todos los pacientes presentaban obstrucción severa de bifurcación de arteria descendente anterior y primera diagonal, y fueron tratados con la técnica de *crush stenting* utilizando dos *stents* de cromo-platino, liberadores de everolimus, Promus PREMIERTM (*Boston Scientific, Ireland*). Para acceder selectivamente a la rama diagonal luego del implante del *stent* en la arteria descendente anterior (recruce o *rewiring*), se usó una guía coronaria PT²TM Moderate Support (*Boston Scientific, Costa Rica*). El *kissing balloon* final se realizó con balones de igual o menor diámetro al de los balones de los *stents* implantados. Solo se utilizaron balones coronarios "no complacientes" cuando la expansión de los *stents*, evaluados por la técnica de *StentBoostTM*, no fuera óptima (*StentBoostTM* es una herramienta radiológica simple y rápida, que mejora la visualización del *stent* tras la eliminación del ruido de fondo y las estructuras anatómicas).

Los pacientes estaban medicados previamente a la ATC con aspirina 100 mg/día V.O. y clopidogrel 75 mg/día V.O. o prasugrel 10 mg/día V.O. A la mañana siguiente del procedimiento se evaluaron parámetros clínicos, electrocardiográficos y de laboratorio. Se consideró como infarto agudo de miocardio post-ATC a aquellos pacientes que sufrieran angor prolongado (>30 minutos de duración), acompañado de nuevas ondas Q en el electrocardiograma y elevación de CPK-MB (V.N. 7-25 UI/l).

Se definió como éxito angiográfico cuando se pudieron implantar ambos *stents* en la zona de bifurcación de acuerdo con la técnica de *crush stenting*, con una estenosis residual menor del 30% y flujo TIMI 3. Y éxito clínico cuando los pacientes con éxito angiográfico fueron dados de alta hospitalaria sin haber presentado complicaciones cardiovasculares mayores (hematomas en sitio de punción que requirieran transfusión de sangre, infarto agudo de miocardio, reintervenciones coronarias, accidente cerebrovascular y/o muerte). Al alta hospitalaria, todos los pacientes continuaron con aspirina 100 mg/día V.O. ininterrumpidamente y clopidogrel 75 mg/día V.O. o prasugrel 10 mg/día V.O. por al menos 12 meses.

La evolución a mediano plazo (entre 6 a 24 meses postero-

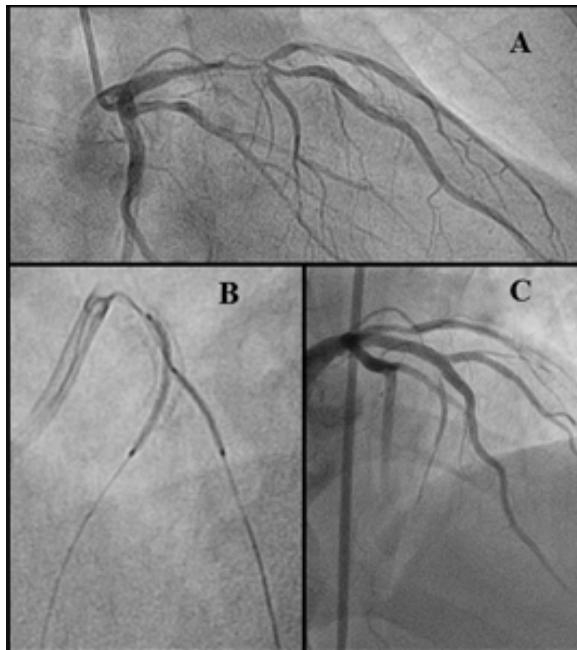


Figura 1. Crush stenting en reestenosis intrastent (a los 4 meses post-ATC a descendente anterior). **A.** Imagen preangioplastia (Medina 1,1,1). **B.** Posicionamiento de los stents en arterias diagonal (Promus PREMIERTM 2.5 x 20 mm) y descendente anterior (Promus PREMIERTM 3.0 x 28 mm). (1) Stent a descendente anterior previamente implantado. **C.** Resultado final.

res al alta hospitalaria) fue valorada clínicamente, como sobrevida actuarial libre de eventos cardiovasculares adversos mayores (infarto agudo de miocardio, revascularización de la lesión tratada, accidente cerebrovascular y/o muerte). Los datos fueron obtenidos de las historias clínicas o a través de consulta a los médicos de cabecera. La reestenosis angiográfica fue definida como diámetro de estenosis $\geq 50\%$ en los stents implantados (dentro del stent y/o en los 5 mm por fuera de los bordes proximal o distal).

Las variables continuas están expresadas como media \pm desvío estándar (DE), y las cualitativas como porcentaje (%). Para el cálculo de sobrevida se usó la tabla actuarial de Kaplan-Meier y se expresó como sobrevida media.

RESULTADOS

Las características basales se describen en la **Tabla 1**. La edad promedio de los pacientes fue de 60 ± 7 años y mayoritariamente presentaban un cuadro clínico de angina inestable Clase II B ($n=8$; 66,6%).

Las características angiográficas se especifican en la **Tabla 2**. Un tercio de los pacientes ($n=4$; 33,3%) tenía enfermedad de tres vasos coronarios. Dos bifurcaciones tratadas ($n=2$; 16,7%) fueron reestenosis intrastent (**Figura 1**). En ambos casos se trató de un stent coronario convencional (bare-metal stent) implantado previamente en la arteria descendente anterior. Uno a los 4 meses (Mehran Clase III) y otro a los 12 meses (Mehran Clase IV) previos a la fecha del procedimiento.

En la **Tabla 3** se destacan las características de las ATC. Todos los procedimientos se realizaron por vía femoral, con catéter guía 7 French y dos stents de cromo-platino, liberadores de everolimus, Promus PREMIERTM (Boston Scientific, Ireland). El diámetro del stent posicionado en arteria descendente anterior fue mayoritariamente de 3 mm ($n=9$; 75%)

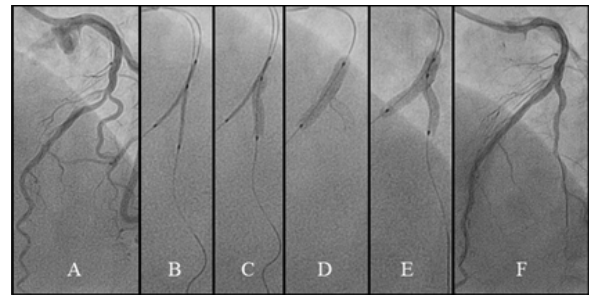


Figura 2. Crush stenting sin predilatación (directo). **A.** Imagen preangioplastia (Medina 0,1,1). **B.** Posicionamiento de los stents en arterias diagonal (Promus PREMIERTM 2.5 x 12 mm) y descendente anterior (Promus PREMIERTM 3.0 x 16 mm). **C.** Implante de stent en arteria diagonal. **D.** Implante de stent en arteria descendente anterior (crush). **E.** Kissing balloon. **F.** Resultado final.

TABLA 3. Angioplastia transluminal coronaria ($n=12$).

Diámetro stents de arteria descendente anterior	
2,75 mm	2 (16,7%)
3,00 mm	9 (75%)
3,50 mm	1 (8,3%)
Diámetro stents de arteria primera diagonal	
2,25 mm	2 (16,7%)
2,50 mm	6 (50%)
2,75 mm	3 (25%)
3,00 mm	1 (8,3%)
Stents adicionales	
a descendente anterior	2 (16,7%)
a primera diagonal	1 (8,3%)
Angioplastia combinada	
a circunfleja	1 (8,3%)
a tronco de coronaria izquierda	1 (8,3%)
Crush sin predilatación	2 (16,7%)
Kissing balloon final	12 (100%)
StentBoost	5 (41,7%)
Éxito angiográfico	12 (100%)
Éxito clínico	12 (100%)

y de 2,5 mm en la arteria primera diagonal ($n=6$; 50%). En dos pacientes ($n=2$; 16,7%) que presentaron disección proximal de la arteria descendente anterior se implantó stent adicional de platino-cromo Rebel™ 3,5x16 mm (Boston Scientific, Ireland). En otro ($n=1$; 8,3%), se implantó un stent adicional Promus PREMIERTM 2,5x20 mm (Boston Scientific, Ireland) en arteria primera diagonal, debido a disección distal. En un paciente ($n=1$; 8,3%) se realizó, además, ATC a arteria circunfleja con un stent de cromo-cobalto Waltz™ 3,0x18 mm (Microport Inc. Shanghai, China). En otro ($n=1$; 8,3%), se implantó un stent Promus PREMIERTM 4,0x16 mm (Boston Scientific, Ireland) en tronco de coronaria izquierda por lesión obstructiva previa. En dos paciente ($n=2$; 16,7%) se realizó la técnica de crush stenting sin predilatación (directo) (**Figura 2**).

Se obtuvo éxito angiográfico en todas las lesiones tratadas y ningún paciente presentó complicaciones cardiovasculares mayores durante la estadía hospitalaria. Once pacientes ($n=11$; 91,6%) fueron dados de alta al día siguiente del procedimiento y ninguno presentó elevación de CPK-MB. Solo un paciente ($n=1$; 8,3%) permaneció internado 5 días, para el implante de un marcapaso cardíaco definitivo, por bloqueo de la conducción A-V (previo a ATC).

Se realizó seguimiento clínico en la totalidad de los pacientes ($n=12$; 100%), por un período medio de $15,6 \pm 5,8$ meses después del alta hospitalaria (**Tabla 4**). Un hombre ($n=1$; 8,3%) de 56 años, con antecedentes de angina posinfarto

TABLA 4. Evolución poshospitalaria a 24 meses (n=12).

Infarto Agudo de Miocardio	0 (0%)
Revascularización	
de las lesiones tratadas	0 (0%)
de otras lesiones	1 (8,3%)
Muerte	1 (8,3%)
Sobrevida actuarial libre de ECAM	92%
Cinecoronariografía de control	3 (25%)
Reestenosis angiográfica	0 (0%)

ECAM: eventos cardiovasculares adversos mayores

agudo de miocardio (Clase III C), enfermedad de tres vasos coronarios y *shock* cardiogénico, falleció a los 3 meses del alta hospitalaria por insuficiencia cardíaca. La supervivencia actuarial libre de eventos cardiovasculares adversos mayores a 24 meses de seguimiento fue de 92% (Figura 3).

A tres pacientes (n=3; 25%) se les realizó cinecoronariografías de control durante su seguimiento. Ninguno presentó reestenosis angiográfica significativa de los *stents* de bifurcación de descendente anterior y primera diagonal. El primer paciente se trató de un hombre de 55 años, que al séptimo mes de seguimiento se le realizó un control angiográfico en el curso de ATC programada a arteria circunfleja. El segundo paciente fue un hombre de 70 años, que al décimo mes de seguimiento se le realizó una cinecoronariografía por presentar angina inestable clase II B y estudio de perfusión miocárdica con talio 201 positiva para isquemia de miocardio inferior, inferolateral y punta de ventrículo izquierdo. La coronariografía mostró los *stents* de bifurcación de descendente anterior y diagonal permeables, pero debido a una obstrucción *de novo* severa de tronco de coronaria izquierda fue sometido a una cirugía de revascularización miocárdica (*bypass* aortocoronario). El tercer paciente fue una mujer de 68 años que a los 19 meses de seguimiento se le realizó un estudio angiográfico de control debido a una internación hospitalaria por dolor precordial atípico (sin estudio de perfusión miocárdico previo). Se observó *stent* permeable de arteria descendente anterior y proliferación *intra**stent* de arteria diagonal que comprometía su luz en un 40% (continuó con tratamiento médico).

DISCUSIÓN

Las estrategias para el tratamiento percutáneo de las bifurcaciones coronarias son muy variadas, y fundamentalmente pueden dividirse en simples o complejas. Las estrategias simples se refieren básicamente a la técnica de *stent* provisional (*provisional stenting*), que consiste en implantar inicialmente un *stent* en la arteria principal y circunstancialmente un segundo *stent* en la rama lateral en caso de oclusión o estenosis significativa de la misma. Las estrategias complejas comprenden a un grupo de técnicas en las que inicialmente se planifica implantar dos *stents* (*elective double stenting*), uno en la arteria principal y otro en el ramo lateral⁹. Se considera razonable el uso de la técnica de “dos *stents* iniciales” en pacientes con anatomía de bifurcación coronaria compleja, que comprometa un ramo lateral de gran calibre con alto riesgo de oclusión y bajas posibilidades de recuperación (Clase IIa; nivel de evidencia: B)¹⁰. En línea con este concepto, resulta imperativo definir qué es una lesión de bifurcación compleja. El DEFINITION Study, luego del análisis de 1.500 procedimientos (*training group*) estrictamente controlados, estableció la diferencia entre lesiones de bifurcación coronaria simples y complejas de acuerdo a parámetros angiográficos fácilmente aplicables⁷. Informaron que

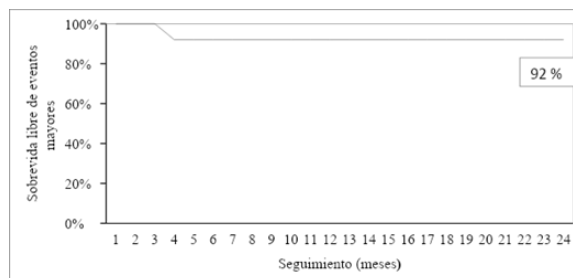


Figura 3. Supervivencia actuarial libre de eventos cardiovasculares adversos mayores (infarto de miocardio, revascularización de la lesión tratada, accidente cerebrovascular y/o muerte) a 24 meses de seguimiento.

sobre 3.660 pacientes (*study group*) con lesiones complejas (7 de 12 pacientes en nuestra experiencia, 58,3%), las técnicas de doble *stents* tuvieron una mortalidad anual significativamente menor comparadas con la técnica de *stent* provisional (2,8% vs. 5,3%; $p=0,047$). El DEFINITION II es un estudio de reciente publicación que aporta evidencias a favor de las técnicas de dos *stents* iniciales en el tratamiento de las bifurcaciones coronarias complejas. Comparó los resultados de las técnicas de doble *stent* vs. *stent* provisional en 653 pacientes en 49 centros internacionales. Dentro del grupo de dos *stents*, la mayoría de las lesiones tratadas fueron bifurcaciones de la arteria descendente anterior y diagonal (62,5%). El punto final primario combinado fue falla en la lesión tratada (*target lesion failure*) al año de seguimiento, que alcanzó el 6,1% para el tratamiento con dos *stents* y 11,4% para *stent* provisional ($p=0,019$). No hubo diferencia significativa en la mortalidad entre ambas técnicas (2,1 vs. 2,5%; $p=0,772$), así que el beneficio fue impulsado principalmente por las menores tasas de infarto de miocardio relacionado con el vaso tratado (3,0 vs. 7,1%; $p=0,025$) y revascularización de la lesión tratada guiada clínicamente (2,4% vs. 5,5%; $p=0,049$) registradas en el grupo doble *stents*¹¹.

El procedimiento de *crush stenting* es una de las técnicas de doble *stent* y fue descrita por Colombo A et al.⁴ El propósito es asegurar que el *ostium* del ramo lateral sea cubierto circunferencialmente por la malla de los *stents*, para evitar su oclusión durante o inmediatamente después del procedimiento. También, si se implantan *stents* liberadores de droga, se garantiza la liberación de una dosis superior del fármaco por milímetro cuadrado⁵.

En nuestro estudio las bifurcaciones fueron evaluadas con la clasificación de Medina, debido a su sencillez y aceptación universal. Pero tiene la limitación de no valorar el tamaño del territorio irrigado por la rama diagonal, al igual que el ángulo de salida con la arteria descendente anterior distal (ángulo B de bifurcación).

Louvard Y et al.¹² afirman que un ramo lateral “significativo” es aquel que uno no desea perder en el contexto global, de un paciente particular. Es importante definir cuál es el diámetro del ramo diagonal considerado “significativo”, ya que su oclusión podría provocar un infarto agudo de miocardio. Esta definición es arbitraria, pero la mayoría de los estudios han considerado como “significativos” a aquellos ramos laterales $>2,2$ mm de diámetro^{13,14}. En nuestra experiencia, este parámetro se pone en evidencia en el diámetro del *stent* implantado en el ramo diagonal, que fue $\geq 2,25$ mm en

todos los pacientes. Pero Koo B-K et al.⁶ demostraron que el valor del diámetro del ramo diagonal aislado tiene baja sensibilidad para valorar la masa de miocardio en riesgo. En su publicación informan que, tras insuflar selectivamente por un minuto un balón ocluser en un vaso $\geq 2,5$ mm, solo en el 48% de los casos se evidenciaba supradesnivel del segmento ST. Por el contrario, la aplicación de un SNUH score ≥ 2 (75% en nuestra experiencia), que integra el diámetro, al número y distribución de las ramas diagonales, aumentó la sensibilidad de 58% a 83%. Posteriormente el SNUH score fue modificado (m-SNUH score) con la incorporación de una nueva variable: la presencia o no de una arteria circunfleja dominante o de una rama oblicuo-marginal que irrigue la punta del corazón¹⁵. En igual sentido, el ERACI score pondera el riesgo de pacientes con enfermedad coronaria de múltiples vasos, candidatos a angioplastia coronaria o cirugía de *bypass* aortocoronario. No incluye a pacientes con lesiones de pequeños vasos ($< 2,0$ mm) ni obstrucciones intermedias (50 a 69%), y como lo demuestran Rodríguez A et al.¹⁶, el ERACI score reduce a menos de un 20% los pacientes considerados de alto riesgo para ATC por el SINTAX score original. A pesar de tratarse también de un score angiográfico, el ERACI genera resultados clínicos comparables a aquellos cuya revascularización es guiada por FFR (*fractional flow reserve*), considerada como “revascularización funcional”.

El ángulo B de bifurcación representa otro determinante para la planificación de la estrategia a utilizar. Cuando el ángulo B es $\leq 70^\circ$ (9 pacientes en nuestra serie, 75%), la recomendación es utilizar alguna técnica de dos *stents* iniciales, ya que producen una cobertura completa del ostium del ramo lateral y facilitan la realización del *kissing balloon* final. Por el contrario, cuando el ángulo B es cercano a los 90° (como en tres de nuestros doce pacientes, 25%) la técnica recomendada es T-stent, aunque conlleva la posibilidad de una cobertura incompleta del ostium de la arteria diagonal con el consiguiente riesgo de trombosis aguda y mayor índice de reestenosis en su evolución poshospitalaria¹⁷.

Para obtener mejores resultados inmediatos y a mediano plazo es necesario finalizar la práctica con la técnica de *kissing balloon*, que en nuestra experiencia se logró en la totalidad de los procedimientos. Luego del implante del *stent* en la arteria descendente anterior, el ostium del ramo diagonal queda “enrejado” por una doble malla de *stents*. El desafío consiste en recruzarlo con una guía coronaria, *a posteriori* dilatarlo con un balón de bajo perfil y finalmente realizar la posdilatación con doble balón. Numerosas publicaciones informan entre un 8 a 28% de fracaso en lograr este objetivo^{5,10,18,19}. Como lo demostró Ge L et al.²⁰ cuando compararon pacientes tratados con la técnica de *crush stenting*, divididos en dos grupos de acuerdo que hayan sido o no sometidos a *kissing balloon* final, el grupo al que no se le realizó la posdilatación final con doble balón tuvo menor éxito clínico, mayor índice de reestenosis y mayor frecuencia de eventos cardíacos adversos a 9 meses de seguimiento (38,5% vs. 19,8%; $p=0,008$). Aunque las causas del fracaso para lograr el *kissing balloon* final son inciertas, los estudios de banco atribuyen como factores potenciales a la estructura y diámetro del *stent* del vaso principal, así como la distorsión que se produce tras el aplastamiento²¹. Para superar este inconveniente, Chen S-L et al.²² publicaron en el año 2005 una modificación a la técnica de *crush stenting* a la que denominaron *DK crush* (*double kissing crush*). Luego del implante del *stent* en la rama lateral, el aplastamiento (*crush*) se realiza con un balón (en vez de

un *stent*) posicionado en la arteria principal. A continuación se realiza el primer *kissing balloon* que produce un desplazamiento circunferencial de los *struts* del *stent* del ramo lateral, facilitando así el cruce de la guía coronaria y el *kissing balloon* final. *A posteriori*, la técnica de *DK crush* fue mejorada con la utilización de balones coronarios no complacientes insuflados a alta presión en cada *kissing balloon* e incorporando la técnica de optimización proximal (*POT: proximal optimisation technique*), que consiste en la dilatación con balón a alta presión del extremo proximal del *stent* del vaso principal²³.

El estudio DKCRUSH-I²⁴ comparó el clásico *crush stenting* (156 pacientes) vs. *DK crush* (155 pacientes), e informaron un *kissing balloon* final del 76% y 100% respectivamente ($p<0,001$) y una reducción significativa de la tasa de trombosis *intrastent*, reestenosis y eventos cardíacos adversos mayores a 8 meses de seguimiento a favor de la nueva técnica. Los autores resaltan como limitación del estudio el uso no rutinario de ecografía intravascular (*IVUS: intravascular ultrasound*), considerada el estándar de oro para el diagnóstico de la subexpansión del *stent*²⁵. En nuestra experiencia no se utilizó *IVUS*, pero sí *StentBoostTM* en 5 procedimientos (41,7%). *StentBoostTM* es un programa desarrollado por Philips que mejora la visualización angiográfica de la expansión del *stent*. Su uso, fácil y amigable, ayuda a detectar la subexpansión y estimula su posdilatación, no incrementa la duración del procedimiento y puede disminuir el riesgo de trombosis y reestenosis *intrastent*^{26,27}.

El tratamiento de pacientes con reestenosis *intrastent* continúa siendo un desafío. La reestenosis *intrastent* se debe principalmente a una proliferación neointimal agresiva. También existen evidencias de un proceso de neoaterosclerosis asociado, que se caracteriza histológicamente por racimos de macrófagos espumosos cargados de lípidos hasta en un 16% de las reestenosis de *stents* convencionales²⁸. Los estudios ISAR-DESIRE²⁹ y RIBS II³⁰ han demostrado que el tratamiento de las reestenosis coronarias *intrastent* con *stents* liberadores de sirolimus o paclitaxel tienen una tasa de reestenosis significativamente menor comparado con la angioplastia con balón.

El implante de un nuevo *stent* en la rama principal produce un desplazamiento de tejido de proliferación neointimal hacia el ostium del ramo lateral, tendiendo a su oclusión. Además, la presencia de la malla del *stent* previamente implantado cubriendo su origen agrega un grado de dificultad para mantener su permeabilidad³¹. La angioplastia con la técnica de *crush stenting* en este escenario finaliza con dos capas de *stents* en la arteria descendente anterior, salvo en un corto segmento proximal adyacente al origen de la arteria diagonal donde se superponen cuatro. Al igual que con nuestros dos pacientes, Jim M-H et al.³² presentaron su experiencia exitosa en el tratamiento de cinco pacientes con reestenosis *intrastent* de bifurcación de descendente anterior y diagonal.

Desde 1982, en que Simpson J et al.³³ publicaron una nueva técnica de angioplastia coronaria (actualmente en uso) que consiste en avanzar el catéter balón sobre una guía coronaria removible, las guías coronarias han evolucionado para transformarse en un elemento crucial para alcanzar el éxito del procedimiento en diferentes escenarios. En lesiones de bifurcación tratadas con la técnica de *crush stenting*, una vez implantado el *stent* en la arteria principal, el ostium del ramo lateral queda “enrejado” por una doble malla de *stents*. Recruzarlo implica seleccionar una guía coronaria que asocie caracterís-

ticas tan variadas como tener una punta flexible (*floppy*) pero a la vez poco deformable, con cobertura resbaladiza (*slippery*) y una estructura suficientemente rígida para permitir el traspaso de un balón de dilatación coronaria³⁴. La guía coronaria PT²™ Moderate Support (*Boston Scientific, Costa Rica*), utilizada en nuestra experiencia, logró este objetivo en todos los casos. Tiene un núcleo de nitinol (aleación de níquel y titanio), cobertura hidrofílica, punta fácilmente modificable (*shaping ribbon design*) y una dureza (*tip load*) de 2,9 g.

Al igual que en otras lesiones coronarias, el tratamiento de las bifurcaciones con *stents* farmacológicos ha demostrado mejores resultados que los *stents* convencionales (también llamados metálicos o desnudos), especialmente en reducir la tasa de reestenosis y la repetición de los tratamientos de revascularización coronaria a mediano³⁵ y largo plazo³⁶. En el estudio CACTUS se utilizó un *stent* liberador de sirolimus de primera generación (Cypher, *Johnson & Johnson, Miami Lakes, FL*) para el tratamiento de lesiones de bifurcación, comparando dos estrategias diferentes: *crush stenting vs. provisional stenting*¹⁸. Enroló a 350 pacientes, y el grupo *provisional stenting* necesitó de un segundo *stent* en la rama lateral en el 31% de las lesiones tratadas. No hubo diferencias significativas en la tasa de eventos cardíacos adversos mayores a 6 meses de seguimiento (15,8% en el grupo *crush stenting vs.* 15% en el grupo *provisional stenting*; p=NS).

Promus PREMIER™ (*Boston Scientific, Ireland*) es un *stent* liberador de everolimus de segunda generación, con polímero permanente biocompatible. El 80% de la liberación de la droga se produce dentro de los 30 días después del implante del *stent*³⁷. Everolimus es un macrólido inmunosupresor que produce la detención del ciclo celular en el estadio G1 (citostático). La seguridad y eficacia del *stent* PROMUS ha sido avalada por los estudios PLATINUM. El estudio PLATINUM QCA³⁸, que evaluó 73 pacientes con seguimiento angiográfico a los 9 meses, informó una pérdida luminal tardía *intra-stent* de 0,17±0,25 mm. El PLATINUM trial³⁹, que incluyó a 1.530 pacientes con hasta dos lesiones coronarias *de*

novas, informó un 1,9% de revascularización de la lesión tratada al año de seguimiento. La malla del *stent* es una aleación radioopaca de cromo-platino, con forma de múltiples anillos que se unen por dos conectores. A diferencia del Promus ELEMENT™ Plus (*Boston Scientific, Natick, Massachusetts*), los dos anillos proximales del *stent* Promus PREMIER se unen por cuatro conectores, para brindarle a su estructura mayor fuerza e integridad longitudinal^{40,41}. Tiene una estructura de celdas abiertas y finos *struts* (81 µm) que facilitan el acceso a ramas laterales⁴². El *stent* Promus PREMIER™ fue evaluado en el NG PROMUS *clinical trial*⁴³. Se incluyeron 100 pacientes con lesiones coronarias *de novo*, con un diámetro de referencia de 2,5 a 4 mm y una longitud <34 mm. El éxito técnico (lesión residual menor al 30% y flujo TIMI 3) alcanzado fue del 99,2% y no se evidenció deformación longitudinal del *stent*. A 30 días de seguimiento demostró ser altamente eficaz y seguro, al no presentar revascularización de la lesión tratada ni trombosis del *stent*.

CONCLUSIONES

A pesar de las limitaciones que presenta esta publicación, fundamentalmente por el escaso número de pacientes incluidos, aspectos técnicos como la no utilización de *IVUS* o *POT*, y la ausencia de seguimiento angiográfico sistemático, es de destacar que expone los resultados de la angioplastia coronaria de un grupo muy selecto de pacientes. Todos presentaban angina inestable, obstrucciones coronarias de bifurcación de arteria descendente anterior y primera diagonal, y fueron tratados con la técnica de *crush stenting* implantando siempre dos *stents* liberadores de everolimus Promus PREMIER™ (*Boston Scientific, Ireland*). Los resultados fueron comparables con los presentados previamente en la literatura médica, y demuestran que la técnica empleada es segura y presenta una baja frecuencia de eventos cardiovasculares adversos mayores a mediano plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aliabadi D, Tilli F, Bowers T, et al. Incidence and Angiographic Predictors of Side Branch Occlusion Following High-Pressure Intracoronary Stenting. *Am J Cardiol* 1997;80:994-997.
2. Colombo A, Moses J, Morice M, et al. Randomized Study to Evaluate Sirolimus-Eluting Stents Implanted at Coronary Bifurcation Lesions. *Circulation*. 2004;109:1244-1249.
3. Lefèvre T, Louvard Y, Morice M, et al. Stenting of Bifurcation Lesions: Classification, Treatments, and Results. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.* 2000; 49:274-28.
4. Colombo A, Stankovic G, Orlic D, et al. Modified T-Stenting Technique With Crushing for Bifurcation Lesions: Immediate Results and 30-Day Outcome. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;60:145-151.
5. Medina A, Suarez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol* 2006;59(2):183.
6. Koo B-K, Lee S-P, Lee J-H, et al. Assessment of Clinical, Electrocardiographic, and Physiological Relevance of Diagonal Branch in Left Anterior Descending Coronary Artery Bifurcation Lesions. *JACC Cardiovasc Interv* 2012 Nov;5(11):1126-32.
7. Chen S-L, Sheiban I, Xu B, et al. Impact of the complexity of bifurcation lesions treated with drug-eluting stents: the DEFINITION study (Definitions and impact of complex bifurcation lesions on clinical outcomes after percutaneous coronary intervention using drug-eluting stents). *JACC Cardiovasc Interv* 2014;7:1266-1276.
8. Mehran R, Dangas G, Abizaid A, et al. Angiographic Patterns of In-Stent Restenosis Classification and Implications for Long-Term Outcome. *Circulation*. 1999;100:1872-1878.
9. Collet C, Mizukami T, Grundeken M. Contemporary techniques in percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions. *Expert Review of Cardiovascular Therapy* 2018;16:725-34.
10. Levine G, Bates E, Blankenship J, et al. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. *JACC Vol. 58, No. 24, 2011*:e44-122.
11. Zhang J-J, Ye F, Xu K, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *European Heart Journal* (2020) 00, 1-14.
12. Louvard Y, Medina A. Definitions and classifications of bifurcation lesions and treatment. *EuroIntervention* 2015;11:V23-V26.
13. Pan M, Ojeda S, Lostalo A. Revascularización percutánea de las lesiones en bifurcación. *REC Interv Cardiol*. 2020;1:35-43.
14. Bass T, Rodríguez A. Bifurcaciones arteriales: ¿cuál técnica para qué lesión?. *RACI* 2012;1:18-22.
15. Koo B-K. How to recognize a clinically relevant SB?. Presented at European Bifurcation Club 2017 in Porto, Portugal on 14 Oct 2017.
16. Rodríguez A, Fernández-Pereira C, Mieres J, et al. Lowering Risk Score Profile During PCI in Multiple Vessel Disease is Associated with Low Adverse Events: The ERACI Risk Score. *Cardiovasc Revasc Med*. 2018 Oct;19(7 Pt A):792-794.
17. Uribe C, Zúñiga M, Stankovic G. Evaluación y tratamiento percutáneo de las bifurcaciones coronarias. *Rev Colomb Cardiol*. 2017;24(S3):56-64.
18. Hildick-Smith D, de Belder A, Cooter N, et al. Randomized trial of simple versus complex drug-eluting stenting for bifurcation lesions: the British Bi-

- furcation Coronary Study: old, new, and evolving strategies. *Circulation*. 2010;121:1235-43.
19. Colombo A, Bramucci E, Saccà S, et al. Randomized Study of the Crush Technique Versus Provisional Side-Branch Stenting in True Coronary Bifurcations The CACTUS (Coronary Bifurcations: Application of the Crushing Technique Using Sirolimus-Eluting Stents) Study. *Circulation*. 2009;119:71-78.
 20. Ge L, Airolidi F, Iakovou I, et al. Clinical and angiographic outcome after implantation of drug-eluting stents in bifurcation lesions with the crush stent technique: importance of final kissing balloon post-dilation. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:613-20.
 21. Ormiston J, Webster M, Webber B, et al. The "crush" technique for coronary artery bifurcation stenting: insights from micro-computed tomographic imaging of bench deployments. *JACC Cardiovasc Interv*. 2008;1:351-7.
 22. Chen SL, Ye F, Zhang JJ. DK crush technique: modified treatment of bifurcation lesions in coronary artery. *Chin Med J*. 2005; 118:1746-50.
 23. Zhang J-J, Chen S-L. Classic crush and DK crush stenting techniques. *EuroIntervention* 2015;11:V102-V105.
 24. Chen SL, Zhang JJ, Ye F, et al. Study comparing the double kissing (DK) crush with classical crush for the treatment of coronary bifurcation lesions: the DKCRUSH-1 Bifurcation Study with drug-eluting stents. *Eur J Clin Invest*. 2008;38:361-71.
 25. Mintz G, Nissen S, Anderson W, et al. ACC clinical expert consensus document on standards for the acquisition, measurement and reporting of intravascular ultrasound studies: a report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents (Committee to Develop a Clinical Expert Consensus Document on Standards for Acquisition, Measurement and Reporting of Intravascular Ultrasound Studies (IVUS)). *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:1478-1492.
 26. Alice Ohanessian A, Sastry S, Bendaoud N, et al. Usefulness of Stent Boost Enhancement for Stent Expansion During Coronary Angioplasty in Daily Practice. *Circulation*. 2008;118:S_958.
 27. Laimoud M, Nassar Y, Omar W, et al. Stent boost enhancement compared to intravascular ultrasound in the evaluation of stent expansion in elective percutaneous coronary interventions. *The Egyptian Heart Journal* 70 (2018) 21-26.
 28. Nakazawa G, Otsuka F, Nakano M, et al. The pathology of neoatherosclerosis in human coronary implants bare-metal and drug-eluting stents. *J Am Coll Cardiol*, 57 (2011), 1314-1322.
 29. Kastrati A, Mehilli J, von Beckerath N, et al. Sirolimus-eluting stent or paclitaxel-eluting stent vs balloon angioplasty for prevention of recurrences in patients with coronary in-stent restenosis: a randomized controlled trial. *JAMA*, 293 (2005), 165-171.
 30. Alfonso F, Pérez-Vizcayno M, Hernandez R, et al. A randomized comparison of sirolimus-eluting stent with balloon angioplasty in patients with in-stent restenosis: results of the Restenosis Intrastent: Balloon Angioplasty Versus Elective Sirolimus-Eluting Stenting (RIBS-II) trial. *J Am Coll Cardiol*, 47 (2006), 2152-2160.
 31. Man-Hong J, Kai-Hang Y. Combined drug-eluting stent and supplementary paclitaxel-eluting balloon application at side branch ostium for in-stent restenotic true bifurcation lesion. *International Journal of Cardiology* 181 (2015) 149-151.
 32. Jim M-H, Ho H-H, Yiu K-H, et al. Angiographic and long-term clinical outcome of the sleeve technique in treating in-stent restenotic bifurcation lesions: A preliminary experience. *Acute Cardiac Care*, September 2011; 13(3): 159-163.
 33. Simpson J, Baim D, Robert E, et al. A new catheter system for coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1982;49:1216-22.
 34. Tóth G, Yamane M, Heyndrickx G. How to select a guidewire: technical features and key characteristics. *Heart* 2014;0:1-8.
 35. Thuesen L, Kelbaek H, Klovgaard L, et al. Comparison of sirolimus eluting and bare metal stents in coronary bifurcation lesions: subgroup analysis of the Stenting Coronary Arteries in Non-Stress/Benestent Disease Trial (SCANDSTENT). *Am Heart J* 2006;152:1140-5.
 36. Colombo F, Biondi-Zoccai G, Infantino V, et al. A long-term comparison of drug-eluting versus bare metal stents for the percutaneous treatment of coronary bifurcation lesions. *Acta cardiologica* 2009;64:583-8.
 37. Bennett J, Dubois C. A novel platinum chromium everolimus-eluting stent for the treatment of coronary artery disease. *Biologics* 2013;7:149-59.
 38. Meredith I, Whitbourn R, Scott D, et al. PLATINUM QCA: A Prospective, Multicentre Study Assessing Clinical, Angiographic, and Intravascular Ultrasound Outcomes With the Novel Platinum Chromium Thin-Strut PROMUS Element Everolimus-Eluting Stent in De Novo Coronary Stenoses. *EuroIntervention* 2011 May;7(1):84-90.
 39. Stone G, Teirstein P, Meredith I, et al. A Prospective, Randomized Evaluation of a Novel Everolimus-Eluting Coronary Stent: The PLATINUM (A Prospective, Randomized, Multicenter Trial to Assess an Everolimus-Eluting Coronary Stent System [PROMUS Element] for the Treatment of Up to Two De Novo Coronary Artery Lesions) Trial. *J Am Coll Cardiol* 2011 Apr 19;57(16):1700-8.
 40. Aminian A, Lalmand J. Major Longitudinal Deformation of a New-Generation Drug-Eluting Stent During Withdrawal Into the Guide Catheter. *J Invasive Cardiol* 2012;24(12):E318-E320.
 41. Ormiston J, Webber B, Webster M. Stent Longitudinal Integrity Bench Insights Into a Clinical Problem. *J Am Coll Cardiol Intv* 2011;4:1310-7.
 42. Tomberli B, Mattesini A, Baldereschi G, et al. Breve historia de los stents coronarios. *Rev Esp Cardiol*. 2018;71(5):312-319
 43. Ormiston J. Clinical, Angiographic and IVUS Outcomes of the NG PROMUS Clinical Trial Evaluating the Novel Promus PREMIER Stent. Presented at euro PCR in Paris, France on 22 May 2013.