

# Oclusión total crónica. Evidencia, materiales y complicaciones

**Luis Teruel Gila<sup>1</sup>**

**Ignacio J. Amat Santos<sup>2</sup>**

**Ander Regueiro Cueva<sup>3</sup>**

**Alejandro Diego Nieto<sup>4</sup>**

**Sandra Santos Martínez<sup>2</sup>**

**Pablo Luengo Mondejar<sup>4</sup>**

**José R. Rumoroso Cuevas<sup>5</sup>**

**Javier Martín Moreiras<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Unidad de Cardiología Intervencionista. Servicio de Cardiología. Hospital Universitario de Bellvitge-IDIBELL. L'Hospitalet de Llobregat. Barcelona

<sup>2</sup> Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista. Servicio de Cardiología. CIBERCV. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid

<sup>3</sup> Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista. Servicio de Cardiología. Hospital Clinic de Barcelona. Barcelona

<sup>4</sup> Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista. Servicio de Cardiología. Complejo Asistencial Universitario de Salamanca (CAUSA). CIBERCV. IBSAL. Salamanca

<sup>5</sup> Unidad de Hemodinámica y Cardiología Intervencionista. Servicio de Cardiología. Hospital Galdakao-Usansolo. Vizcaya

# Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	<b>481</b>
1.1. Definiciones de interés.....	481
1.2. Evidencias científicas y justificación del tratamiento.....	481
1.3. Visión general de las técnicas.....	483
1.4. Conclusiones.....	486
<b>2. Material específico en oclusiones crónicas. Microcatéter y guías</b> .....	<b>486</b>
2.1. Introducción.....	486
2.2. Introdutores.....	486
2.3. Catéteres guía.....	487
2.4. Extensores de catéter guía.....	488
2.5. Guías de angioplastia.....	489
2.6. Microcatéteres.....	491
<b>3. Abordaje anterógrado. Escalada de guías</b> .....	<b>495</b>
3.1. Introducción y materiales.....	495
3.2. Guías de uso más frecuente en escalada anterógrada de guía.....	496
3.3. Estrategia de escalada anterógrada de guía.....	497
3.4. Resultado final: abordaje intimal <i>versus</i> subintimal.....	500
<b>4. Técnica anterógrada con disección y reentrada</b> .....	<b>500</b>
4.1. Introducción.....	500
4.2. Técnicas.....	500
4.3. Estudios que avalan la técnica.....	507
4.4. Resumen.....	507
<b>5. Abordaje retrógrado. Cuándo y cómo</b> .....	<b>508</b>
5.1. Introducción.....	508
5.2. Indicaciones del acceso retrógrado.....	508
5.3. Protocolo del intervencionismo coronario percutáneo por acceso retrógrado.....	508
5.4. Inconvenientes del acceso retrógrado.....	523
5.5. Conclusiones.....	523
<b>6. Imagen en el tratamiento de la oclusión crónica</b> .....	<b>523</b>
<b>7. Complicaciones específicas</b> .....	<b>530</b>
7.1. Introducción.....	530
7.2. Perforación y rotura coronaria.....	531
7.3. Otras complicaciones coronarias.....	533
7.4. Complicaciones no coronarias.....	535
7.5. Complicaciones no cardíacas.....	535
7.6. Cuándo debemos parar.....	536
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	<b>536</b>

# 1. Introducción

La oclusión crónica total (CTO) es el estadio final de la enfermedad arterial coronaria obstructiva. Sus dos características definitorias son: 1) la ausencia de flujo anterógrado a través de la oclusión o TIMI (trombolisis en infarto de miocardio) 0, y 2) una duración mayor a tres meses [1]. En el último documento de consenso del Chronic Total Occlusion Academic Research Consortium (CTO-ARC), se ha diferenciado entre CTO definitiva o probable en función de si, cumpliendo las características anatómicas, el criterio temporal es conocido o incierto, respectivamente [2].

Los grandes registros contemporáneos llevados a cabo en Canadá [3] y Suecia [4] reportan prevalencias de CTO en pacientes con enfermedad coronaria del 15 al 18 %. Sin embargo, en la práctica clínica habitual de nuestro entorno, el número de CTO representa solo del 4 % al 10 % del volumen total de intervencionismo coronario percutáneo (ICP) [5-7], a pesar de que se ha demostrado que su presencia confiere un peor pronóstico [8]. Probablemente, este dato se deba a la baja tasa de éxito de revascularización en comparación con las lesiones distintas a la CTO y a la mayor tasa de complicaciones en relación con la ICP en CTO cuando se intentan realizar estos procedimientos sin la puesta en marcha de un programa dedicado y con operadores específicamente entrenados [9].

## 1.1. Definiciones de interés

- **Arquitectura del vaso.** Las arterias coronarias contienen tres capas: íntima, media y adventicia. Sin embargo, en los vasos crónicamente ocluidos es posible que no se distinga correctamente esta disposición, encontrando la placa oclusiva (verdadera luz ocupada ahora por placa aterosclerótica y trombo organizado que parte desde la íntima) y las capas que la envuelven (media y adventicia).

El concepto de arquitectura del vaso en relación con la ICP en CTO trata de abandonar, promovido por el reciente consenso CTO-ARC [2], términos imprecisos, como *subintimal*, *intramural* o *verdadera luz*, por una nueva nomenclatura que describa el intervencionismo sobre el vaso ocluido como intraplaca (para la manipulación íntima-placa aterosclerótica) o extraplaca (para el avance de guía u otros dispositivos por fuera de la íntima, pero dentro de la adventicia).

- **Éxito en CTO.** De cara a la comprensión de los resultados en el intervencionismo sobre las CTO, es importante diferenciar:
  - **Éxito de la angioplastia:** restablecimiento del flujo TIMI 3 con una estenosis residual menor del 30 % en la arteria ocluida.
  - **Éxito del procedimiento:** éxito de la angioplastia sin evento adverso cardíaco mayor (MACE) que incluye muerte, ictus, complicaciones vasculares mayores, taponamiento cardíaco (que requiera pericardiocentesis) y necesidad de cirugía urgente.

## 1.2. Evidencias científicas y justificación del tratamiento

La indicación de revascularización de los vasos con CTO según las guías de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología [10] y la American College of Cardiology Foundation/American Heart Association [11] es IIa con nivel de evidencia B en aquellos pacientes sintomáticos o con disfunción ventricular a pesar de tratamiento médico óptimo (OMT) y, en los asintomáticos, con carga de isquemia demostrada, por test no invasivo, superior al 10 %.

A pesar de los avances en las técnicas de revascularización de CTO en las últimas dos décadas, pocos son los ensayos clínicos aleatorizados realizados en este campo del intervencionismo con objetivo de analizar la seguridad y eficacia del procedimiento (ver Tabla 27.1) [12-16]. Dada la complejidad para desarrollar estudios de este nivel en este campo de la hemodinámica, los registros prospectivos (Tabla 27.2) tratan sumar evidencias que demuestren el beneficio de la ICP en CTO [7, 17-21].

Con el objetivo de no ahuyentar al lector de este capítulo, se resumen los principales estudios en las tablas del anexo. En el texto, se prefiere desarrollar algunos de ellos en relación con los determinantes clínicos por los que se considera que el beneficio de tratar un vaso con CTO es mayor al potencial peligro que supone una complicación durante el procedimiento.

1. **Mejoría de la calidad de vida.** El alivio sintomático de la angina refractaria al tratamiento médico óptimo supone uno de los principales logros de la revascularización exitosa de las CTO.

Muchos pacientes con este tipo de lesiones presentan disnea o astenia como equivalente anginoso y, con el desarrollo progresivo de los síntomas, muestran una adaptación paulatina hacia la reducción de su actividad que minimiza la percepción de su enfermedad coronaria [22].

El alivio sintomático que consigue la ICP sobre la CTO constituye una parte de la mejoría de la calidad de vida que supone para el paciente. La disminución de la ingesta de fármacos *per se* (disminución de número de pastillas y coste económico) y la reducción de los eventos adversos o potenciales interacciones farmacológicas (como sería la supresión de nitratos y la posibilidad de toma de inhibidores de la fosfodiesterasa para la disfunción eréctil) son otros de los factores que influyen en la mejoría de la calidad de vida. Sin embargo, este beneficio ha sido difícil de demostrar en los distintos ensayos clínicos aleatorizados, como ocurrió con el EURO-CTO [15] o con el DECISION-CTO [16] (Drug-Eluting stent implantation versus optimal medical treatment in patients with Chronic Total Occlusion). En este último se aleatorizaron 834 pacientes a solo OMT *versus* OMT más ICP de la CTO. Los grupos presentaron resultados similares en objetivos de seguridad y calidad de vida en una media de seguimiento de cuatro años. Sin embargo, este estudio presenta importantes limitaciones, como la finalización del reclutamiento a pesar de no haber alcanzado el número de pacientes deseado o el elevado cross-over de pacientes (del grupo de OMT, un 19,6 % recibió ICP sobre CTO).

**Tabla 27.1.** Principales ensayos clínicos aleatorizados sobre intervención coronaria percutánea en oclusiones coronarias crónicas.

	n	Objetivo primario	Resultados del objetivo primario	MACE	Éxito	Cross-over de grupo OMT a invasivo	Tiempo de seguimiento
<b>EXPLORE Trial (2016)</b> [12]	304	FEVI y VTDVI por RMN a los 4 meses	NS	5,4 % vs. 2,6 %; p = 0,25	77 % (procedimiento)	-	4 meses
<b>REVASC (2018)</b> [13]	205	Variación del grosor de la pared miocárdica analizado con RM	Negativo: 4,1 (-14,6 a 19,3) en ICP a CTO vs. 6,0 (-8,6 a 6,0) en OMT; p = 0,57	5,9 % en ICP-CTO vs. 16,3 % en OMT; p = 0,02	88,1 % (procedimiento)	-	1 año
<b>IMPACTOR-CTO (2018)</b> [14]	72	Reducción de la carga de isquemia miocárdica por RM de estrés	Positivo: 13,9 +/- 6,1 % en ICP a CTO vs. 0,3 +/- 4,2 % en OMT; p < 0,01	5,1 en ICP vs. 0 % en OMT; p = 0,19	83% (angioplastia)	No (análisis por protocolo)	1 año
<b>EUROCTO (2018)</b> [15]	396	Cuestionario de angina de Seattle	Positivo: HR = 5,23 (95 % IC: 1,75-8,71); p = 0,003	6,7 % vs. 5,2 %; p = 0,55	83,1 % (1 <sup>er</sup> intento), 86,6 % (2 <sup>o</sup> intento) (angioplastia)	7,3 %	1 año
<b>DECISION CTO (2019)</b> [16]	834	MACE (muerte, infarto de miocardio, ictus, cualquier nueva ICP)	Negativo: 22,3 % vs. 22,4 %, HR = 1,03 (95 % IC: 0,77-1,37); p = 0,86	22,3 % vs. 22,4 %, HR: 1,03; 95 % IC: 0,77-1,37; p = 0,86	90,6 % (procedimiento)	19,6 %	4 años (IQR 2,4-5,1)

CTO: Oclusión crónica total; FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo; HR: Hazard ratio; ICP: Intervencionismo coronario percutáneo; IQR: Rango intercuartílico; NS: No significativo; OMT: Tratamiento médico óptimo; RM: Resonancia magnética; VTDVI: Volumen telediastólico del ventrículo izquierdo.

**Tabla 27.2.** Principales registros prospectivos sobre intervención coronaria percutánea en oclusiones coronarias crónicas.

	n	Éxito del procedimiento	Mortalidad periprocedimiento	Complicaciones intrahospitalarias	J-CTO score	Abordaje retrógrado	Seguimiento
<b>REGISTRO IBÉRICO (2015-2016*)</b> [7]	1.000	74,9 %	0,5 %	7,1 %	> 2 = 17 %	9 - 2 %	24
<b>RECHARGE (2014-2015*)</b> [17]	1.253	86 %	0,2 %	2,6 %	2,0 ± 1,0	17 %	No
<b>MulticenterUS (2012-2015*)</b> [18]	1.036	90 %	0,2 %	1,7 %	2,5 ± 1,2	42 %	No
<b>OPEN-CTO (2014-2015*)</b> [19]	1.000	83,5 % en DM vs. 88,1 % en no DM; p = 0,04	0,2 % en DM vs. 0,7 % en no DM; p = 0,654	6,8 % en DM vs. 7,1 % en no DM; p = 0,832	2,4 ± 1,3 en DM 2,3 ± 1,2 en no DM	35 % en DM vs. 28,9 % en no DM	12
<b>ERCTO Konstantinidis et al. (2008-2015*)</b> [20]	17.626	79,7 % en 2008 a 89,3 % en 2015; p < 0,001	0,4 % en 2008 a 0,1 % en 2015; p < 0,001	4,4 % en 2008 a 5,2 % en 2015; p = NS	1,76 ± 1,03 en 2008 2,17 ± 0,91 en 2015 p < 0,001	10,1 % en 2008 29,9 % en 2015; p < 0,001	No
<b>ERCTO Galassi et al. (2008-2012*)</b> [21]	1.582	75,3 %	0,1 %	0,8 %	3 [2-3]	100 %	24,7 ± 15

Los valores se expresan en media ± desviación estándar o media (rango intercuartílico). \* Año en que se realizaron los procedimientos. DM: Diabetes mellitus; ICP: Intervencionismo coronario percutáneo; NS: Estadísticamente no significativo; CTO: oclusión crónica total.

2. **Reducción de la necesidad de revascularización quirúrgica.** En pacientes con enfermedad coronaria multivaso estable, la forma de revascularización, percutánea o quirúrgica se discute por el Heart Team teniendo en cuenta la clasificación anatómica Syntax [10]. Sin embargo, hay pacientes en los que la opción percutánea es la única opción invasiva bien porque ellos mismos declinan la opción quirúrgica por miedo a complicaciones o a la recuperación o porque presentan comorbilidades que elevan el riesgo quirúrgico de tal manera que supone un riesgo inasumible por médico y paciente a la revascularización quirúrgica.
3. **Reducción de la isquemia.** Estudios con guía de presión valorando la reserva fraccional de flujo (FFR) tras cruzar la CTO, previa a la dilatación con balón e implante de stent, demuestran la presencia de isquemia en hiperemia en todos los pacientes analizados, independientemente de la presencia de circulación colateral y la extensión de la misma [23,24].
4. **Mejoría de la función miocárdica.** La fracción de la eyección del ventrículo izquierdo puede mejorar con la revascularización del vaso con una CTO [25-27] si se ha demostrado la viabilidad del territorio irrigado por el vaso ocluido [28,29]. En pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección deprimida, la revascularización de la CTO se ha asociado a una mejoría no solo de la función ventricular, sino de la clase funcional por la New York Heart Association, el grado de angina y los niveles de péptido natriurético [30]. Sin embargo, en el ensayo aleatorizado EXPLORE (Evaluating Xience and Left Ventricular Function in Percutaneous Coronary Intervention on Occlusions After ST-Segment Elevation Myocardial Infarction) [12], que incluía pacientes con infarto de miocardio con elevación del ST en los que se evidenció, además de la arteria responsable, una CTO, se aleatorizó a tratamiento médico vs. ICP a la CTO en la primera semana. Se consiguió el éxito del procedimiento en el 73 % de los casos de ICP. En la evaluación a cuatro meses, la FEVI y el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo (VTDVI) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.
5. **Prevención de arritmias.** La isquemia es una de las causas potencialmente reversibles de inducción de taquiarritmias ventriculares. El infarto en relación con un vaso

con CTO se ha descrito como factor predictor de mortalidad en estos casos [31,32], y en los estudios VACTO en los que se analizaba el impacto de recanalizar una CTO en la carga de arritmias ventriculares en pacientes portadores de desfibrilador automático implantable como prevención primaria y secundaria existía no solo una reducción significativa de este tipo de arritmias, sino también de la mortalidad [33].

6. **Aumento de la supervivencia a largo plazo.** Existen estudios observacionales [7, 34,35] y metaanálisis [36-38] que describen una mayor supervivencia de aquellos pacientes con éxito del procedimiento sobre la CTO respecto de aquellos en los que la angioplastia fue fallida, a pesar de que estos presentasen circulación colateral desarrollada. Probablemente esto se deba a los determinantes clínicos previamente señalados: disminución de la isquemia, mejoría de la función ventricular y reducción del riesgo de arritmias ventriculares. Sin embargo, en estudios aleatorizados prospectivos previamente señalados, como son el EURO-CTO [15] o el DECISION-CTO [16], no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de MACE en el seguimiento a largo plazo, si bien estos estudios presentaban limitaciones que disminuían su potencia estadística.

### 1.3. Visión general de las técnicas

Desde los primeros trabajos sobre la CTO publicados por Stein [39] y Holmes [40], las técnicas para lograr el éxito en la intervención sobre la CTO se han desarrollado gracias a la mayor experiencia de los operadores y el desarrollo de nuevas herramientas que faciliten el abordaje de las lesiones.

Existen distintas escuelas de abordaje de las CTO. Con el objetivo de beneficiar al mayor número de pacientes, extendiendo esta terapia a más centros, con mejores resultados y minimizando las complicaciones, se desarrolló el denominado *algoritmo híbrido* [41]. Engloba todas las técnicas disponibles para la ICP sobre CTO de manera racionalizada. La base fundamental de este razonamiento es que los operadores deben conocer todas las técnicas de ICP en CTO para poder seleccionar la más adecuada durante el procedimiento con el fin de aumentar las probabilidades de éxito con el mínimo riesgo (Figura 27.1).

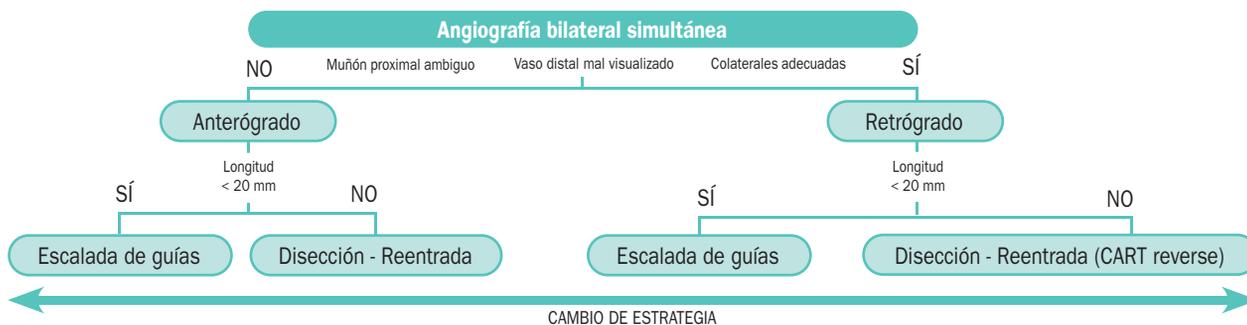


Figura 27.1. Algoritmo híbrido para selección de estrategias de intervencionismo coronario percutáneo en oclusiones crónicas totales.

● Descripción del algoritmo híbrido:

Seis son los aspectos fundamentales que posibilitan un análisis estructurado y completo de la CTO.

**1. Doble inyección.** Permite la definición angiográfica más clara de la lesión, siendo esencial para abordar esta estrategia [42]. La doble inyección recomendada es la inyección inicial en el vaso donante y tras dos o tres segundos en la arteria diana, en una proyección que permita: 1) la entera visualización de la anatomía de la coronaria ocluida; 2) las colaterales; 3) el muñón proximal y distal, y 4) la longitud de la oclusión.

Se recomienda realizar la adquisición de imágenes a 15 *frames* por segundo (o 30 si es necesario), prolongada e incrementando la dosis de radiación, si es necesario, en las primeras inyecciones para comprender las características de la CTO. Se evitará colimar para poder obtener toda la información de todas las colaterales y visualizar los lechos del vaso.

Si bien antes de iniciar el procedimiento se recomienda el visionado de la grabación previa para la planificación y decisión del material a emplear, en muchas ocasiones la estrategia inicialmente diseñada puede modificarse sustancialmente al realizar la doble inyección tanto por los cambios que pueda haber experimentado la anatomía desde la realización de la anterior coronariografía (especialmente si se realizó un intento previo) como por la mejor visualización de todos los detalles.

**2. Evaluación de la anatomía de la CTO.** Se recomienda dedicar 10-15 minutos para identificar la anatomía de la CTO y planificar adecuadamente los pasos a seguir entre el grupo constituido por cardiólogos intervencionis-

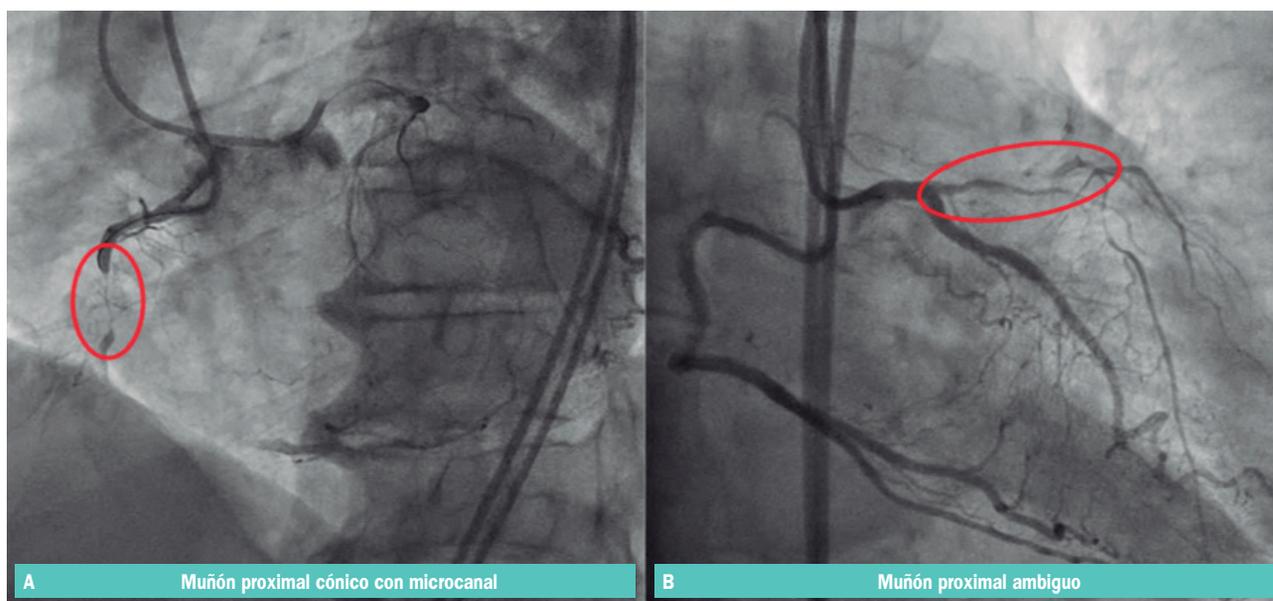
tas, enfermeros y técnicos participantes. Esto permite el trabajo coordinado, ahorrando tiempo y reduciendo complicaciones. El análisis detallado reduce la exposición a la radiación y el volumen de contraste administrado.

En este apartado se deben analizar cuatro parámetros angiográficos:

**a. Morfología y localización del muñón proximal.** Es necesario encontrar el punto de acceso a través de la angiografía y decidir si es necesario hacer uso de la ultrasonografía intravascular (IVUS) para definir el muñón proximal. Si este es ambiguo, aumenta la complejidad del procedimiento, disminuyendo las probabilidades de éxito [43]. Se considera que el muñón proximal es favorable cuando es cónico (o *tapered* en inglés), a diferencia del romo (*blunt stump*), y si no tiene puentes colaterales locales o grandes ramas que aumenten el riesgo de prolapso de las guías hacia dichas ramas (Figura 27.2).

**b. La CTO aorto-ostial frecuentemente requiere abordaje retrógrado por falta de apoyo del catéter.** Además, el muñón *tapered* suele contener mayor cantidad de colágeno, con microcanales, que permiten atravesar la lesión en la mayor parte de casos de forma anterógrada. Sin embargo, si es *blunt stump*, suele tener mayor tejido fibroso, sin microcanales que atraviesen la lesión, sino que se dirigen hacia el espacio extraplaca, favoreciendo el éxito de las técnicas de disección y reentrada [44].

**c. Longitud de la lesión.** La probabilidad de acabar en un trayecto subintimal es mayor cuanto más larga es la oclusión. Por ello y para minimizar el plano de disección deben plantearse de entrada técnicas de



**Figura 27.2.** Ejemplos de muñón proximal definido (A) frente a muñón proximal ambiguo (B).

disección y reentrada. Retrasar esta estrategia por insistir en el escalamiento de guías conduce a mayor radiación y administración de contraste, fatiga de los operadores y, por ende, no solo menor tasa de éxito, sino también un incremento en las complicaciones.

**d. Vaso distal a la oclusión.** Deben valorarse el diámetro del vaso, su desarrollo, las bifurcaciones en la proximidad al muñón distal (que asocian mayor carga de placa y mayor dificultad para la reentrada), la presencia de vasos laterales significativos que podrían perderse en una reentrada muy distal y el punto de acceso a la lesión. También han de valorarse la inyección desde contralaterales donantes, si se puede reducir la cantidad de contraste inyectado a través de las mismas y si existe riesgo de perder la visualización si son únicas, lo que podría asociar más riesgo de isquemia severa que dificulte el procedimiento.

**e. Volumen y accesibilidad de la circulación colateral.** Es esencial en el abordaje retrógrado. Las colaterales son óptimas si 1) provienen de un vaso sano o reparado; 2) son de fácil acceso con guías o microcatéteres; 3) poseen mínima tortuosidad; 4) existe más de una como fuente de flujo al segmento distal a la CTO, y 5) acceden al vaso ocluido muy distalmente. Los injertos ocluidos de bypass anastomosado al vaso distal a la CTO del vaso objetivo pueden ser empleados como vaso retrógrado para facilitar la ICP [45,46].

Comprender la distribución de la circulación colateral es importante también en el intento anterógrado porque, en caso de fracaso, las técnicas de disección y reentrada son fundamentales para asegurar el éxito, pero la formación de hematomas subintimales puede comprometer las colaterales ipsilaterales conllevando una pobre visualización del vaso distal en la zona de reentrada y ocasionar isquemia.

**3. Selección de abordaje anterógrado.** Si bien el algoritmo híbrido refleja las probabilidades de éxito de distintas estrategias, permitiendo agilizar el paso a aquellas con más probabilidades de éxito lo más rápido posible, lo habitual es realizar, al menos, un pequeño intento de avance de guía anterógrado, aunque la anatomía sea desfavorable. Cuando la escalada de guías anterógrada sea la mejor alternativa, se progresará en la dureza en la punta de la guía en función del avance que vayamos logrando a través de la CTO. Actualmente la escalada o adecuación progresiva de guías es más rápida, de forma que cada una de las guías seleccionadas tiene una misión específica, y una vez conseguida esa misión, se selecciona rápidamente otra guía más apropiada para la siguiente fase.

**4. Disección intraplaca anterógrada con reentrada.** Para las lesiones largas se recomienda el uso inicial del enfoque disección subintimal con reentrada. También en los abordajes inicialmente planificados de luz verdadera a luz verdadera sin éxito deberá reconvertirse a esta estrategia. El objetivo es usar el espacio subintimal como

punto a través de la oclusión para luego reentrar más adelante en el lumen verdadero distal.

La disección puede realizarse mediante el inflado de un balón proximal a la oclusión que genera un plano de disección (técnicas de modificación del muñón proximal), y tras posicionar el microcatéter en ese plano de disección se avanzará una guía que previamente se habrá doblado con una curva amplia de al menos 5-10 mm de diámetro (concepto denominado *knuckle*). Para esta maniobra, generalmente se hace uso de una guía hidrofílica tipo Fielder XT o PILOT 200 y se empujará en la luz falsa para conseguir un plano de disección controlado con muy bajo riesgo de perforación (*trust the knuckle*). En gran número de ocasiones, para conseguir el empuje necesario es preciso recurrir a estrategias de incremento del soporte, como *anchoring* (inflado de un balón en una rama proximal), o hacer uso de extensiones de catéter. Una vez que la guía se encuentra paralela al lumen verdadero distal, será necesario reentrar cruzando el flap subintimal hacia la luz verdadera. Para ello son útiles guías de alto gramaje, como PILOT 200 o Confianza Pro 12.

Una alternativa a la disección y reentrada «clásica» es utilizar para la reentrada microcatéteres de doble luz; probablemente la opción más sofisticada es utilizar un dispositivo específicamente diseñado para esta intervención, que es el catéter CrossBoss, que se avanza mediante una rotación rápida previa retirada de la guía. Una vez distal a la oclusión, la reentrada se realiza con el balón Stingray, que, una vez hinchado a baja presión (4 atm), «abraza» a la luz verdadera. Presenta dos puertos de salida de la guía con la que realizaremos la punción (guía Stingray), cada uno en un sentido, lo que permite dirigirla hacia la luz verdadera. Una vez puncionado el flap subintimal podemos reemplazar la guía Stingray por una guía con recubrimiento polimérico, como la PILOT 200, y avanzarla hacia el vaso distal (*stick and swap*). Alternativamente se puede seleccionar otra guía, como HORNET 10 o 14 para la punción y avance hacia luz verdadera (*stick and go*), pero esto dependerá de la complejidad y calcificación de la placa en el vaso distal.

**5. Abordaje retrógrado.** Este abordaje es el principal determinante del éxito de un programa de ICP sobre CTO, pues permite obtener mayor tasa de éxito en los casos más complejos [47,48]. La habilidad en este abordaje por parte de los operadores es crucial no solo por incrementar el éxito de la intervención, sino porque se asocia a complicaciones graves, como infarto de miocardio, perforaciones o lesión del vaso donante [49-52]. Si bien puede ser la primera opción de abordaje, generalmente se recomienda un intento a la forma anterógrada antes de explorar la opción retrograda [53].

De igual modo que en el abordaje anterógrado, en esta vía de aproximación a la oclusión se puede optar por la escalada de guías o por la disección y reentrada retrógrada, también conocida como *CART Reverse*.

**6. Cambios de estrategia.** Si bien cada caso es diferente, la forma de disminuir la duración del procedimiento, para beneficio del paciente y menor fatiga del equipo de in-

tervencionismo, es plantear cada 10 minutos si se debe cambiar de estrategia. Aunque resulte en cierto modo exagerado, esta forma de proceder de acuerdo con el algoritmo híbrido aumenta la tasa éxito, reduciendo la radiación a la que es expuesto el paciente y el uso de contraste. Por eso el intervencionista debe estar enormemente familiarizado con estas técnicas para poder llevar a cabo el procedimiento siguiendo el algoritmo híbrido de acuerdo con la anatomía coronaria.

## 1.4. Conclusiones

La mayor experiencia y el desarrollo de los materiales utilizados para la ICP de CTO se reflejan en un incremento en la tasa de éxito del procedimiento en los últimos años. El objetivo de demostrar un incremento de la supervivencia mediante ensayos clínicos aleatorizados mediante este tratamiento no ha sido cumplido. No obstante, se dispone de un nivel elevado de evidencia sobre la mejoría de la angina, clase funcional y calidad de vida, por lo que estos deben ser los objetivos a la hora de decidir el intervencionismo sobre lesiones de este tipo. La selección correcta del paciente y la experiencia del intervencionista jugarán un papel fundamental en el éxito del procedimiento.

El algoritmo híbrido es una herramienta logística útil para un programa exitoso de intervencionismo percutáneo sobre CTO al aumentar su eficacia, eficiencia y seguridad frente a estrategias no estructuradas.

## 2. Material específico en oclusiones crónicas. Microcatéter y guías

### 2.1. Introducción

El tratamiento de las oclusiones crónicas totales (CTO) ha evolucionado de manera considerable en los últimos años en gran parte debido al desarrollo de nuevas tecnologías que permiten tratar pacientes de forma más segura y más eficaz. Los intervencionistas dedicados al tratamiento de las CTO deben conocer el material específico disponible para aprovechar las ventajas que pueden ofrecer en situaciones concretas.

A lo largo del siguiente bloque se describirán una serie de materiales para el tratamiento de las CTO. El material (guías de angioplastia coronaria, microcatéteres y material para tratamiento de complicaciones) no es exclusivo para este tipo de lesiones y puede ser útil en el tratamiento de lesiones coronarias complejas. Igualmente, se describirá material que no está diseñado específicamente para el tratamiento de las CTO (introdutores, catéteres guía y extensores de catéter guía) y que, sin embargo, es fundamental para realizar una angioplastia exitosa.

## 2.2. Introdutores

En la mayoría de los casos, cuando se trata una CTO es necesario utilizar un doble acceso. El acceso femoral es el de elección de manera tradicional. Sin embargo, actualmente existe evidencia sobre la factibilidad y seguridad del acceso birradial para el tratamiento de estas lesiones complejas [54].

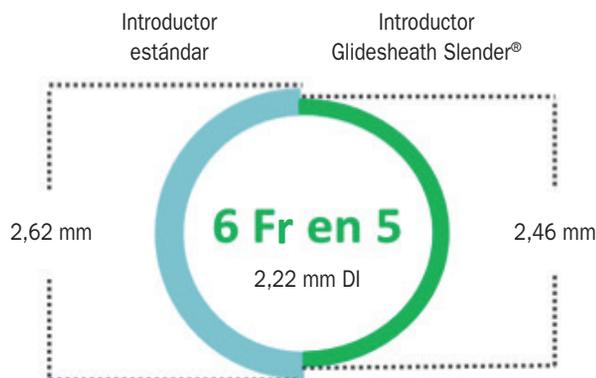
### Acceso femoral

En caso de utilizar el acceso femoral, es recomendable que la longitud del introductor sea de 25 cm o más (idealmente 45 cm) con el objetivo de rectificar la tortuosidad del eje iliofemoral y aumentar el soporte del catéter. Si se eligen introductores con longitudes mayores de 60 cm, la distancia resultante entre el orificio distal del introductor y el ostium de las coronarias es relativamente corta, lo que puede dificultar la canulación de la coronaria al reducir la maniobrabilidad del catéter guía.

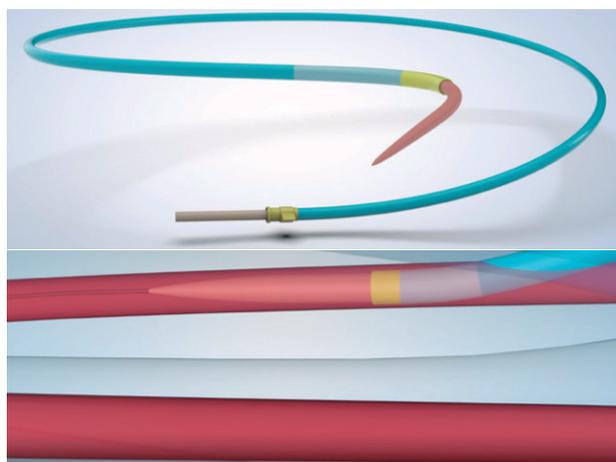
### Acceso radial

Para realizar una angioplastia de una CTO es necesario tener un soporte adecuado y la capacidad de intercambiar material con relativa facilidad. Cuando se elige un acceso birradial, puede llegar a ser necesario el uso de catéteres guía de 7 u 8 Fr. Existen diferentes estrategias para optimizar el diámetro de los catéteres guía con el acceso radial.

- **Acceso radial con introductores de pared delgada.** Los introductores Glidesheath Slender (Terumo), RAIN Sheath (Cordis) y Prelude IDeal (Merit Medical) tienen la pared más delgada que los introductores convencionales consiguiendo aumentar el diámetro interno conservando el diámetro externo. Esto permite utilizar catéteres guía de un diámetro mayor y por ello son conocidos como introductores 7 en 6, 6 en 5 y 5 en 4 (ver Figura 27.3).



**Figura 27.3.** Introductor 6 Fr en 5 Fr. Comparativa del diámetro interno y diámetro externo de un introductor estándar (azul) y un introductor 6 Fr y Glidesheath Slender®.



**Figura 27.4.** Sistema Railway Sheathless Cordis®. La figura superior muestra el Sistema Railway Sheathless de Cordis dentro de un catéter guía. La figura inferior muestra la transición del sistema con el catéter guía dentro de una guía al introducirlo en la arteria radial.

- **Acceso radial sin introductor y sistema sheathless.** El sistema de acceso Railway sheathless (Cordis) permite introducir un catéter guía sin necesidad de un introductor (ver Figura 27.4).

El sistema consta de dos dilatadores que se introducen en el catéter guía, uno para ser utilizado con guías de diámetro 0,018" y otro para guías de 0,035". El sistema está disponible para catéteres guía de diámetro de 5 Fr, 6 Fr y 7 Fr de cualquier tipo de curva. El sistema está diseñado para ser utilizado con catéteres del fabricante Cordis debido a la interface más lisa entre el diámetro interno del catéter guía y del sistema Railway. Es posible utilizarlo con catéteres guía de otra casa comercial, aunque se tendrá que tener un especial cuidado para evitar el efecto «máquina de afeitar» producido por esta interfaz al avanzar el catéter guía dentro de la arteria radial.

- **Acceso radial sin introductor con catéteres sheathless específicos.** Los catéteres Sheathless Euacath (Asahi Intecc) y Meito Masamune (Medikit) están compuestos por un catéter guía y un fiador. El fiador se inserta dentro del catéter guía y tiene un diámetro externo específico para eliminar el efecto «máquina de afeitar». El efecto «máquina de afeitar» ocurre cuando la punta del catéter lesiona el endotelio debido al espacio que existe en la transición entre la guía y el catéter. A diferencia del sistema Railway, antes de introducir el sistema es necesario colocar un introductor radial y avanzar una guía de 0,035" hasta la aorta para realizar el intercambio. El sistema Sheathless Euacath está disponible en 6,5 Fr, 7,5 Fr y 8,5 Fr, mientras que el Meito Masamune está disponible en 5 Fr y 6,5 Fr, ambos con múltiples curvas.
- **Acceso radial sin introductor y sistema sheathless casero.** En caso de elegir un catéter guía 8 Fr o no disponer del material específico previo se puede utilizar un

sistema sheathless casero [55]. Para el 8 Fr se introduce dentro del catéter guía el dilatador del catéter 6 Fr Flexor Shuttle (Cook Medical) de 110 cm o un catéter guía carotídeo Slip-Cath (Cook Medical) de 125 cm. Ambos catéteres se adaptan al catéter guía 8 Fr y disminuyen la transición reduciendo el efecto «máquina de afeitar». También es posible introducir un catéter diagnóstico de 125 cm (JR o pigtail) para obtener el mismo resultado. En este caso se utilizaría un catéter diagnóstico 5 Fr (o 4 Fr, dependiendo del catéter guía) dentro de una guía 6 Fr.

- **Acceso radial sin introductor con balón de angioplastia.** Es posible introducir un catéter guía a través de una guía de angioplastia coronaria. Para ello, se avanza el catéter guía colocando un balón de angioplastia de 2 mm de diámetro hinchado a 3 atm con la mitad del balón dentro del introductor y la mitad fuera de él. Esta técnica es conocida como *BAT* (*balloon-assisted tracking technique*).

Cuando se utiliza un acceso radial sin introductor, es importante tener las siguientes consideraciones: 1) el intercambio de catéteres guía puede ser más complicado; 2) es necesario vigilar la zona de punción para detectar oportunamente un sangrado periintroductor, y 3) se recomienda fijar el introductor a la piel con un adhesivo transparente para evitar su movimiento, especialmente con los catéteres hidrofílicos.

### 2.3. Catéteres guía

Son especialmente útiles las curvas XB o EBU para la coronaria izquierda y la curva AL para la coronaria derecha. Además, existen tres particularidades en cuanto al uso de catéteres guía en angioplastias de CTO.

- **Diámetro.** El diámetro de los catéteres guía suele ser mayor, aunque existe una tendencia a la utilización de acceso radial bilateral con catéteres guía 6 Fr o incluso un solo catéter guía en pacientes con CTO no complejas. La tendencia general es utilizar catéteres con un diámetro igual o superior a 7 Fr al menos en el acceso anterógrado, ya sea por vía radial o femoral.
- **Agujeros laterales.** El uso de catéteres guía de mayor diámetro aumenta el riesgo de que la presión se encuentre amortiguada o ventricularizada. Para evitarlo se pueden utilizar catéteres guía con agujeros laterales. El uso de estos catéteres es especialmente útil en oclusiones ostiales y en oclusiones proximales de la coronaria derecha. Exceptuando las oclusiones ostiales del tronco común, no deberían utilizarse al canular la coronaria izquierda no protegida por el riesgo de disección e isquemia. Los catéteres se pueden adquirir con los agujeros laterales. También es posible realizar dos agujeros laterales de manera sencilla a un catéter guía. Esto se consigue perforando con una aguja 20 g la pared lateral del catéter guía con cuidado de atravesar únicamente una cara del catéter y de purgarlo para evitar introducir el material dentro de la coronaria.
- **Longitud.** La longitud habitual de los catéteres guía es de 100 cm. Utilizar al menos un catéter guía de 90 cm

puede facilitar la externalización de la guía en las angioplastias con acceso retrógrado. Con la generalización de las guías RG3 o R350 en la mayoría de los casos las angioplastias con acceso retrógrado se pueden realizar con catéteres de 100 cm. Los catéteres guía de 100 cm se pueden recortar en caso de no contar con catéteres guía de 90 cm. Cuando se recorta un catéter guía, se necesita recordar que el catéter se tiene que girar desde la parte proximal, ya que no habrá transmisión del giro si este se realiza distal a la zona que se ha recortado.

## 2.4. Extensores de catéter guía

Los extensores están formados por una extensión flexible distal cuya longitud depende del modelo y un hipotubo compacto metálico (ver Figura 27.5). Los extensores de catéter guía son utilizados en la técnica *madre e hijo* para realizar una intubación profunda de la coronaria aumentando el soporte y la coaxialidad [56]. Además, los extensores de guía se utilizan para facilitar la introducción de la guía retrógrada en el catéter anterógrado incluyendo la técnica de *CART Reverse* [57]. El uso de un extensor de catéter guía CART disminuye el diámetro interno de los catéteres guía en 1 Fr, y hay que ser especialmente cuidadosos al avanzar o retirar cualquier equipo para evitar que quede atrapado en la entrada distal o proximal de la extensión flexible. Existen dos tipos de extensores de catéter guía:



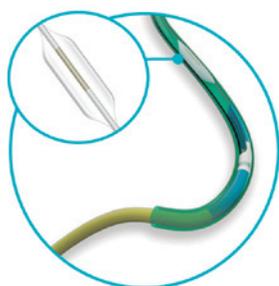
**Figura 27.5.** Extensión de catéter guía. La imagen izquierda muestra la posición de extensor de catéter guía en la descendente anterior al ser introducido por vía femoral en un catéter JL. La derecha muestra la extensión de catéter guía GUIDEZILLA II® (Boston Scientific).

- **Extensores de guía regulares.** Actualmente hay disponibles varios extensores de catéter guía (ver Tabla 27.3): el GuideLiner V3 (Teleflex), el GUIDEZILLA II (Boston Scientific), Telescope (Medtronic), QXMédical Boosting Catheter (QXMédical), Liquid (Merril) y el Guidion (IMDS).
- **Extensores de guía con balón.** El dispositivo TrapLiner (Teleflex) es un extensor de guía con un balón en el hipotubo metálico, con lo que además de la función estándar de extensor de guía puede realizarse la técnica de *trapping* evitando el uso de material específico para este propósito (ver Figura 27.6).

**Tabla 27.3.** Extensores de catéter guía.

	Tamaño (Fr)	DI necesario del catéter guía (mm)	DI (mm)	DE (mm)	Longitud cilindro (cm)	Longitud total (cm)	Longitud transición (cm)
<b>GuideLiner V3 (Teleflex)</b>	5	1,42	1,17	1,35	25 y 40	150	17
	5,5	1,68	1,30	1,60	25 y 40	150	17
	6	1,78	1,42	1,70	25 y 40	150	17
	7	1,98	1,57	1,90	25 y 40	150	17
	8	2,24	1,80	2,16	25 y 40	150	17
<b>GUIDEZILLA II (Boston Scientific)</b>	6	1,78	1,45	1,71	25 y 40	145	0,6
	7	1,98	1,60	1,86	25	145	0,6
	8	2,24	1,83	2,11	25	145	0,6
<b>Guidion (IMDS)</b>	5	1,42	1,04	N.D.	25	150	ND
	6	1,78	1,42	N.D.	25	150	ND
	7	1,98	1,57	N.D.	25	150	ND
	8	2,24	1,80	N.D.	25	150	ND
<b>Telescope (Medtronic)</b>	6	1,78	1,42	1,70	25	150	4
	7	1,98	1,57	1,90	25	150	4
<b>Boosting catheter (QXMédical)</b>	5,5	1,68	1,32	1,63	25	150	ND
	6	1,78	1,45	1,73	25	150	ND
	7	1,98	1,60	1,93	25	150	ND
	8	2,24	1,83	2,18	25	150	ND
<b>TrapLiner (Teleflex) (balón de 3,15 x 11 mm incorporado a 5 cm del cilindro)</b>	6	1,78	1,42	1,70	13	150	3
	7	1,98	1,57	1,90	13	150	3
	8	2,24	1,80	2,16	13	150	3

DE: Diámetro externo; DI: Diámetro interno; ND: No disponible.



**Figura 27.6.** Extensión de catéter guía con balón. Posición del TrapLiner (Teleflex) dentro de un catéter guía.

## 2.5. Guías de angioplastia

Es importante conocer los diferentes tipos de guías y sus características, pero sobre todo es importante familiarizarse con algunas guías para cubrir todas las necesidades que plantea una angioplastia de CTO y poderla hacer de manera efectiva con un número limitado de guías.

Para poder elegir correctamente una guía es necesario saber cuál es el objetivo final que queremos conseguir, seleccionando entre las diferentes características que nos proporciona cada guía. Los mismos objetivos se pueden alcanzar con diferentes guías, y cada guía puede ser utilizada para diferentes objetivos (ver Tabla 27.4).

**Tabla 27.4.** Guías de angioplastia.

Tipo de guía	Tipo de punta	Nombre	Fabricante	Diámetro punta	Rígidez en punta (g)	Radioopacidad punta (cm)	Material del alma	
Polimérica	Roma	Sion Black	Asahi Intecc	0,014''	0,8	3	Acero inoxidable	
		Whisper LS, MS, ES	Abbott Vascular	0,014''	0,8, 1,0, 1,2	3	Acero inoxidable	
		PILOT 50, 150, 200	Abbott Vascular	0,014''	1,5, 2,7, 4,1	3	Acero inoxidable	
		PROGRESS 40, 80, 120*	Abbott Vascular	0,014''	4,8, 9,7, 13,9	3	Acero inoxidable	
		Gladius MG, Mongo, EX	Asahi Intecc	0,014''	3,0	3	Acero inoxidable	
		Raider	Teleflex	0,014''	4,0	10	Acero inoxidable	
	Cónica	Fielder XT-R	Asahi Intecc	0,010''	0,6	16	Acero inoxidable	
		Fielder XT	Asahi Intecc	0,009''	0,8	16	Acero inoxidable	
		Fielder XTA	Asahi Intecc	0,010''	1,0	16	Acero inoxidable	
		Fighter	Boston Scientific	0,009''	1,5	3,5	Acero inoxidable	
		PROGRESS 140T*	Abbott Vascular	0,0105''	12,5	3	Acero inoxidable	
		PROGRESS 200T*	Abbott Vascular	0,009''	13,0	3	Acero inoxidable	
	Hidrofílica	Roma	Bandit	Teleflex	0,008''	0,8	10	Acero inoxidable
			SUOH 03	Asahi Intecc	0,014''	0,3	3	Acero inoxidable
BMW			Abbott Vascular	0,014''	0,6	3	Nitinol	
Sion			Abbott Vascular	0,014''	0,7	3	Acero inoxidable	
Versaturn			Abbott Vascular	0,014''	0,8	3	Nitinol	
BMW Elite			Abbott Vascular	0,014''	0,8	3	Nitinol	
Marvel			Boston Scientific	0,014''	0,9	3	Acero inoxidable	
Runthrough NS Hypercoat			Terumo	0,014''	1,0	3	Nitinol y Acero	
Cónica		Samurai RC	Asahi Intecc	0,014''	1,2	4	Acero inoxidable	
		ULTIMATEbros 3	Asahi Intecc	0,014''	3	11	Acero inoxidable	
		HORNET, HORNET 10, 14	Boston Scientific	0,008''	1, 10, 14	3,5	Acero inoxidable	
		Judo 1, 3, 6	Boston Scientific	0,008''	1; 3; 6	3,5	Acero inoxidable	
		Gaia First	Asahi Intecc	0,010''	1,7	15	Acero inoxidable	
		Gaia Second	Asahi Intecc	0,011''	3,5	15	Acero inoxidable	
		Gaia Third	Asahi Intecc	0,012''	4,5	15	Acero inoxidable	
		Gaia Next 1	Asahi Intecc	0,011''	2	15	Acero inoxidable	
		Gaia Next 2	Asahi Intecc	0,012''	4	15	Acero inoxidable	
		Gaia Next 3	Asahi Intecc	0,012''	6	15	Acero inoxidable	
		Confianza Pro 9, 12**	Asahi Intecc	0,009''	9,3, 12,4	20	Acero inoxidable	
		Infiltrac, Infiltrac Plus**	Abbott Vascular	0,009''	11, 14	30	Nitinol	
Hidrofóbica/ silicona/ moderadamente hidrofílica	Roma	Warrior	Teleflex	0,009''	14	2,5	Acero inoxidable	
		Astato XS 20	Asahi Intecc	0,008''	20	17	Acero inoxidable	
		Samurai	Boston Scientific	0,014''	0,5	4	Acero inoxidable	
		Sion Blue	Asahi Intecc	0,014''	0,5	3	Acero inoxidable	
	Cónica	Runthrough NS EF; F; I	Terumo	0,014''	0,6, 1, 3,6	3	Nitinol y acero	
		MIRACLEbros 3, 4,5, 6, 12	Asahi Intecc	0,014''	3, 4,5, 6, 12	11	Acero inoxidable	
		Confianza	Asahi Intecc	0,009''	9	20	Acero inoxidable	

\* Recubrimiento polimérico con coils expuestos en la punta. \*\* Guía hidrofílica excepto en la punta.

El material y diseño de cada uno de estos componentes da a la guía diferentes características en cuanto a la capacidad de torque y dirección, penetración, sensación táctil, soporte y durabilidad. Además, la composición de cada guía requiere una manipulación específica. Las técnicas de manipulación de la guía se dividen en deslizamiento, perforación, penetración y knuckling. Exceptuando las guías Gaia (Asahi Intecc) e Infiltrac (Abbott Vascular), que están preformadas, y Gladius (Asahi Intecc), que tiene opción de estar preformada, la mayoría de las guías para angioplastia de CTO tienen la punta recta. En general, la curva debe realizarse en la guía como máximo a 1 mm de distancia desde la punta y con un ángulo menor a 45° con el objetivo de disminuir el riesgo de entrada al espacio subintimal y la formación de hematomas. Existen situaciones en las que se deberá preformar de manera diferente la guía. Para realizar una reentrada desde el espacio subintimal a la luz verdadera en ocasiones se necesita una curva de mayor longitud y angulación. Para la formación de un knuckle la guía puede angularse en forma de sombrilla o «U». Por último, en ocasiones es necesario realizar una curva secundaria si el ángulo entre el microcatéter y el muñón proximal de la oclusión no es coaxial.

- **Guías para cruzar microcanales.** Las guías utilizadas para cruzar microcanales tienen un recubrimiento polimérico con punta blanda. Son las guías utilizadas como primera opción para el abordaje anterógrado en oclusiones con muñón afilado o microcanal. Dentro de este grupo de guías se encuentra la Fighter (Boston Scientific), la familia Fielder (Fielder XT, Fielder XT-A y Fielder XT-R) (Asahi Intecc) y la Bandit (Teleflex). Este tipo de guías debe manipularse deslizándose y girándose suavemente debido a su pobre sensación táctil. La guía no deberá forzarse, especialmente en el caso de que la punta se pliegue, ya que la guía puede entrar en el espacio subintimal y crear un plano de disección. La guía Gaia First (Asahi Intecc) puede ser utilizada con el objetivo de cruzar microcanales debido a su bajo peso en punta y su elevado control de torque a pesar de no ser una guía con recubrimiento polimérico.

- **Guías para penetrar el muñón proximal y navegar a través del cuerpo de la oclusión:**

- **Se conoce el curso de la oclusión.** En esta situación las guías de la familia Gaia (Asahi Intecc) y Judo (Boston Scientific) son la elección. Estas guías tienen una capacidad de penetración moderada con un peso en punta bajo-moderado, punta cónica y una excelente capacidad de torque. Dentro de la familia Gaia, existen tres tipos y su poder de penetración se incrementa conforme aumenta el número de la guía. La guía más utilizada es la Gaia Second. Las guías están preformadas con una curva de 45° a 1 mm de la punta y su manipulación debe ser más lenta y precisa con giros de 45°. En caso de que la guía encuentre resistencia, la punta se deflejará, por lo que se tiene que retirar ligeramente, rotar y avanzar de nuevo hasta encontrar un punto sin resistencia. Existe una nueva generación de guías Gaia (Gaia Next) aún no disponibles en nuestro medio. Las mejoras en esta nueva generación incluyen un coil optimizado para el control del giro (XTRAND coil), un

recubrimiento hidrofílico de 40 cm y una mayor fuerza de penetración. La familia Judo está compuesta por tres guías, todas con punta recta y cónica (0,008”).

Las guías MIRACLEbros 3, 4,5, 6 y Ultimate Bros 3 (Asahi Intecc) y las guías PROGRESS 40 u 80 (Abbott) tienen la punta roma, no tienen recubrimiento polimérico, lo que aumenta la sensación táctil, y poseen una capacidad de penetración intermedia. Este tipo de guías se manipulan penetrando el trayecto de la oclusión.

En caso de lesiones muy calcificadas o si las guías con capacidad de penetración intermedia no progresan o avanzan hacia el espacio subintimal es necesario utilizar guías con un alto poder de penetración, como las guías HORNET 14 (Boston Scientific), Confianza Pro 12 (Asahi Intecc), Infiltrac (Abbott), Warrior (Teleflex) o PROGRESS 140T o 200T (Abbott).

- **No se conoce el curso de la oclusión.** En esta situación es preferible utilizar guías con recubrimiento polimérico y capacidad de penetración intermedia, como la Gladius (Asahi), Raider (Teleflex) o PILOT 200 (Abbott). Con estas guías es posible atravesar microcanales cruzando la oclusión de luz verdadera a luz verdadera. Aunque pueden entrar en el espacio subintimal debido al recubrimiento hidrofílico, es poco probable que las guías atraviesen la estructura del vaso y por ello se prefieren para oclusiones con el trayecto poco definido.

- **Guías para cruzar las colaterales:**

- **Septales.** Una vez que se ha elegido la colateral septal, se puede utilizar una guía de trabajo habitual para avanzar el microcatéter hasta la porción proximal de la colateral. En ese momento se intercambia por una guía Sion (Asahi Intecc) o Samurai RC (Boston Scientific) con una pequeña curva de 30°-45° a 1 mm de la punta. Estas guías tienen la ventaja de poseer un excelente control del torque y una baja capacidad de penetración.

- **Epicárdicas.** A diferencia de las colaterales septales, las colaterales epicárdicas no pueden ser cruzadas con una técnica de *surfing*. El principal inconveniente para avanzar una guía a través de una colateral epicárdica es la tortuosidad. La guía debe ser avanzada de manera muy metódica y controlada. Para ello es necesario utilizar guías que disminuyan el riesgo de lesiones en angulaciones agudas o continuas. La guía SUOH 03 (Asahi Intecc) ha sido diseñada específicamente para cruzar colaterales tortuosas. Tiene una gran flexibilidad y un muy bajo peso en punta.

- **Guías para formar knuckles.** La técnica de *knuckle* es empleada para disecar la arteria a través del trayecto de oclusión. La técnica original de seguimiento subintimal y reentrada (STAR) utilizada en CTO de vasos periféricos fue usada por primera vez en las coronarias por Colombo <sup>[58]</sup>. Esta técnica ha evolucionado para disminuir el plano subintimal mediante la técnica Mini-STAR, LAST (Limited Antegrade Subintimal Tracking) y finalmente con dispositivos específicos de reentrada. A pesar de ello la formación de knuckles sigue siendo muy utilizada en diferentes situaciones. Para ello se suelen usar guías poli-

méricas. La guía Fielder XT (Asahi Intecc) se utiliza para formar knuckles más compactos y las Gladius (Asahi), Raider (Teleflex) y PILOT 200, para knuckles más grandes.

- **Guías para externalizar.** Para externalizar una guía es necesario cruzar la CTO desde el catéter retrógrado, avanzar la guía seguida del microcatéter dentro del catéter anterógrado y finalmente intercambiar la guía retrógrada por una guía  $\geq 330$  cm. Existen dos guías específicas para esta tarea, la RG3 (Asahi Intecc) de 0,010" de diámetro y 330 cm de longitud y la R350 (Teleflex) de 0,013" y 350 cm de longitud.

catéteres permiten aumentar el soporte y control de la guía, realizar inyecciones selectivas de contraste, dilatar colaterales septales y facilitar el intercambio de las guías. Existen múltiples tipos de microcatéteres con características específicas. Cada tipo de microcatéter varía en su estructura interna, diámetro externo a nivel distal medio y proximal, grado de lubricidad, tipo de punta y transmisión del torque (ver Tabla 27.5). Además, existen microcatéteres con diseños específicos que permiten 1) utilizar dos guías (catéteres de doble luz) (ver Tabla 27.6); 2) dirigir la guía mediante una angulación a nivel del extremo distal; 3) facilitar la penetración del muñón proximal calcificado, y 4) realizar una disección controlada a nivel proximal.

- **FineCross MG.** El microcatéter FineCross MG (Terumo) puede ser utilizado en acceso anterógrado o acceso retrógrado en colaterales de pequeño tamaño. Tiene un perfil distal fino y el diámetro externo disminuye desde

## 2.6. Microcatéteres

Al igual que con la selección de una guía, los microcatéteres deben elegirse según la función que han de cumplir. Los micro-

Tabla 27.5. Microcatéteres.

Nombre	Fabricante	Longitud (cm)	DE punta (Fr)	Perfil cruce (Fr)	DE proximal (Fr)	Torque/giro
Caravel	Asahi Intecc	135 y 150	1,4	1,9	2,6	No. Se puede fracturar la punta si se gira en lesiones calcificadas.
Corsair Pro	Asahi Intecc	135 y 150	1,3	2,6	2,8	Sí. No girar más de 10 veces en un mismo sentido.
Corsair Pro XS	Asahi Intecc	135 y 150	1,3	2,1	2,9	Sí. No girar más de 10 veces en un mismo sentido.
Finecross MG	Terumo	130 y 150	1,4	1,8	2,6	No diseñado específicamente para girar, pero es posible hacerlo.
Mamba	Boston Scientific	135	1,4	2,4	2,9	Horario y antihorario. No más de 5 giros en cada dirección.
Mamba Flex	Boston Scientific	135 y 150	1,4	2,1	2,9	Horario y antihorario. No más de 5 giros en cada dirección.
Navitian	iVascular	135 y 150	1,4	1,8	2,5	No diseñado específicamente para girar, pero es posible hacerlo.
SuperCross FT	Teleflex	130 y 150	1,4	1,8	2,5	No diseñado específicamente para girar, pero es posible hacerlo.
NHancer ProX	IMDS	135 y 155	1,5	2,3	2,6	Sí. Dispositivo de torque/seguro.
Turnpike	Teleflex	135 y 150	1,6	2,6	2,9	Horario y antihorario.
Turnpike LP	Teleflex	135 y 150	1,6	2,2	2,9	Horario y antihorario.
Turnpike Spiral	Teleflex	135 y 150	1,6	2,9	2,9	Horario para avanzar, antihorario para retirar.
Turnpike Gold	Teleflex	135 y 150	2,1	2,9	2,9	Horario para avanzar, antihorario para retirar.

DE: Diámetro externo.

Tabla 27.6. Microcatéteres de doble luz.

Nombre	Fabricante	Longitud (cm)	DE punta (Fr)	Distancia hasta marca(s) radioopacas (mm)	DE en sección 2 guías (Fr)	DE proximal (Fr)	Distancia salida guía OTW (mm)	Distancia salida guía intercambio rápido (mm)
FineDuo	Terumo	140	1,4	0,5	2,9	3,2	6,5	210
Sasuke	Asahi Intecc	145	1,5	4	2,5 x 3,3	3,2	6,5	200
Twin-Pass	Teleflex	135	2,0	1 y 20	2,7 x 3,4	2,9	20	210
Twin-Pass Torque	Teleflex	135	2,1	1 y 7	3,5	3,1	7 (10° angulación)	220
NHancer RX Dual	IMDS	135	1,5	Punta y 6,5	2,3 x 3,3	2,6	6,5	180
ReCross Dual	IMDS	140	1,5	Punta, 8 y 12	2,3 x 3,3	2,6 x 3,4	8 y 12 (opuestas)	Solo guías OTW

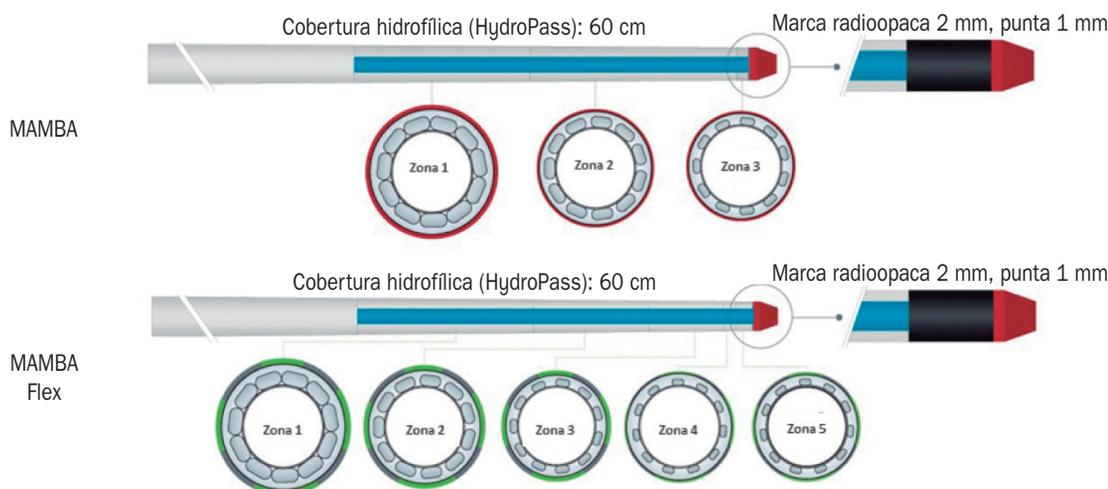
DE: Diámetro externo; OTW: Over-the-wire.

la parte proximal de 2,6 Fr hasta 1,8 Fr. Los 13 cm distales son muy flexibles, lo que facilita su navegabilidad a través de segmentos estrechos y tortuosos.

- **Navitian.** El microcatéter Navitian (iVascular) tiene una transición conificada de 2,5 Fr a 1,8 Fr en el segmento distal. Su interior tiene una lámina interna de PTFE y la parte distal externa lleva un recubrimiento hidrofílico. La punta distal es redondeada y atraumática. Puede ser utilizado en casos con acceso anterógrado o para cruzar colaterales pequeñas y tortuosas.
- **SuperCross FT.** Microcatéter con recubrimiento hidrofílico de 40 cm con perfil distal fino y transición conificada, pasando de 2,5 Fr a 1,8 Fr en la punta.
- **Caravel.** Es un microcatéter con un perfil de cruce de 1,9 Fr. La punta flexible se conifica hasta 1,4 Fr. Su estructura permite mantener la luz interna con menos propensión al colapso a nivel de la oclusión o de angulaciones agudas. No está diseñado para ser girado, por lo que no debe de rotarse, sino empujarse. La punta del microcatéter se puede fracturar si se gira. Es especialmente útil para cruzar colaterales epicárdicas tortuosas.
- **Corsair.** El microcatéter Corsair (Asahi Intecc) fue desarrollado para dilatar las colaterales septales y facilitar las angioplastias por vía retrógrada. Existen dos modelos: el Corsair Pro y el Corsair Pro XS. El microcatéter está construido por nueve pequeños alambres dentro de dos alambres de mayor tamaño, lo que facilita su torque. La capa interna está recubierta de polímero, lo que allana el avance de la guía. Los 60 cm distales tienen una recubierta hidrofílica y la punta es cónica. El microcatéter se

puede utilizar para aumentar el soporte en las angioplastias anterógradas o para angioplastias retrógradas por vía septal. Inicialmente se debe de avanzar sin girar y solo si hay resistencia se debe de rotar. Esto tiene el objetivo de disminuir la fatiga del microcatéter. El microcatéter se puede girar en cualquier dirección, aunque la malla interna está diseñada para tener una mejor transmisión del torque cuando este se realiza en forma antihoraria. Hay que tener cuidado de no girar el microcatéter más de 10 vueltas en un solo sentido para evitar que se deforme y quede atrapado.

- **El Corsair Pro XS** es la nueva generación del Corsair Pro. Tiene un diseño más flexible para facilitar el acceso distal en abordaje retrógrado, además de una estructura que permite rotar la punta flexible aumentando la capacidad de cruce en lesiones complejas.
- **Turnpike.** La particularidad de esta familia de microcatéteres es su estructura de doble malla bidireccional que facilita la transmisión del torque y su flexibilidad. Existen cuatro tipos de microcatéteres dentro de la familia Turnpike (Teleflex): Turnpike, Turnpike LP, Turnpike Spiral y Turnpike Gold. El catéter Turnpike es el estándar y tiene una punta cónica con un diámetro distal de 1,6 Fr. El catéter Turnpike LP tiene el mismo diámetro externo en la punta en comparación con el Turnpike, pero su cuerpo distal tiene un diámetro de 2,2 Fr, a diferencia de los 2,6 Fr del Turnpike. Ambos catéteres se pueden utilizar para cruzar colaterales y para angioplastias por vía anterógrada. Los microcatéteres Turnpike Spiral y Gold se describirán en el punto sobre microcatéteres para lesiones no penetrables con balón.



**Figura 27.7.** Microcatéteres Mamba® (Boston Scientific). El microcatéter Mamba® se muestra en la imagen superior. Está compuesto de tres zonas con diámetros diferentes que se conifican desde el segmento proximal hasta el distal. En la imagen inferior se muestra el microcatéter Mamba Flex®, que tiene cinco zonas de transición y un perfil de cruce más fino que el microcatéter Mamba.

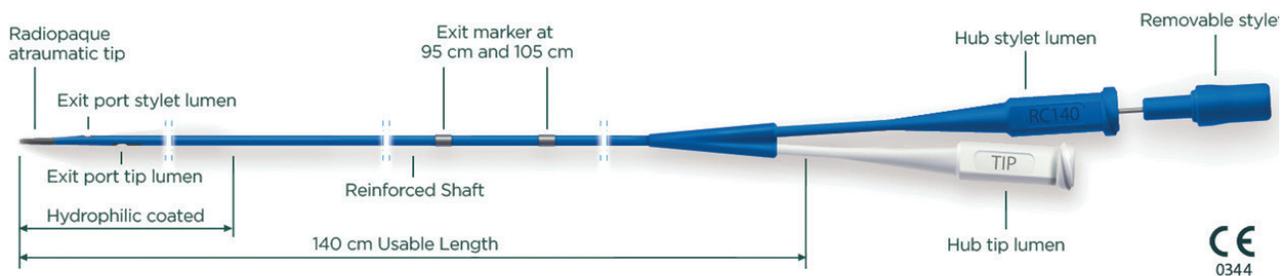
- **Mamba.** Existen tres microcatéteres de la familia Mamba (Boston Scientific): el catéter Mamba y los catéteres Mamba Flex 135 y Mamba Flex 150 (ver Figura 27.7). Estos microcatéteres tienen un trenzado de 11 alambres formando un cuerpo que provee rigidez, torque y empuje. El microcatéter Mamba tiene un perfil distal de cruce mayor (2,4 Fr), tres puntos de adelgazamiento a lo largo del catéter y está diseñado para dar un mayor soporte para angioplastias anterógradas. Los microcatéteres Mamba Flex tienen un perfil más fino (2,1 Fr), cinco puntos de adelgazamiento y está diseñado para ser avanzado a través de tortuosidades y angioplastias retrógradas.
- **Microcatéteres con doble luz.** Los microcatéteres de doble luz son útiles en las siguientes situaciones: 1) técnica de guías paralelas; 2) técnica LAST; 3) colocar una guía en una rama lateral cercana al muñón proximal; 4) facilitar el avance de la guía al vaso principal cuando la guía de angioplastia ha avanzado a una rama secundaria después del muñón distal LAST; 5) acceso a ramas late-

rales con angulaciones extremas; 6) técnica de *reverse wiring*, y 7) colocar una guía por vía anterógrada cuando se ha externalizado una guía retrógrada. Existen diferentes microcatéteres de doble luz (ver Tabla 27.6 y Figura 27.8). Las diferencias principales están en el diseño de la punta y la angulación y la distancia de salida de la guía en el puerto OTW. El único microcatéter de doble luz con dos puertos OTW es el microcatéter Recross. Además de tener dos puertos, uno de ellos tiene dos orificios de salida a nivel distal, dando en total tres orificios de salida a nivel distal, lo que permite intercambiar la posición y orientación de la guía en técnica de guías paralelas y reentrada (ver Figura 27.9).

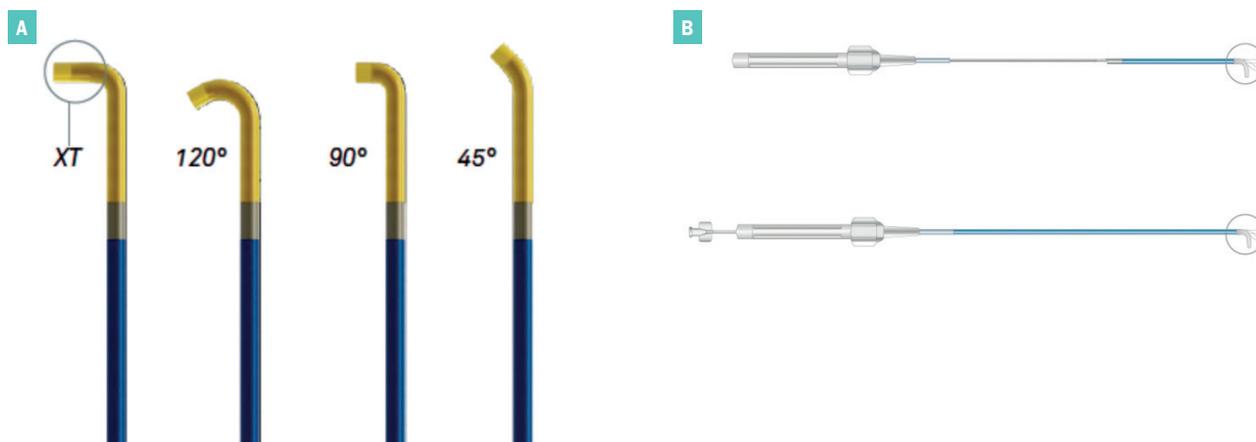
- **Microcatéteres con angulación a nivel distal.** Los microcatéteres con angulación distal son útiles para avanzar guías a través de segmentos con tortuosidades o angulaciones importantes. Existen dos tipos de microcatéteres con angulación: los microcatéteres preformados (SuperCross, Teleflex) y los deflectables (Venture, Teleflex).



**Figura 27.8.** Microcatéter de doble luz. Esquema que muestra la salida distal de las guías por el agujero distal (monorraíl) y proximal (over-the-wire) y monorraíl en el microcatéter de doble luz FineDuo® (Terumo).



**Figura 27.9.** Microcatéter Recross con la posición de los diferentes orificios distales.



**Figura 27.10.** A: Microcatéter con angulación distal. Microcatéter SuperCross (Teleflex) con las diferentes angulaciones en la punta distal; B: Microcatéter Venture (Teleflex) con la versión de intercambio rápido y la OTW.

El catéter SuperCross (Teleflex) está preformado con angulaciones de 45°, 90° (y 90° con punta larga) y 120° (Figura 27.10). El microcatéter Venture (Teleflex) tiene una punta deflectable con capacidad de angulación de hasta 90° (ver Figura 27.10). Existe una versión de intercambio rápido y otra OTW.

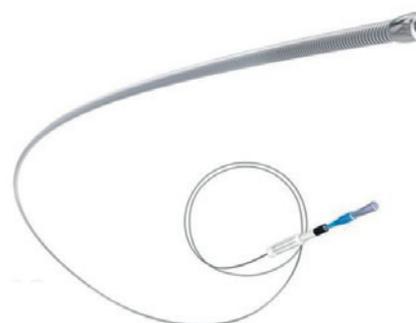
- **Microcatéteres para lesiones no penetrables con balón.** Los microcatéteres Turnpike Spiral y Turnpike Gold son parte de la familia Turnpike y tienen la misma estructura que el microcatéter Turnpike estándar (ver Figura 27.11). El microcatéter Turnpike Spiral tiene una espiral de nailon en los 2 cm distales. Está diseñado para aumentar el soporte y el avance del microcatéter a través de la rotación. El microcatéter Turnpike Gold tiene el mismo diseño que el Turnpike Spiral. La diferencia está en la

punta del microcatéter, que está formada por una estructura metálica recubierta de oro a nivel distal aumentando la capacidad de penetración y de avance con el giro. Su uso está contraindicado en vasos menores de 1 mm de diámetro.

- **Microcatéteres para realizar una disección controlada.** El catéter CrossBoss (Boston Scientific) está diseñado para avanzar una guía al espacio subintimal creando una disección controlada. El catéter es metálico y está formado por múltiples espirales que proporcionan una respuesta giro a giro. La punta de 1 mm es atraumática y redondeada para reducir el riesgo de perforación (ver Figura 27.12). Además, el microcatéter ha demostrado ser útil para el tratamiento de oclusiones intrastent <sup>[59]</sup>.



**Figura 27.11.** Microcatéteres Turnpike (Teleflex). Punta distal de los microcatéteres de la familia Turnpike (Teleflex).



**Figura 27.12.** Catéter CrossBoss (Boston Scientific). El microcatéter CrossBoss (Boston Scientific) tiene una punta roma a nivel distal que facilita la disección controlada en el espacio subintimal realizada en la técnica de disección reentrada con Stingray® (Boston Scientific).

### 3. Abordaje anterógrado. Escalada de guías

#### 3.1. Introducción y materiales

En este bloque vamos a profundizar en el abordaje anterógrado de las CTO. Según los registros más recientes, hasta en el 80 % de los procedimientos es la estrategia inicial de elección [62-63,67]. Se trata de una técnica con la que la mayoría de operadores se siente más familiarizado, siendo menor la incidencia de complicaciones en comparación con el abordaje retrógrado [68].

La técnica de escalada anterógrada de guía (EAG) consiste en el avance de guías de rigidez creciente para cruzar una CTO. Mediante esta técnica la guía alcanza la luz verdadera distal a la oclusión sin abandonar la estructura del vaso, permaneciendo en todo momento en el interior de la luz verdadera, lo que se conoce como estrategia *true-to-true lumen*. La progresión de guías dentro de la EAG puede llevarse a cabo de forma paulatina, si bien la tendencia actual es a realizar una escalada de guías más rápida, dentro de un algoritmo de manejo híbrido, que incluye el empleo de las técnicas de disección y reentrada anterógrada y el abordaje retrógrado en los casos en los que resulte imposible cruzar a través del muñón de la CTO [64-66].

La planificación del abordaje inicial siempre ha de basarse en el análisis detallado de la CTO. En la mayoría de las ocasiones disponemos de la angiografía diagnóstica inicial (es fundamental que sea de calidad), en la que no se aborda la CTO, pero nos permite una planificación inicial. No obstante, en el procedimiento intervencionista, debemos reevaluar la lesión y completar la estrategia a seguir, siendo especialmente útil el empleo de inyecciones coronarias bilaterales. En este sentido también resulta muy útil la escala J-CTO score (ver Tabla 27.7), que se ha convertido en un predictor

de éxito para el paso de la guía en los primeros 30 minutos de procedimiento, siendo la técnica predominante la EAG en su desarrollo [69]. Según estudios recientes, la EAG presenta una tasa de éxito en torno al 75-90 % en oclusiones con puntuación del J-CTO score < 2 [62-63,60-70], mientras que este porcentaje se reduce a un 50-75 % en CTO con J-CTO score de 2 o superior [62-71].

Como norma general en el ICP de CTO, es importante mantener cierta flexibilidad que nos permita avanzar de un abordaje a otro, cuidando los tiempos, así como las dosis de contraste y radiación. A continuación, se enumeran las principales características que deben ser valoradas antes de abordar una CTO [72-73].

- 1. Morfología y localización del muñón proximal.** La localización precisa del punto de entrada al interior de la CTO constituye un factor determinante; una angiografía de calidad es fundamental, pero nos podemos ayudar también de técnicas de imagen intracoronaria, especialmente del IVUS [68]. Consideramos como muñón proximal favorable al abordaje mediante EAG a aquel que se encuentra bien definido, con extremo distal afilado y que no presenta ramos laterales o vasos colaterales por los que pueda avanzar la guía de forma preferencial. Por el contrario, las CTO ostiales suponen un escenario especialmente poco favorable para la EAG y suelen requerir de un abordaje retrógrado precoz.
- 2. Longitud de la CTO.** Para conocer la longitud real de la CTO es importante realizar inyecciones bilaterales, ya que las inyecciones simples tienden a sobrestimar el trayecto ocluido. La escala J-CTO considera el límite de 20 mm para las CTO de mayor complejidad [70], siendo la técnica de EAG eficaz en lesiones cortas; en lesiones de mayor longitud los resultados son menos favorables y la combinación de otras estrategias, como la reentrada y disección anterógrada o el abordaje retrógrado, incrementa la tasa de éxito del procedimiento.
- 3. Características del vaso a nivel del muñón distal.** La presencia de un vaso distal de buen calibre, que podamos visualizar adecuadamente mediante angiografía, va a facilitar el avance de guía mediante EAG. Por el contrario, la presencia de una bifurcación o calcificación marcada a este nivel limita las posibilidades de éxito de esta estrategia.

- 4. Características de las colaterales.** La presencia de circulación colateral heterocoronaria de buen calibre y baja tortuosidad reducirá el umbral para abordar la CTO de forma retrógrada, generalmente como parte de un abordaje híbrido tras el fracaso de la EAG. Incluso en aquellos casos en los que no se logra cruzar la guía con estrategia de EAG, esta es útil como preparación para otras técnicas más complejas: la disección y reentrada anterógrada y el abordaje retrógrado.

Aunque el material dedicado a las CTO ya se abordó anteriormente, a continuación profundizamos en el más utilizado en la EAG [72,74].

Tabla 27.7. Escala J-CTO score.

A) Entrada CTO	D) Longitud de la CTO
Roma (0)	< 20 mm (0)
Afilada (1)	≥ 20 mm (1)
B) Calcificación	E) Intento previo
Ausente (0)	No (0)
Presente (1)	Sí (1)
C) Angulación > 45°	
Ausente (0)	
Presente (1)	

**Dificultad total (J-CTO score):**  
**Fácil:** 0 puntos.  
**Intermedia:** 1 punto.  
**Difícil:** 2 puntos.  
**Muy difícil:** ≥ 3 puntos.

### 3.2. Guías de uso más frecuente en escalada anterógrada de guía

La elección de una guía de angioplastia adecuada es un factor determinante para abordar una CTO. Hoy en día las opciones a la hora de escoger el material pueden ser enormes. Por ello, es preferible contar con una selección de guías con las que el operador se encuentre familiarizado y un esquema de escalada de guías según las características angiográficas e histológicas de la CTO. Dentro de las guías imprescindibles para la estrategia de EAG en CTO destacan las siguientes:

**1. Guías que permitan el cruce de microcanales.** Las guías poliméricas de punta afilada (*tapered*) y baja rigidez en la punta se utilizan en el escalón inicial de manejo dentro del abordaje anterógrado y son especialmente útiles para canalizar microcanales y navegar por su interior. Dentro de este grupo destacan las guías Fielder XT-A y Fielder XT-R (Asahi Intecc). El mayor peso en la punta (1,0 gr) de la guía Fielder XT-A incrementa su poder de penetración, mientras que la Fielder XT-R, con peso en la punta inferior (0,6 gr), presenta un mejor perfil de navegabilidad. También resulta muy útil en las fases iniciales de la EAG la guía Fighter (Boston Scientific); el pequeño tamaño de su cuerpo facilita su prolapso, evitando lesionar los microcanales, a la vez que mantiene la forma de la punta.

Asimismo, en nuestro centro estamos muy familiarizados con la guía Sior® (Asahi Intecc), no polimérica con recubrimiento hidrofílico y punta recta (*non-tapered*), de baja rigidez. La configuración específica de su punta con alambre rizado en torno al núcleo, de morfología redondeada, provee a esta guía de una excelente transmisión de torque y resistencia a la deformación.

Si las guías previamente descritas no permiten avanzar por la lesión, especialmente en CTO en las que el trayecto del vaso no esté bien definido, puede emplearse la guía PILOT 200 (Abbott Vascular), de punta recta y rigidez intermedia, con un revestimiento hidrofílico. Sus características facilitan la canalización y navegación a través de microcanales y reducen el riesgo de salida por fuera de la estructura del vaso respecto a otras guías más rígidas.

**2. Guías que permitan penetrar en el muñón proximal.** Este tipo de guías se caracterizan por una rigidez de la punta que varía de intermedia a alta. Asimismo, en la mayoría de casos presentan un diámetro de la punta inferior al de las guías de angioplastia convencionales (0,014"). La combinación de ambos factores resulta en un elevado poder de penetración, que favorece el avance controlado de estas guías a través del muñón proximal de la CTO. Dentro de esta sección destaca la familia de guías Gaia (Asahi Intecc), con recubrimiento polimérico y conformación de la punta en microcono, que favorece el avance cuidadoso por la CTO. Su diseño de núcleo compuesto les confiere una excelente capacidad de transmisión de torque y maniobrabilidad, que permite dirigir la punta

de forma precisa para cruzar la oclusión en aquellos casos en los que es posible determinar el trayecto del vaso. Es importante recordar que la manipulación de estas guías debe ser especialmente cuidadosa, dando tiempo a que se transmita el torque a la punta. Existen tres modelos de guías Gaia: Gaia First, Gaia Second y Gaia Third, con diámetro y peso de la punta crecientes (ver páginas correspondientes). Las guías Gaia First y Second son especialmente útiles para el cruce de CTO de rigidez intermedia, mientras que la Gaia Third permite avanzar por lesiones más duras.

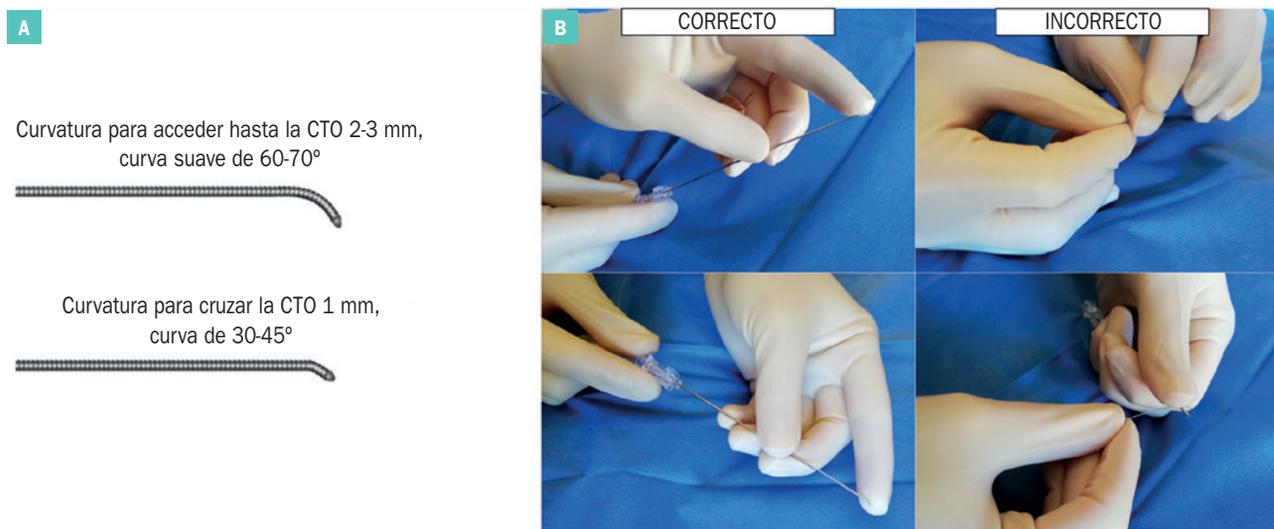
Para el cruce por CTO de resistencia intermedia también resulta apropiada la guía MIRACLEbros 12 (Asahi Intecc), de punta recta (*non-tapered*) y elevada rigidez. Además, su recubrimiento hidrofóbico ofrece una buena retroalimentación táctil y facilita el avance de material al lugar de la CTO, reduciendo el riesgo de deslizamiento de la guía fuera de la lesión.

Por otra parte, la guía Confianza Pro 12 (Asahi Intecc), con recubrimiento hidrofílico y punta afilada (*tapered*), con un elevado poder de penetración, constituye una alternativa idónea para penetrar el muñón proximal en oclusiones resistentes o calcificadas. Asimismo, resulta especialmente útil en CTO localizadas a nivel de una bifurcación, ya que la rigidez de la punta favorece su avance hacia el muñón de la CTO y la punción del mismo. No se recomienda emplear esta guía en oclusiones en las que el trayecto del vaso no se encuentre bien definido, ya que su elevado poder de penetración incrementa el riesgo de salir por fuera de la estructura del vaso y producir una disección y/o perforación coronaria.

Finalmente, las guías Progress 200 (Abbott Vascular) y HORNET 14 (Boston Scientific), todas ellas con punta afilada (*tapered*) de diámetros muy reducidos (0,009" y 0,008", respectivamente) y elevada rigidez, con recubrimiento hidrofílico, son también opciones adecuadas para el avance por muñones proximales resistentes.

#### Avance de la guía hasta el nivel de la CTO y modelado de la punta

Tras canalizar la arteria coronaria, se debe avanzar inicialmente una guía de trabajo convencional de punta blanda. Una vez alcancemos el nivel de la oclusión, se realizará el intercambio de la guía de trabajo por una guía dedicada de CTO, mediante un sistema coaxial, preferiblemente un microcatéter. Esta maniobra protege los segmentos coronarios proximales de lesiones inducidas por las guías de CTO, especialmente cuando avancemos guías de punta rígida. Asimismo, la configuración de la punta para atravesar la CTO debe ser más corta y cerrada a la empleada en el resto de lesiones coronarias, con una longitud aproximada de 1 mm y un radio de 30-45°, lo que aumenta su poder lesivo (ver Figura 27.13A). Para preformar adecuadamente la guía deberemos crear la curvatura insertando la guía en el introductor, en lugar de darle forma con el lateral del introductor como se aprecia en la Figura 27.13B.



**Figura 27.13.** A: Curvatura óptima de la guía para alcanzar o cruzar la CTO; B: La configuración de la punta debe realizarse introduciendo la guía a través del introductor de guía y no con el lateral de este. Imagen adaptada de E. Brilakis (ed.), *Manual of Coronary Chronic Total Occlusion Interventions*.

La adecuada configuración de la punta de la guía mejora su capacidad de penetración, facilita su entrada en microcanales y reduce el riesgo de salir por fuera de la estructura del vaso o acceder a ramas laterales en CTO localizadas en bifurcaciones.

### Sistemas coaxiales: microcatéteres y balones coaxiales

La escalada anterógrada de guía debe realizarse siempre con apoyo de un microcatéter. El empleo de balones coaxiales constituye generalmente una opción de segunda elección, ya que posibilitan un manejo más satisfactorio y preciso de la guía. Los microcatéteres permiten alcanzar la CTO con la punta de la guía adecuadamente preformada, sin lesionar los segmentos proximales del vaso. Asimismo, mejoran el soporte y torque de la guía y pueden aumentar de forma dinámica la capacidad de penetración de la misma, según la distancia existente entre la punta de la guía y del microcatéter. Por último, su utilización facilita el intercambio de guías sin perder la posición alcanzada dentro del vaso. Algunos de los microcatéteres más frecuentemente empleados en IPC sobre CTO incluyen los siguientes: Corsair,

Corsair Pro y Caravel (Asahi Intecc), Finecross (Terumo), Turnpike, Turnpike LP, Turnpike Spiral y Turnpike Gold (Vascular Solutions), Micro 14 (Roxwood Medical) y Mamba y Mamba Flex (Boston Scientific). Para profundizar más remitimos a las páginas correspondientes (materiales de CTO).

## 3.3. Estrategia de escalada anterógrada de guía

### Selección de guía para cruzar la CTO

En la estrategia de EAG se recomienda utilizar en primer lugar una guía polimérica, de punta suave y baja rigidez, como las guías Fielder XT o Sion®, ya que son idóneas para CTO que presenten un muñón proximal afilado, así como para rastrear la existencia de posibles microcanales que puedan no ser evidentes en la coronariografía. La morfología afilada de la punta de las guías Fielder XT o Fighter favorece su entrada en el interior de los microcanales (Figura 27.14), mientras que el recubrimiento polimérico reduce la fricción y mejora la navegabilidad en su interior. Por otra parte, el bajo peso en la punta reduce el riesgo de salirse por fuera de la estructura del microcanal.



**Figura 27.14.** Las guías poliméricas suaves de punta afilada, con diámetro de punta inferior (0,010") al de las guías convencionales de angioplastia (0,014"), tienen el perfil idóneo para canalizar microcanales de muy pequeño calibre.

Si tras unos minutos no progresamos en el avance de la guía bien porque la punta se doble de forma repetida pese al rastreo en diferentes direcciones, bien por salida de la guía por fuera de la estructura del vaso, deberemos avanzar al siguiente escalón dentro de la EAG. Este va a venir determinado en gran medida por la morfología y longitud de la CTO, así como por la dureza del muñón proximal, que habremos podido evaluar en el paso previo.

Cuando el curso de la CTO no esté bien definido, se recomienda escalar a guías poliméricas con rigidez de punta intermedia, como la PILOT 200. Esta guía presenta un buen perfil de navegabilidad que favorece la canalización de microcanales, permitiendo en ocasiones el avance a luz verdadera distal desde la luz verdadera proximal o estrategia *true-to-true-lumen*. En el resto de casos, la guía PILOT 200 puede resultar útil para la formación de un bucle con el que realizar una estrategia de disección y reentrada tanto de forma anterógrada como retrógrada. Por el contrario, si el trayecto de la CTO está bien definido, se recomienda la utilización de guías con rigidez en la punta intermedia o alta, dependiendo de la dureza del muñón proximal. La selección de guías se realizará dentro de una estrategia de escalada de guías o *step-up*,

recurriendo progresivamente a guías de mayor rigidez si no logramos cruzar la oclusión de forma escalonada o directa.

Las guías de la familia Gaia (Asahi Intecc) constituyen una buena opción cuando el muñón proximal presenta una rigidez intermedia. La guía Gaia Second es la más utilizada en este escenario, si bien puede realizarse escalado de guías desde la Gaia First hasta la Gaia Third, de acuerdo con la resistencia ofrecida por el muñón proximal. También resultan idóneas para cruzar este tipo de lesiones las guías MIRACLEbros 3, 4,5 y 6 (Asahi Intecc).

En CTO con muñón proximal de mayor dureza, debe optarse por guías con un mayor peso en la punta, como son la Confianza Pro 12 (Asahi Intecc), la PROGRESS 200 (Abbott Vascular) o la HORNET 14 (Boston Scientific). Estas guías también pueden ser útiles si existe una marcada calcificación del muñón proximal de la CTO, especialmente si su morfología es roma, caso en el que será puncionado, con reentrada subsiguiente de la guía en el interior del vaso.

Para simplificar la selección de guías de acuerdo con las características de la lesión puede resultar de utilidad el algoritmo de manejo de la Figura 27.15:

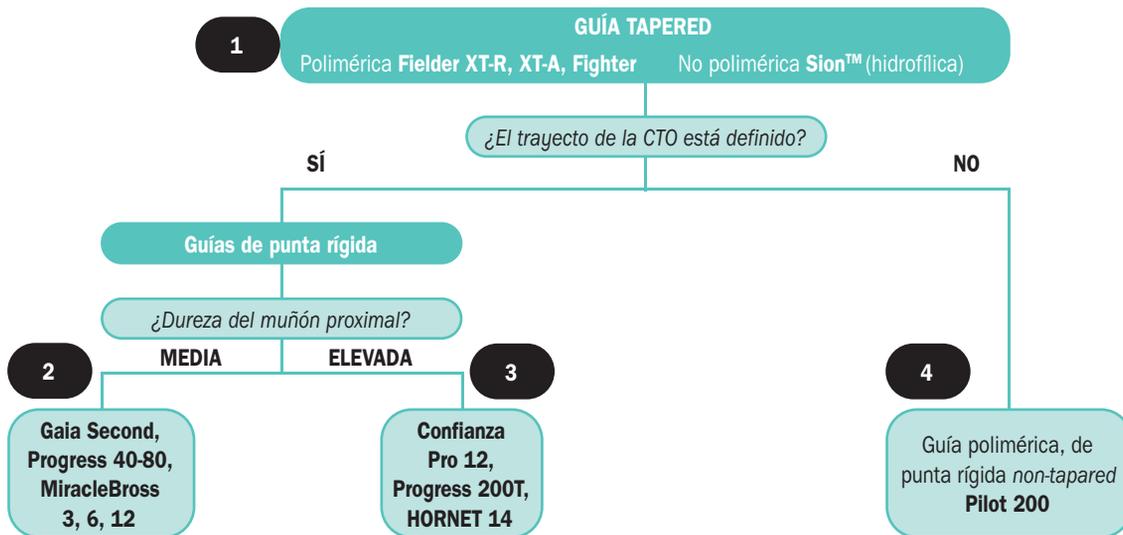


Figura 27.15. Algoritmo propuesto para la selección de guías según las características de la CTO.

Cuando utilizemos guías con elevado poder de penetración, bien de forma directa o dentro de una estrategia de escalada de guías *step-up*, puede ser útil realizar una desescalada o *step-down* a una guía menos rígida tras la punción del muñón proximal de la CTO, como la MIRACLEbros 3 (Asahi Intecc) o la PILOT 200. De esta forma se reduce el riesgo de perforación coronaria y mejoramos el rastreo del vaso distal.

Al alcanzar el extremo distal de la CTO, con frecuencia es necesario volver a realizar un nuevo intercambio por una

guía más rígida para puncionar el muñón distal y alcanzar la luz verdadera distal. En este punto destaca la importancia de tener un control exquisito sobre la punta de la guía, y así puncionar en la posición en que se encuentra la luz verdadera, una vez evaluadas diferentes proyecciones angiográficas.

El adecuado equilibrio entre la escalada de rigidez de las guías y un posterior descenso a guías menos lesivas, o estrategia de *step-up/step-down*, debe realizarse en función

de la respuesta del tejido y la progresión del procedimiento. El conocimiento del comportamiento de las diferentes guías, así como la experiencia adquirida en procedimientos sucesivos y el empleo de aquellas guías con las que tengamos más experiencia pueden resultarnos útiles en este sentido.

### Técnica para avanzar la guía a través de la CTO y alcanzar luz verdadera distal

Con frecuencia se utiliza más de una de estas técnicas, de forma combinada.

- **Deslizamiento o sliding.** Consiste en la realización de movimientos anterógrados cortos de la guía en combinación con la rotación ligera de su punta. El objetivo es canalizar microcanales existentes en el interior de la oclusión; generalmente se utiliza como primer paso, siendo especialmente útil en CTO de duración inferior a seis meses o en aquellas en las que se sospeche la existencia de luz residual. Para ello deben utilizarse guías con punta *tapered* y recubrimiento polimérico, que reduce la fricción al avance de la guía. Este tipo de guías ofrecen escasa retroalimentación táctil y dirigibilidad, por lo que es muy importante mantener el control visual del trayecto seguido por la guía en todo momento para evitar salirse de la estructura del vaso al espacio subintimal. Asimismo, van a ser útiles dentro de la estrategia de desescalada de guía o *step-down*, una vez que se haya efectuado el cruce del muñón proximal de la CTO con guías de elevado peso en la punta.
- **Barrenado controlado o drilling.** Si no se obtienen resultados con la técnica anterior, pasaremos a la estrategia de *drilling*, que consiste en movimientos de empuje y rotación controlada de la guía en sentidos horario y antihorario de forma alternativa, controlando la posición de la punta de la guía. Esta técnica es idónea para el abordaje de oclusiones en las que esté bien definido el punto

de entrada. Al llevarla a cabo, es fundamental asegurar que la curvatura de la punta de la guía sea pequeña para evitar la creación de un espacio subintimal de gran tamaño. Suelen emplearse guías con un peso medio de la punta, entre 3 y 6 gr, como las guías MIRACLEbros 3 y 6 o las guías Progress 40 y 80. También resulta útil en este contexto la guía recta Miracle 12, con una punta de mayor calibre (0,0125") recubierta de spring coils y un revestimiento hidrofóbico, que ofrece mayor soporte lateral. En caso de no lograr cruzar la oclusión, escalaremos a guías con mayor peso en la punta, como la Confianza Pro 12, la Progress 200T o la HORNET 14.

- **Avance dirigido o penetration.** Consiste en el avance anterógrado de una guía controlando su dirección, sin realizar movimientos de rotación, para lograr penetrar el cap proximal de la CTO a modo de aguja. Esta técnica es especialmente útil en CTO en las que no existe un punto de entrada discernible, en las que se encuentran a nivel de una bifurcación o en aquellas marcadamente calcificadas, especialmente si la oclusión es corta y el trayecto del vaso ocluido está bien definido. Se utilizan guías con punta rígida y de bajo calibre, como las pertenecientes a las familias Progress (140-200T) y Gaia, o las guías Cross-it y Confianza, con diámetros de punta reducidos, entre 0,009" y 0,012". Estas guías van a presentar elevado poder de penetración, resultado tanto del elevado peso en la punta como del menor calibre de la misma. Asimismo, presentan un recubrimiento hidrofílico para reducir la fricción y mejorar la capacidad de penetración. Si no se logra el avance de la guía o esta accede al espacio subintimal, sin salir por fuera de la estructura del vaso, procederemos a reconvertir el procedimiento a una estrategia de disección y reentrada anterógrada de guía.

La indicación más favorable para la utilización de cada una de estas técnicas, así como las guías utilizadas en cada caso aparecen resumidas en la Tabla 27.8.

**Tabla 27.8.** Técnicas de avance de guía según a las características de la CTO y guías recomendadas en cada situación.

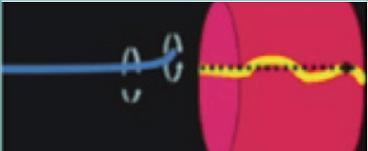
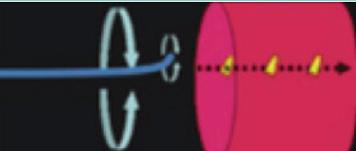
Concepto	Deslizamiento o Sliding	Barrenado o Drilling	Avance controlado o Perforation
Aplicación	Microcanales Oclusiones subtotales Reestenosis intrastent	Manipulación convencional	Muñón de entrada como Calcificación significativa Lesiones resistentes
Guía empleada	Fielder XT, Fighter, Sion	Familia de guías Miracle	Conquest Pro, Gaia
Manipulación	Rotaciones mínimas para mantener la punta libre	Rotación de 90°-180°	Rotación de 45°-90°
			

Imagen adaptada de Y. Jang (ed.), *Percutaneous Coronary Interventions for Chronic Total Occlusion*.

### 3.4. Resultado final: abordaje intimal versus subintimal

Una vez que se logre cruzar la CTO con la guía, deberemos determinar su posición respecto a la arquitectura del vaso antes de dilatar con balones e implantar un stent. La guía podrá encontrarse en luz verdadera en el vaso distal, a nivel subintimal o fuera de la estructura del vaso. Para determinar la posición de la guía la opción más fiable es realizar inyecciones contralaterales en los casos en los que exista circulación colateral heterocoronaria. En el resto de casos, debemos valorar la respuesta que presenta la punta de la guía a los movimientos de rotación, de forma que la ausencia de respuesta orienta a su localización subintimal. No obstante, debemos recordar que las guías con elevado peso en la punta pueden crear un espacio subintimal amplio que dé una falsa sensación de haber alcanzado la luz verdadera distal.

Otra alternativa consiste en realizar intercambio de la guía dedicada de CTO por una guía de trabajo convencional con la ayuda de un microcatéter. El avance sencillo de una guía de trabajo por el vaso distal y especialmente la canalización de ramas laterales nos indican que nos encontramos en luz verdadera distal.

Finalmente, si seguimos teniendo dudas acerca de la localización de la guía tras llevar a cabo estas maniobras, podemos realizar una inyección de contraste anterógrada mediante un sistema coaxial, pero este recurso debe reservarse para casos muy seleccionados y practicarse con sumo cuidado, ya que la inyección de contraste en espacio subintimal puede incrementar el tamaño del hematoma y colapsar la luz verdadera distal, dificultando en gran medida la posibilidad de reentrada exitosa.

En los casos en los que la guía alcance el espacio subintimal distal a la CTO, deberemos intentar la reentrada en luz verdadera. Para ello podemos avanzar un microcatéter al interior del espacio subintimal siguiendo la guía y posicionar su punta en proximidad a un segmento de vaso distal que se visualice de forma precisa. A este nivel se intentará la penetración y subsiguiente reentrada en luz verdadera.

Alternativamente, podemos escalar a una estrategia de disección y reentrada anterógradas. Esta técnica incluye el avance por el espacio subintimal de una guía acodada o un catéter de disección de punta como el CrossBoss (Boston Scientific) hasta el segmento distal del vaso. A continuación, se intenta reentrar con la guía en luz verdadera a dicho nivel. Para ello existen dispositivos dedicados como el Stingray (Boston Scientific), que consiste en un balón de bajo perfil (2,5 mm) y forma plana que facilita la orientación de sus dos puertos laterales hacia la luz verdadera, a través de los cuales se avanzará una guía específica de 0,009" para la reentrada distal.

Por último, existen otras técnicas para lograr la reentrada en luz verdadera, como son la utilización de guías paralelas, la técnica de see-saw o el empleo de microcatéteres de doble luz, como son el Crusader (Kaneka Corp.) o el Venture™ (Vascular Solutions) para redirigir la guía, que serán explicadas con mayor detalle en las páginas correspondientes.

## 4. Técnica anterógrada con disección y reentrada

### 4.1. Introducción

La técnica anterógrada de escalamiento de guías tiene éxito en un porcentaje elevado de casos con scores de dificultad bajo. A medida que cualquiera de los scores de dificultad de la oclusión crónica coronaria se va elevando se necesitan otras técnicas de abordaje anterógrado, como son la disección y reentrada.

Estas técnicas permiten conectar la luz verdadera proximal con la luz verdadera distal, restaurando el flujo anterógrado normal de la arteria coronaria. A continuación, se describen distintos tipos de técnicas que permiten la reentrada distal. Es importante diferenciarlas apropiadamente para poder usar en cada caso la técnica más útil con su correspondiente guía. En unas ocasiones estas técnicas serán empleadas de primera intención y en otras, de rescate, siendo más eficaces cuando se utilizan de primera intención.

Cuando se aborda anterógradamente una coronaria ocluida, la disección es una situación que se produce de forma habitual (ver Figura 27.16). Si la guía se va a un espacio subintimal, significa que la dureza de la placa es muy superior a la dureza de la punta de la guía (coincide, en general, con zonas de calcificación), motivo por el que la guía se va al punto más blando, esto es, al espacio subintimal. En ocasiones, esto ocurre incluso de forma inadvertida (hasta en un 40 % de las ocasiones), pasando la guía espontáneamente de luz verdadera a espacio subintimal y posteriormente a luz verdadera, pudiendo verse única y exclusivamente cuando se realiza una técnica de imagen intracoronaria.

### 4.2. Técnicas

Siempre que se disecciona la placa ocluida necesitamos realizar una reentrada para poder completar con éxito el caso. Se describen primero las técnicas de disección y, a continuación, las técnicas de reentrada.

#### Técnicas de disección

Existen dos técnicas de disección provocada: una es la que utiliza la guía de angioplastia exclusivamente y otra,

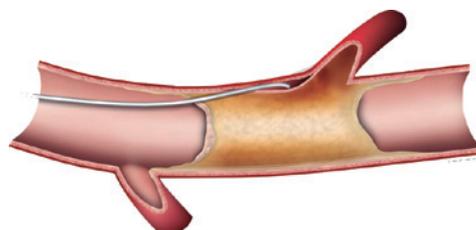


Figura 27.16. Guía con avance subintimal.

la que utiliza un dispositivo específico, diseñado para lo que se denomina *disección controlada*.

- **Disección mediante guía de angioplastia.** Para poder realizar con éxito una disección con una guía es preciso usar guías poliméricas de una cierta dureza y realizar un knuckle (nudillo) a la punta de la guía. Para hacer el knuckle utilizaremos la punta del introductor de la guía y daremos una curva muy cerrada de 1,5 mm aproximadamente (ver Figura 27.17).



Figura 27.17. Guía coronaria con Knuckle distal.

Las guías que se utilizan habitualmente son PILOT 200 recta (Abbott Vascular, Santa Clara, CA) o Gladius (Asahi Intec CC, Nagoya, Japón). Puede usarse también Fielder XTA (Asahi Intec CC, Nagoya, Japón).

Cuando existen placas muy duras e incluso impenetrables, se puede realizar de entrada esta técnica para poder introducirnos en el segmento coronario ocluido y acortar la longitud de la oclusión. En alguna ocasión nos encontramos con placas de dureza extrema en las que la disección mediante knuckle de la guía se debe realizar con una guía más dura y no polimérica del tipo de la Confianza Pro de 9 o 12 gramos (Asahi Intec CC, Nagoya, Japón).

- **Disección controlada mediante CrossBoss (Boston Scientific, Nattick, Massachusetts).** El microcatéter CrossBoss (CB) es un microcatéter con una punta redondeada atraumática de 1 mm (3 Fr) de diámetro (ver Figura 27.18) y un cuerpo metálico helicoidal multifilar de

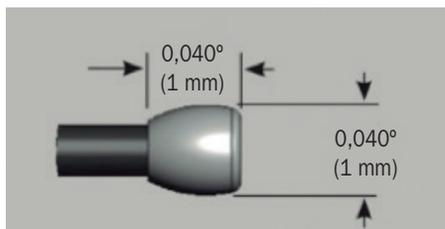


Figura 27.18. Punta de dispositivo CrossBoss (Boston Scientific).

cierta rigidez con recubrimiento hidrofílico para facilitar la disección. Se utiliza con guía de 0,014" y es compatible con catéter guía de 6 Fr (2 mm de calibre interno) (ver Figura 27.19).

Al microcatéter le acompaña un dispositivo de torque denominado *FAST-SPIN* que permite una rotación del microcatéter. Se recomienda aplicar un giro muy rápido (con las dos manos) en sentido horario según las agujas del reloj a la vez que se empuja hacia la llave

valvulada hemostática para incrementar el empuje del mismo en la oclusión. Este torque FAST-SPIN se coloca a una distancia determinada de la llave valvulada, que se corresponde con la distancia que avanzará el CrossBoss como máximo dentro de la oclusión [75]. Hay que tener en cuenta que el microcatéter avanzará muy rápido en el momento que venza la resistencia que tenga la placa de la oclusión, con lo que la llave valvulada impedirá que avance más allá de la zona de interés.

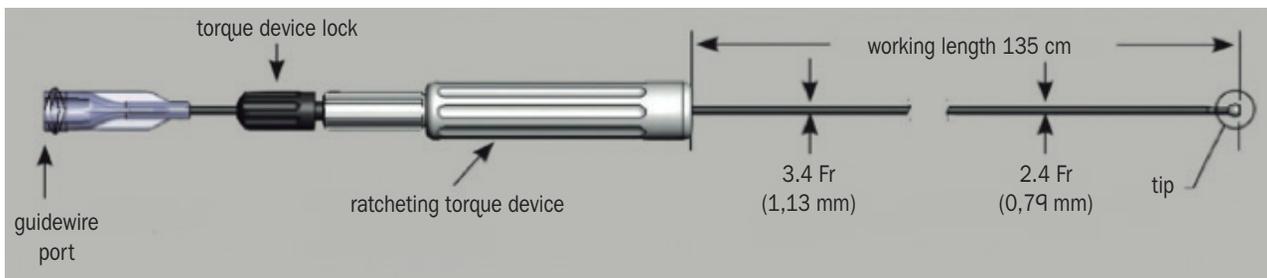


Figura 27.19. Dispositivo Cross Boss (Boston Scientific).

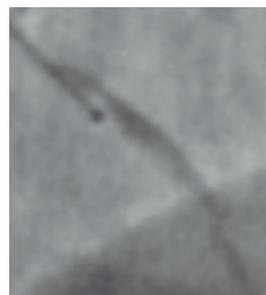
Forma de usarlo:

1. Se precisa un soporte pasivo importante, recomendable 8 Fr y curvas Amplatz Left para la coronaria derecha o Extra Back-up para la coronaria izquierda. En algunos casos con tortuosidad del eje ilio-femoral o elongación aórtica será preciso usar introductores largos de 40 o 60 cm aproximadamente.
2. Si la oclusión está en un segmento medio distal, se recomienda avanzar una guía Floppy sobre un microcatéter de una luz y 130 cm aproximadamente. Posteriormente, se retira el microcatéter con la ayuda de un trapping balón y se avanza el CB sobre la guía Floppy workhorse hasta la zona de la cápsula fibrosa proximal.
3. Una vez colocado en posición, se retira la guía hacia el interior del CB y se avanza libre de guía con una rotación de giro horario muy rápido sobre el torque FAST-SPIN.
4. En aproximadamente el 30 % de los casos el CB pasará directamente a luz verdadera distal. Es más frecuente que ocurra en segmentos rectos.

Aspectos fundamentales a tener en cuenta:

1. Las angulaciones importantes como las que suele tener la circunfleja (Cx) son muy desfavorables para este dispositivo. La rigidez en la parte distal del dispositivo genera dificultades en la negociación de la curva produciéndose el prolapso del mismo hacia la arteria descendente anterior (DA).
2. Las lesiones muy ostiales son también muy desfavorables si además son anguladas.
3. La calcificación severa no permite el avance libre del dispositivo, por lo que en muchas ocasiones se debe predilatar con un balón de 1-1,25 mm a 3 atm para poder avanzar el mismo por dicha zona.
4. En las zonas de curva tiende a avanzar por la zona tangencial de la curva, por lo que en ocasiones puede ser necesario avanzarlo con la guía por delante del tip del CB con una curva pronunciada en la guía o incluso con un knuckle. De esta manera se mantiene dentro de la arquitectura del vaso.
5. Debe tenerse cuidado con la existencia de ramas laterales de menos de 1,5 mm. El paso inadvertido distal y no controlado a una de estas ramas puede provocar una rotura de la misma con la consecuente perforación coronaria.
6. El uso de dispositivos del tipo TrapLiner (Teleflex Inc., Wayne, PA) permite incrementar el soporte para el paso del CB, facilita la realización de intercambios rápidos del CB al tener un balón para trapping y reduce la posibilidad de que se produzca un hematoma anterógrado en la zona disecada al disminuir el efecto hidráulico de la presión aórtica.
7. Para todas las técnicas que son objeto de este capítulo es obligatorio realizar inyecciones manuales anterógradas mediante sistema Manifold con objeto de minimizar la posibilidad de realizar hematomas por efecto hidráulico.

El objetivo del CB es hacer una disección controlada del espacio subintimal (ver Figura 27.20). Esto significa disección de un diámetro de 1 mm, sin hematoma de pared, para luego poder avanzar el balón denominado Stingray (Boston Scientific Corporation).



**Figura 27.20.** Disección controlada del espacio subintimal con dispositivo CrossBoss (Boston Scientific).

### Técnicas de reentrada

Para poder reentrar desde el espacio subintimal es necesario realizar alguna técnica especial porque de otra manera la guía no pasará espontáneamente a la luz verdadera distal. Dentro de las técnicas hay varias y se describirán algunas según su antigüedad. Son las siguientes:

- Guías paralelas.
- STAR (Subintimal Tracking And Reentry).
- Mini-STAR.
- Carlino o STAR mediado con contraste.
- LAST (Limited Antegrade Subintimal Tracking).
- Reentrada con microcatéteres de doble luz.
- Técnica *Slipstream*.
- ADR (Antegrade Dissection and Reentry o disección y reentrada anterógrada) con balón Stingray.
- **Guías paralelas.** Es una técnica antigua, ahora en desuso debido a la evolución de la tecnología de las guías actuales. Esta técnica permite salir del espacio subintimal con éxito cuando se usan guías de poco torque.

Es una técnica en la que se utiliza un microcatéter de luz única con una guía rígida de alto gramaje, en general guías como las de la familia Miracle y Confianza Pro (Asahi Intecc). Estas guías de alto gramaje, escasa flexibilidad y torque suelen salir por la tangente al espacio subintimal en segmentos curvados de la anatomía coronaria [76]. Existen al menos dos variantes, pero la técnica más comúnmente utilizada consiste en dejar la guía con el microcatéter de luz única en dicha posición y tratar de reconducir otra guía rígida a un lugar opuesto dentro de la arquitectura del vaso, con otra angulación distinta en la punta. El avance combinado y alternante (técnica see-saw, Figura 27.21) con ambos tipos de guías y cur-

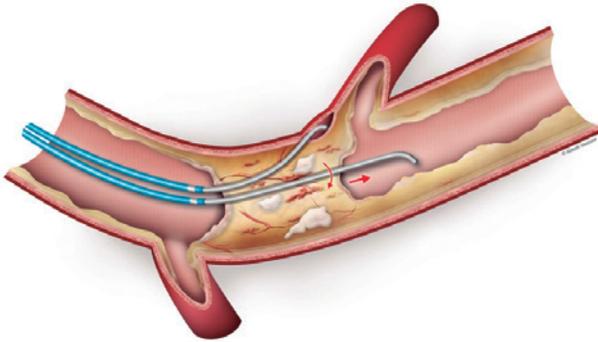


Figura 27.21. Técnica see-saw de guías paralelas.

vas en la punta facilita la reentrada en la luz verdadera distal con la visualización del lumen distal mediante la inyección retrógrada ipsi o contralateral.

- **STAR (Subintimal Tracking And Reentry).** En las ocasiones en las que la guía sale a espacio subintimal y no se puede reconducir la guía hacia el interior de la placa o luz verdadera distal se utiliza esta técnica para reentrar en la luz verdadera. Para ello se continúa por el espacio subintimal con la guía doblada en el tip. Esta técnica se suele realizar con una guía polimérica de cierta dureza como PILOT 200 (Abbott Vascular). No obstante, aunque la guía tenga cierta rigidez en la punta, no es capaz de reentrar y se dobla en el espacio subintimal. Si el vaso tiene un tamaño de unos 3 mm, en ocasiones puede pasar a la luz verdadera distal con el knuckle distal de la guía. Hoy en día es considerada una técnica de rescate cuando no hay posibilidad de reentrar ni de solucionar la oclusión de ninguna otra forma. Es una manera no controlada e impredecible de resolver la oclusión. Cuando las arterias tienen ramas laterales, esta técnica puede producir una pérdida importante de ramas al pasar por espacio subintimal y cerrarlas por los flaps de las disecciones.

Desde su publicación han salido nuevos dispositivos que permite hacer una reentrada controlada más adecuada. Cuando se va a realizar una STAR, hay que valorar la posibilidad de pérdida de ramas laterales y, por tanto, debería plantearse como última alternativa en casos en los que no puede resolverse de otra manera, vasos de un cierto tamaño y sin ramas o bifurcaciones, preferiblemente en la arteria coronaria derecha.

- **Mini-STAR.** Es una variante de la técnica STAR en la que se utiliza una guía distinta, habitualmente una Fielder XT o FC (Asahi Intecc), con dos curvas en el tip, una distal de 1-2 mm de longitud a unos 45° y otra más proximal de 3-5 mm de longitud a unos 20°. Galassi et al. analizaron los resultados de 42 casos de oclusión coronaria previamente fallidos, tratados con ADR (Mini-STAR). La tasa de éxito en la revascularización fue del 97,6 %, pero con un 9,5 % de perforaciones coronarias [79].

- **Carlino o STAR mediado con contraste.** Se trata de una ingeniosa idea, únicamente recomendable en caso de disponer de la suficiente experiencia en múltiples técnicas de intervencionismo para poder resolver exitosamente el caso. Una vez que la guía sale a espacio subintimal, se retira la guía y se deja en dicha posición el microcatéter. La técnica consiste en hacer una inyección con contraste en la zona disecada de tal manera que el contraste facilite la disección de planos, dibujando la arquitectura del vaso en la zona subintimal y reblandeciendo la placa. De este modo se puede cruzar fácilmente con una guía blanda a lecho verdadero distal. Realizar esta técnica tiene un riesgo asociado de perforación coronaria.

- **LAST (Limited Antegrade Subintimal Tracking).** Esta técnica es similar a la técnica Mini-STAR. La diferencia fundamental es que cuando la guía sale al espacio subintimal, se retira dicha guía y se intercambia por una guía más rígida tipo PILOT 200 (Abbott) o Confianza Pro (Asahi Intecc) con una curva de unos 45-60° para intentar reentrar a luz verdadera distal.

- **Reentrada con microcatéteres de doble luz.** La forma contemporánea de reentrar desde el espacio subintimal a la luz verdadera distal es mediante la utilización de microcatéteres de doble lumen (Figura 27.22). Si una guía sale al espacio subintimal, es muy importante no mover la guía, ya que el movimiento de la punta de la guía en el espacio subintimal puede favorecer la formación de un hematoma, limitando la reentrada distal.

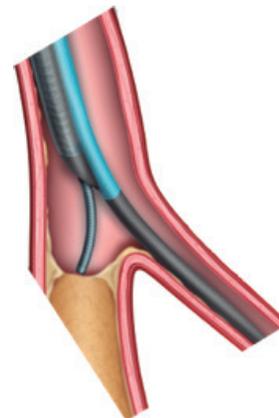
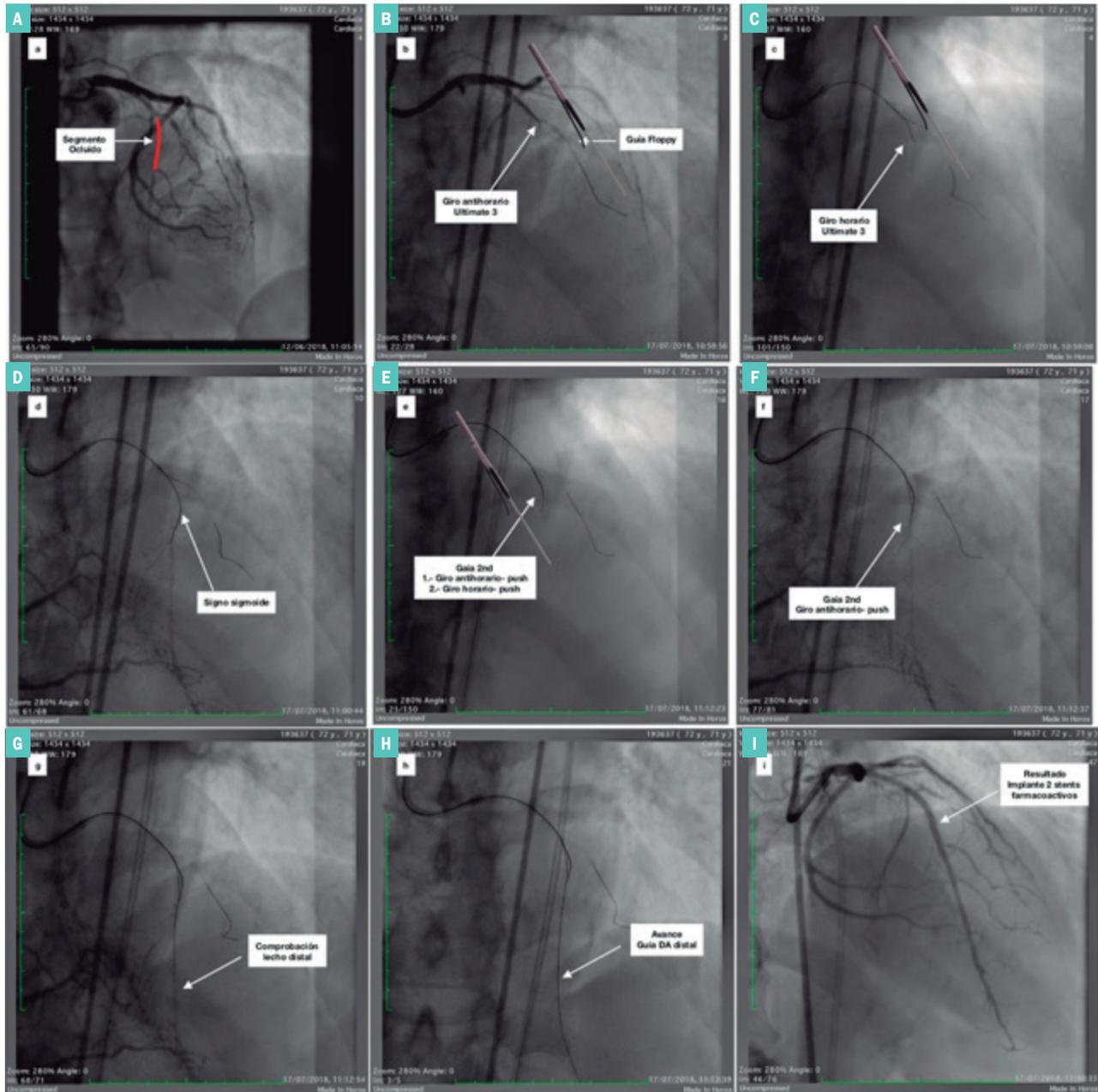


Figura 27.22. Reentrada con microcatéter de doble luz.

En el momento en que una guía de trabajo se avanza a un punto próximo a la oclusión se introduce la misma por el lumen monorraíl del microcatéter de doble luz. Se avanza el microcatéter hasta una zona más distal de la guía, y con una guía de gramaje superior, preferiblemente flexible y con torque 1:1, se intenta buscar las zonas más duras de la placa apreciando puntos de prolapso de la guía. Cuando se observan zonas de prolapso de la guía, hay que insistir con la guía en dichos lugares dado que representan las

zonas más duras de la placa, demostrando que son los puntos correctos de entrada de la oclusión. Con un control dirigido de la guía, teniendo en cuenta la arquitectura del vaso y la posición tridimensional de la guía dentro de la arteria, se va avanzando a lo largo de la oclusión. Cada vez que la guía, que va en el lumen coaxial, sale a espacio

subintimal y no se puede reconducir, se debe sacar el microcatéter de doble lumen con una técnica de *trapping*, introducir dicha guía de nuevo por el lumen de intercambio rápido y volver a introducir una guía de gramaje superior por el lumen coaxial tratando de buscar la luz verdadera distal (Figura 27.23).



**Figura 27.23.** A: Se aprecia segmento ocluido de descendente anterior (DA) después de la salida de una diagonal con lesión severa, sin muñón. La oclusión acaba en bifurcación con una diagonal (Dx); B: Se avanza una guía Floppy a Dx y sobre ella el microcatéter de doble luz (DLC); C: Con una guía Ultimate 3 y giro antihorario se busca el punto de entrada en la DA; D: La guía Ultimate 3 sale a espacio subintimal, demostrándose el signo sigmoide; E: Se retira el DLC, se deja la guía Floppy en Dx y se introduce sobre la Ultimate 3. Se avanza guía Gaia Second con avance antihorario seguido de avance horario; F: Ante la localización de la guía Gaia Second se avanza antihorario; G: Se comprueba la localización de lecho distal con inyección contralateral; H: Se avanza la guía Gaia Second distalmente; I: Resultado tras la implantación de dos stents farmacoactivos.

Esta técnica combina un control tridimensional de la guía en la arquitectura como describen Tanaka et al. <sup>[81]</sup>. Para ello se utilizan guías de control perfecto en la punta, como tienen las guías Gaia, y otras con algo menos de control en la punta, como las HORNET 10-14 (Boston Scientific), Ultimate 3 o MIRACLEbros 1.2 (Asahi Intecc).

El control tridimensional de la guía se realiza mediante giros concretos que se implementan a las guías para llegar al target. Los giros de entre 90-180° de rotación son los siguientes:

1. En el tronco común izquierdo (TCI).
  - a. Con el giro horario de la guía, esta se orienta hacia el ostium de la circunfleja.
  - b. Con el giro antihorario de la guía, esta se orienta hacia el ostium de la descendente anterior (DA).
2. En la descendente anterior (DA).
  - a. Con el giro horario de la guía, esta se orienta hacia la diagonal (Dx).
  - b. Con el giro antihorario de la guía, esta se orienta hacia la descendente anterior (DA).
  - c. Implementar un mayor giro antihorario a la guía hace que la misma se oriente hacia las ramas septales.
3. En la circunfleja (Cx).
  - a. Con el giro horario de la guía, esta se orienta hacia la circunfleja (Cx) propiamente dicha y ramas auriculares.
  - b. Con el giro antihorario de la guía, esta se orienta hacia las ramas obtusas marginales (OM).
4. En la coronaria derecha.
  - a. Con el giro horario de la guía, esta se orienta hacia la coronaria derecha (CD) propiamente dicha.
  - b. Con el giro antihorario de la guía, esta se orienta hacia la rama aguda marginal (RAM) o ramo ventricular (RV).
  - c. En la cruz, el giro horario orienta la guía hacia la arteria posterolateral (PL) mientras que el antihorario la orienta hacia la arteria descendente posterior (DP).

Otro aspecto importante para hacer esta técnica son las proyecciones de trabajo. Es muy importante tener bien estirada la arteria ocluida en una proyección ortogonal a nuestra visualización con la salida de las distintas ramas laterales. Por eso hay proyecciones claves para iniciar el punto de entrada en la oclusión, otras para navegar en el interior del segmento ocluido y algunas para salir a la luz verdadera distal.

1. OAI caudada (40-60° OAI con 10-20° caudo).
  - a. DA ostial ocluida y algunos casos de DA ocluida en segmento medio con diagonales muy proximales.
  - b. Cx ostial.

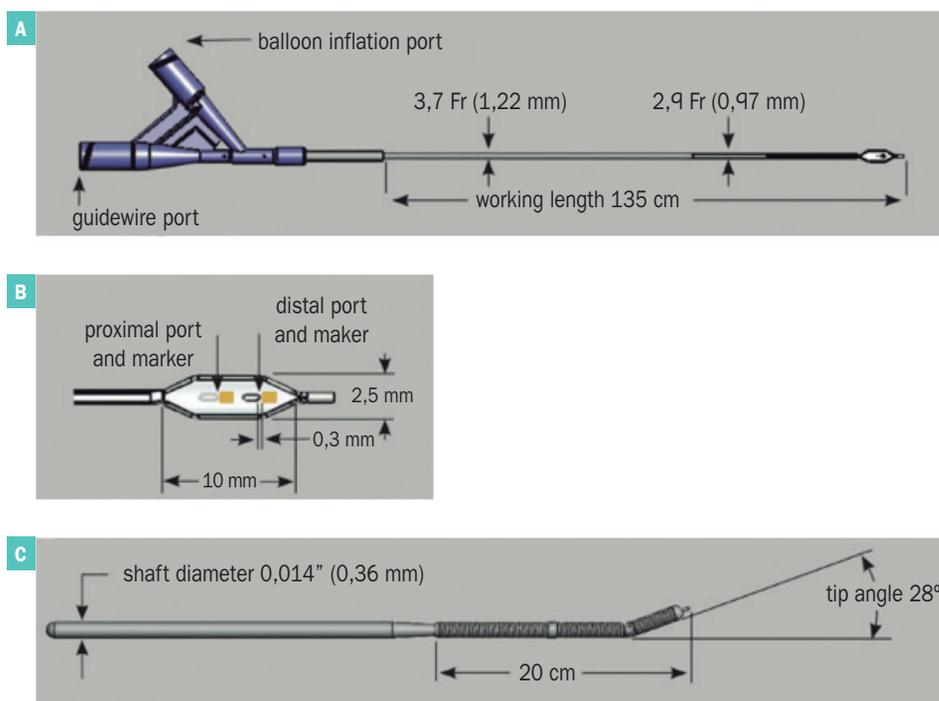
2. AP craneada (40° aproximadamente).
  - a. DA medial ocluida después de la salida de la diagonal y septal.
  - b. Bifurcación de la cruz de la CD en DP y PL.
3. OAI 90°.
  - a. CD segmento proximal a nivel distal, todo el segmento medial e inicio de distal.
4. AP caudada (40° aproximadamente).
  - a. Cx ostial y segmento medio.
  - b. Obtusas marginales en el origen o segmento proximal.

● **Técnica Slipstream.** Es una técnica que utiliza sobre una misma guía un catéter de IVUS mecánico y un microcatéter de doble luz <sup>[82]</sup>. El catéter de IVUS cuenta con una parte de intercambio rápido muy corta. En nuestro medio el más habitualmente disponible es el OptiCross (Boston Scientific) (técnica descrita con el catéter de IVUS Navifocus WR, Terumo Corp., Tokio, Japón). La ventaja que tiene es que sobre una misma guía que esté en el espacio subintimal o en una rama lateral se posicionan el IVUS y el microcatéter de tal manera que a muy corta distancia podemos intentar colocar otra guía más rígida con más capacidad de penetración y torque que pueda penetrar en el punto de entrada de la oclusión o reentrar en la placa, visualizándolo de forma intracoronaria con el catéter de IVUS.

● **ADR (Antegrade Dissection and Reentry o disección y reentrada anterógrada) con balón Stingray.** Es una técnica que se realiza con un dispositivo específico para conseguir una reentrada eficaz y segura <sup>[83]</sup>. Para ello se usa el balón denominado *Stingray LP* junto con su guía específica (Boston Scientific) (ver Figura 27.24). El dispositivo tiene un recubrimiento hidrofílico para poder navegar bien por el espacio subintimal, en el que se orientará y adaptará adecuadamente para colocarse en posición precisa para la reentrada con la guía. Este balón tiene una longitud de 10 mm y una anchura de 2,5 mm, es plano y tiene tres puertos de salida de la guía, conectados a un único lumen coaxial. Proximalmente a dos marcas radioopacas se encuentran dos de los puertos mencionados, que están orientados en una posición de 180° y distalmente, en el tip, tiene el tercer puerto.

## Descripción del procedimiento

El balón es compatible con un catéter guía de 6 Fr. Sin embargo, es conveniente usar un catéter guía de mayor French, preferiblemente 8 Fr, no solo por el incremento de soporte que confiere, sino porque hay que realizar intercambios con balón de trapping y esta técnica es más fácilmente realizada con un catéter guía de mayor French. No obstante, se recomienda el uso de una extensión de catéter guía que permite hacer el intercambio directamente mediante la técnica de *trapping* con el TrapLiner (Teleflex). Este extensor de catéter guía tiene tres funciones: incrementar el soporte, realizar funciones de trapping de la guía para intercambio de



**Figura 27.24.** Técnica de ADR con Dispositivo Stingray (A), ampliación de balón (B) y guía específica (C).

dispositivos coaxiales e impedir y atenuar la posibilidad de generación de hematomas por daño hidráulico de la presión de la aorta en las zonas disecadas.

Hasta hace unos años, la técnica de disección y reentrada se hacía de forma controlada con CrossBoss y Stingray directamente. Utilizando el algoritmo híbrido los casos de oclusión con muñón ambiguo, longitud > 20 mm e imposibilidad de acceso retrógrado son susceptibles de tratamiento mediante esta técnica (ver Figura 27.25A). En la actualidad, se realiza de una manera diferente, ya que en muchas ocasiones no es necesario usar un CrossBoss y se puede emplear un microcatéter de tipo Corsair (Asahi) o Turnpike (Teleflex) de 135 cm, de tal manera que se avanza una guía con un microcatéter de este tipo hasta un punto determinado donde ya no se puede avanzar más y una vez se llega a dicho lugar, en posición subintimal, se intercambia la guía por una guía Miracle 12 (Asahi Intecc) de 180 cm mediante el *trapping* y se procede a introducir el balón Stingray LP (Boston Scientific). El intercambio con la guía Miracle 12 es muy recomendable, ya que es una guía rígida sin recubrimiento hidrofílico que tiene un alto soporte en la parte más distal y evita el desplazamiento de la misma en el espacio subintimal para realizar los intercambios con seguridad.

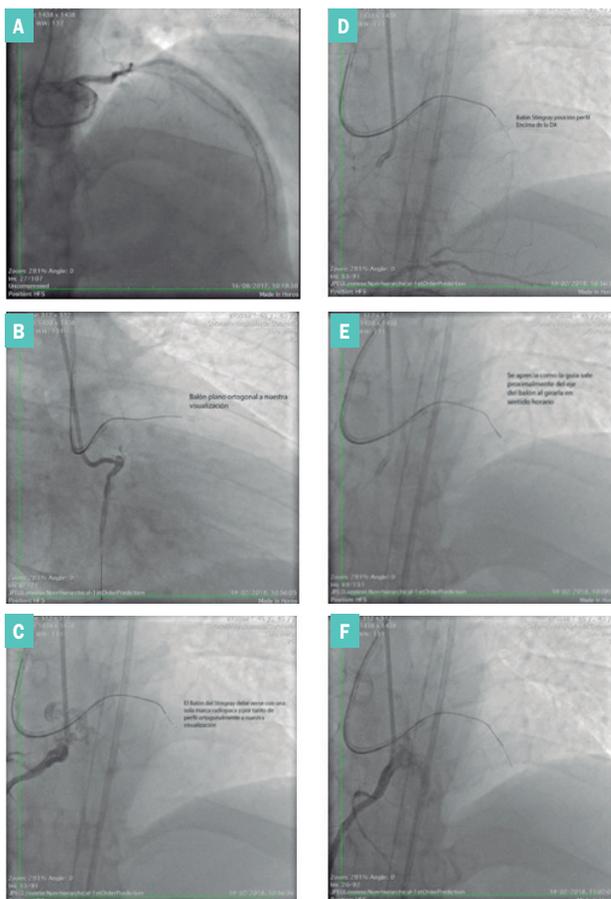
El lumen interno de inflado del balón Stingray LP es muy pequeño y para conseguir una correcta contrastación del mismo se debe sacar muy bien el aire. Con objeto de realizar un adecuado purgado utilizaremos jeringas luer-lock (una

de 3 cc y otra de 20 cc) y una llave de tres vías de alta presión. En primer lugar, se extrae el aire del lumen interno mediante seis aspiraciones de aire con una jeringa de 20 cc manteniendo una presión negativa con la llave de tres vías y alta presión. Seguidamente se rellena el vacío del lumen con contraste puro en una jeringa de 3 cc. El lumen interno de inflado es tan pequeño que esta maniobra debe ser realizada con eficacia, dado que la presencia de aire puede evitar la visualización de la contrastación del balón. Posteriormente se avanza el balón Stingray LP sobre la guía Miracle 12 (con la ayuda del trapping balón) hasta el lugar más distal. Se procede al inflado del balón con contraste puro hasta un máximo de 4 atm. De esta manera el balón se rellena de contraste y esto permitirá ver su posición en relación con la luz verdadera del vaso para poder reentrar adecuadamente. La contrastación del balón permite saber si estamos viendo el balón por su superficie plana (veríamos dos marcas longitudinales paralelas) (ver Figura 27.25B) o de perfil (veríamos una única línea de contraste) (Figura 27.25C).

Para poder realizar la reentrada adecuadamente debe buscarse la mejor proyección (no existe una concreta) en la que el balón se visualiza de perfil, con una única marca longitudinal (Figura 27.25C). Cuando se ve el balón de esta manera, se realiza una inyección de contraste para visualizar retrógradamente el lumen verdadero distal, apreciándose por encima o por debajo de la marca del balón (Figura 27.25D). Se procede a sacar la guía por el puerto distal o proximal para entrar en la luz verdadera distal (Figura

ra 27.25E). La guía que se puede utilizar es una guía específica del dispositivo Stingray (Figura 27.25C), equivalente en gramaje a una guía Miracle 12, preformada y con un tip afilado. En ocasiones hay que utilizar una guía HORNET 14 (Boston Scientific) o una Gaia Third (Asahi Intecc), ya que tienen más torque, o una Astato XS 20 gramos (Asahi Intecc) si se precisa más dureza de punta de la guía. La técnica más habitual para avanzar la guía es denominada *stick and swap*, o lo que es lo mismo, pinchar del espacio subintimal a luz verdadera e intercambiar por otra guía como la PILOT 200 (Abbott Vascular), ya que suelen ser casos con gran calcificación y rozamiento y esta guía se desliza muy bien (Figura 27.25F).

Una vez canalizado el lecho distal con la guía, se extrae el balón Stingray sobre la guía con la técnica de *trapping* y se procede a intercambiar la guía por una guía de trabajo con la que acabar el caso (Figuras 27.25G y 27.25H).



**Figura 27.25.** Ejemplo de oclusión tratada con técnica de disección y reentrada utilizando dispositivo Stingray (Boston Scientific).

### 4.3. Estudios que avalan la técnica

Existen algunos estudios que aportan información sobre el resultado angiográfico y clínico de los pacientes tratados mediante disección y reentrada anterógrada de una oclusión coronaria crónica total.

En un subanálisis del registro RECHARGE, se identificaron 292 casos tratados con técnica de disección y reentrada anterógrada, siendo la mayoría estrategias de rescate (*bail-out*) sobre lesiones complejas con un J-Score de 2,7. En cualquier caso, la elevada tasa de éxito (78 %) y el escaso número de complicaciones confirmaron el beneficio de esta técnica en el tratamiento de las oclusiones [84].

El registro multicéntrico japonés J-PROCTOR 2 identificó 242 casos de oclusión crónica con disección y reentrada anterógrada confirmada mediante IVUS sobre un total de 1.411 casos. No se observaron diferencias en el TVR (2,8 % vs. 3,6 %;  $p = 0,99$ ) al año en este subgrupo de pacientes [85].

En un estudio multicéntrico en el que se valoró la eficacia y seguridad del ADR para el tratamiento de la OCT, se analizaron 458 casos de un total de 1.313 casos de OCT en 11 centros de Estados Unidos. Las OCT realizadas con técnica de disección y reentrada anterógrada fueron angiográficamente más complejas con un J-Score medio de 2,8. Los procedimientos realizados con esta técnica se asociaron de forma significativa con tiempos de escopia más prolongados y mayor administración de contraste. Tanto la técnica de disección y reentrada como la técnica anterógrada de escalamiento de guías presentaron tasas similares de éxito del procedimiento (91,8 % vs. 94,1 %;  $p = 0,23$ ) y de MACE (2,1 % vs. 0,6 %;  $p = 0,12$ ) [83].

Finalmente, en el EuroPCR de 2018 fueron presentados los resultados del estudio observacional y prospectivo CONSISTENT, en el que se comparan un total de 210 oclusiones tratadas con paso subintimal anterógrado o retrógrado de guía vs. paso intimal anterógrado o retrógrado. El paso subintimal de la guía se confirmó mediante IVUS y la tasa de seguimiento angiográfico al año fue del 89,1 %. El TVR a los 12 meses en la rama de los pacientes tratados con paso subintimal fue significativamente superior (10,9 % vs. 3,7 %;  $p = 0,042$ ), si bien eran de lesiones con mayor grado de complejidad anatómica (J-Score 2,9 vs. 2,0) y fueron tratadas con mayor longitud de stent (96,6 vs. 75,4 mm). No disponemos de datos específicamente para el grupo de los 38 casos tratados exclusivamente con técnica anterógrada de disección y reentrada [86].

### 4.4. Resumen

En muchas ocasiones, cuando estamos abordando el tratamiento de una oclusión crónica total hay que realizar técnicas de disección y reentrada. Se ha llevado a cabo un repaso de las más habituales que podemos utilizar para finalizar un procedimiento con éxito. Globalmente, podemos afirmar que son técnicas contemporáneas seguras y eficaces, usadas principalmente en oclusiones coronarias con mayor grado de complejidad con respecto a la media, que no tienen muchas

posibilidades de acceso retrógrado y con elevada tasa de éxito. En la mayoría de los estudios publicados se utiliza en casos previamente fallidos, pero son técnicas que tienen una alta tasa de éxito cuando se utilizan de primera intención. Los MACE en los enfermos tratados con stents farmacoactivos de última generación tienen unos resultados comparables a los de un procedimiento coronario intervencionista complejo que no sea una oclusión crónica total.

## 5. Abordaje retrógrado. Cuándo y cómo

### 5.1. Introducción

El abordaje retrógrado de una oclusión crónica (CTO) incluye aquellas técnicas que utilizan una colateral (septal, epicárdica o un bypass) para pasar con una guía específica desde la arteria donante hasta el muñón distal de la CTO. El acceso por vía retrógrada ha supuesto un gran avance en el campo de la revascularización percutánea de las CTO y ha permitido dar el salto definitivo en la tasa de éxito, pasando del 70-80 % de la vía anterógrada a superar el 90-95 % en centros con experiencia [87-89]. Ideado por operadores japoneses como el doctor O. Katoh en 2005, ha ido evolucionando y perfeccionándose a lo largo del tiempo, incorporando diversas técnicas y nuevos dispositivos [90]. Actualmente se halla perfectamente estandarizado, habiéndose establecido el procedimiento paso a paso y disponiendo de soluciones técnicas para cada uno de los problemas que nos podemos encontrar. El acceso retrógrado consiste en pasar con una guía y un microcatéter específicos desde la arteria coronaria donante a través de una colateral (septal, epicárdica o un bypass) hasta llegar al campo distal de la arteria coronaria que presenta la CTO. Una vez en el muñón distal de la CTO, que suele ser más blando y favorable que el muñón proximal, intentaremos cruzar directamente la CTO y llegar a la buena luz proximal (cruce retrógrado simple). El cruce retrógrado simple es eficaz en el 30-40 % de los casos. En caso de no conseguirlo y de que el avance sea subintimal, la técnica más utilizada es el *CART Reverse* (*reverse controled antegrade and retrograde tracking*), que consiste en debilitar el muñón proximal por vía anterógrada mediante la dilatación con balón ya sea en posición subintimal o en buena luz para crear un espacio suficiente para llegar a él con la guía retrógrada y comunicar ambas luces [91-92]. El *CART Reverse* puede conseguir el éxito en el restante 60-70 % de los casos. Tanto en el cruce retrógrado simple como en el *CART Reverse* el procedimiento continúa con la entrada de la guía retrógrada en el catéter guía anterógrado, el avance del microcatéter retrógrado y la externalización de una guía larga para proceder por su extremo distal a la dilatación e implantación de stents en la CTO, ya por vía anterógrada. Existen variantes, como la técnica de *marker wire* y el *CART* (*controled antegrade and retrograde tracking*) original, que pueden ser útiles en algunos casos concretos y veremos posteriormente en este capítulo [93-96]. Las grandes virtudes del acceso retrógrado

son asegurar la buena luz distal y aumentar la tasa de éxito en la revascularización de las CTO.

En la actualidad el acceso retrógrado es una parte fundamental de cualquier programa específico de CTO. En España se inició el acceso retrógrado en 2007-2008 [97] por parte de algunos grupos y posteriormente se ha ido extendiendo a la mayor parte del país.

### 5.2. Indicaciones del acceso retrógrado

La mayor parte de las CTO se abordan como primera opción por vía anterógrada y es cuando esta vía es fallida (por imposibilidad de cruzar la CTO o por avance por vía subintimal) cuando se indica el acceso retrógrado. Si el operador tiene experiencia, se hará el acceso retrógrado en el mismo procedimiento, de rescate, y si no, en segundo tiempo de forma programada.

Existen casos en que el acceso retrógrado se puede plantear de primera elección:

- Muñón proximal ambiguo.
- Oclusión larga y trayecto mal definido.
- Oclusión en segmento muy tortuoso y severamente calcificado.
- Campo distal pobre, fino y ateromatoso, en el que es frecuente que la guía anterógrada avance de forma subintimal.
- Muñón distal afectando una gran bifurcación.

El acceso retrógrado forma parte de cualquier algoritmo terapéutico, como el algoritmo híbrido descrito por operadores americanos, el algoritmo japonés del Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club y el algoritmo europeo del EuroCTO Club [89].

### 5.3. Protocolo del intervencionismo coronario percutáneo por acceso retrógrado

El acceso retrógrado se haya perfectamente estandarizado, habiéndose establecido el procedimiento paso a paso. Es importante establecer un protocolo en cada centro y realizar los procedimientos siempre de la misma manera para conseguir la mayor tasa de éxito y el menor número de complicaciones posibles.

#### 1. Preparación del procedimiento:

- **Especialización de un operador.** Para iniciar un programa de CTO es fundamental la especialización de un operador por centro con el fin de adquirir la máxima experiencia posible e ir aprendiendo todas las técnicas [87-89]. Una vez dominado el acceso anterógrado, se debe empezar con el acceso retrógrado. Es muy útil la proctorización en el propio centro con opera-

dores de gran experiencia. Es recomendable lavarse dos operadores para controlar todo el material, los dos accesos y detectar las posibles complicaciones.

- **Los procedimientos se deben realizar de forma programada**, no sobre la marcha en el momento del diagnóstico. Dependiendo de la experiencia del operador, se podrán realizar de rescate en el mismo procedimiento anterógrado o en segundo tiempo de forma programada.
- **Revisión meticulosa de la coronariografía**, que debe ser de excelencia. Tiene que inyectarse la cantidad suficiente de contraste para opacificar correctamente el vaso, las colaterales y el campo distal de la arteria ocluida. Se ha de estudiar la oclusión en todas las proyecciones adecuadas. Se deben analizar las características del muñón proximal y distal, el recorrido de la CTO imaginando la arquitectura del vaso y todas las colaterales. Se tienen que preparar todos los posibles accesos retrógrados, septales y epicárdicos, y establecer una **hoja de ruta**. Antes del procedimiento hemos de saber qué vamos a hacer, qué técnicas y material vamos a utilizar, prever dónde podemos tener problemas y cuál será la siguiente estrategia. Debemos planificar el procedimiento paso a paso.
- **Premedicación**. Incluye la profilaxis de la nefropatía por contraste (hidratación endovenosa), doble antiagregación si el paciente no la tomaba previamente, sedación adecuada (benzodicepinas, opiáceos), pues el acceso retrógrado habitualmente produce molestias torácicas, y colector urinario o incluso sonda urinaria si se prevé procedimiento prolongado y dificultades para la micción.
- **La vía recomendada** para el acceso retrógrado es la vía femoral bilateral, con **catéteres 7 Fr** con el fin de obtener el mayor soporte posible y la luz suficiente para poder trabajar con varios dispositivos dentro del mismo catéter (para poder realizar técnicas de *trapping*, *anchoring*, IVUS, etc.). En la actualidad existen introductores radiales Slender (Terumo Corp., Tokio, Japón) que permiten acomodar un 7 Fr en la luz de un 6 Fr y sistemas sheathless sin introductor, como el Railway (Cordis, Cardinal Health Inc., Dublín, Ohio, EE. UU.). Ello permitiría conseguir la luz adecuada, pero el soporte suele ser mayor por vía femoral. Además, la radial en procedimientos prolongados puede producir espasmo, molestias, pérdida de la cateterización selectiva con los movimientos respiratorios... Algunos operadores japoneses utilizan vía femoral 8 Fr, pero con los microcatéteres e IVUS actuales se puede realizar cualquier técnica por 7 Fr. El catéter guía debe tener **curvas de alto soporte** (como EBU o XB para coronaria izquierda y AL1-AL0.75 para coronaria derecha) y ha de ser **corto** (85-90 cm) para permitir que el microcatéter retrógrado llegue al catéter guía anterógrado. Si la CTO se localiza en segmentos distales, es posible avanzar un extensor de catéter anterógrado, acercando el sistema a la CTO y haciendo el circuito más corto, lo que podría permitir no acortar el catéter retrógrado. En el mercado existe alguna cur-

va corta, pero no todas. Se pueden acortar manualmente, utilizando un manguito de introductor de un French menor. En ocasiones, si el ostium coronario tiene enfermedad, son necesarios agujeros laterales para permitir la perfusión de la arteria y disminuir el riesgo de disección, que también se pueden hacer de forma manual con una aguja. La inyección es, por tanto, bilateral. En caso de acceso retrógrado de entrada, se puede esperar a situar el catéter anterógrado hasta cruzar la colateral y llegar a la CTO con el objetivo de disminuir el riesgo de dañar o trombosar el vaso de la oclusión.

- **Anticoagulación completa**. Un tema muy importante es la anticoagulación, que tiene que ser completa, con heparina sódica a dosis de 100 UI/kg para mantener un tiempo de coagulación ACT (*activated clotting time*) mayor a 300 segundos. Se debe controlar repetidamente el ACT cada 30 minutos. Una de las complicaciones más temidas en los procedimientos retrógrados es la trombosis del sistema, que puede comprometer el flujo de la arteria donante y la vida del paciente, siendo difícil su tratamiento. Se han de purgar y lavar los sistemas con precaución.

Todos los pasos en el protocolo de ICP por vía retrógrada son importantes y suman en la tasa de éxito global.

## 2. Material necesario para el acceso retrógrado:

- **Guías de angioplastia**. Necesitamos una guía de angioplastia para pasar la colateral, otra guía específica para cruzar la CTO de forma retrógrada y finalmente una guía larga de externalización.
  - **Guía para pasar la colateral**. Para pasar la colateral se suele utilizar una guía hidrofílica de 0,014" y de altas prestaciones, como la guía Sion (Asahi Intecc), que tiene doble coil con un torque y una navegación excelentes y 0,7 gramos en la punta. Se suele hacer una doble curva en la punta: una «micro-J» en la punta para cruzar la colateral y una pequeña angulación previa para entrar en ella. En ocasiones, la «J» necesaria para entrar en la colateral es tan amplia que se requieren dos guías: una para entrar y otra con «micro-J» para cruzar. En caso de no cruzar la colateral, por tortuosidad o angulación severa, se suele probar una guía hidrofílica más fina, como la Fielder XTR (Asahi Intecc), con 0,6 gramos en la punta. En caso de no cruzar la colateral, el siguiente paso es la guía hidrofílica más blanda de todas las disponibles, la SUOH 03 (Asahi Intecc), con 0,3 gramos en la punta, que es capaz de cruzar colaterales muy tortuosas, con morfología en sacacorchos. La SUOH 03 puede ser primera elección en colaterales epicárdicas tortuosas.
  - **Guía específica para cruzar la CTO de forma retrógrada**. Una vez cruzada la colateral y llegado al muñón distal de la CTO, cambiaremos por una guía específica de CTO para intentar el cruce retrógrado simple. Generalmente como primera aproximación se utiliza una guía de rigidez intermedia

(Ultimate Bros 3 de Asahi Intecc, Progress 80 de Abbott Vascular...), similar a las que se utilizan por acceso anterógrado, con buena relación entre capacidad de cruce y seguridad. Pero en ocasiones las tortuosidades del circuito retrógrado les hacen perder sus características, empeorando su capacidad de torque y navegación. Las guías específicas que mejor se comportan en el acceso retrógrado son las Gaia Second y Third (Asahi Intecc) y las HORNET 10 y 14 (Boston Scientific Corp., Marlborough, MA, EE. UU.), manteniendo sus virtudes. En ocasiones, en el *CART Reverse*, una vez realizada la dilatación proximal, es útil realizar un *step-down* de guía y utilizar una guía blanda, afilada e hidrofílica, como la Fielder XTA (Asahi Intecc) o la Fighter (Boston Scientific Corp.), para comunicar ambas luces.

– **Guía larga de externalización.** Una vez cruzada la CTO y llegado a la buena luz proximal, se avanza el microcatéter hasta la buena luz proximal y se intenta la entrada de la guía retrógrada en el catéter guía anterógrado. En unas ocasiones se consigue con la guía específica de CTO, pero en otras es útil utilizar una guía blanda de altas prestaciones, como la Sion (Asahi Intecc), que habitualmente facilita este paso sin dañar el vaso proximal. Seguidamente se avanza el microcatéter retrógrado dentro del catéter anterógrado y se externaliza una guía larga de 330 cm, como la RG3 (Asahi Intecc). Sobre esta guía larga se predilata y se implanta finalmente el stent.

En la Tabla 27.9 se resumen las guías específicas de CTO por vía retrógrada más utilizadas en nuestro medio.

**Tabla 27.9.** Guías específicas de CTO por vía retrógrada más utilizadas en nuestro medio.

Función	Guía	Fabricante	Diámetro	Rigidez punta (g)	Tipo de cubierta	Tipo de recubrimiento
Paso colateral	Sion	Asahi Intecc	0,014"	0,7	Coils	Hidrofílico
	Fielder XTR	Asahi Intecc	0,014"/0,010"	0,6	Coils	Hidrofílico
	SUOH 03	Asahi Intecc	0,014"	0,3	Coils	Hidrofílico
Cruce retrógrado de la CTO - Rigidez intermedia - Step-up - Step-down	Ultimate Bros 3	Asahi Intecc	0,014"	3	Coils	Hidrofílico
	PROGRESS 80	Abbott Vascular	0,014"	9,7	Polimérica*	Hidrofílico
	Gaia Second	Asahi Intecc	0,014"/0,011"	3,5	Coils	Hidrofílico
	Gaia Third	Asahi Intecc	0,014"/0,012"	4,5	Coils	Hidrofílico
	HORNET 10	Boston Scientific	0,014"/0,008"	10	Coils	Hidrofílico
	HORNET 14	Boston Scientific	0,014"/0,008"	14	Coils	Hidrofílico
	Fielder XTA	Asahi Intecc	0,014"/0,010"	1	Polimérica	Hidrofílico
	Fighter	Boston Scientific	0,014"/0,009"	1,5	Polimérica	Hidrofílico
Externalización	RG3	Asahi Intecc	0,010"	3	Coils	Hidrofílico
Knuckle	PILOT 200	Abbott Vascular	0,014"	6	Polimérica	Hidrofílico
	Gladius EX	Asahi Intecc	0,014"	3	Polimérica	Hidrofílico

\* Cubierta polimérica, respetando la punta que tiene los coils expuestos.

● **Microcatéteres.** Disponemos de una gran variedad de microcatéteres y no todos son iguales. Tan importante es el perfil de la punta como el perfil del cuerpo del microcatéter, así como su capacidad de rotación para avanzar. Cuanto mejor perfil tenga la punta y mayor capacidad de rotación, más capacidad de cruce tendrá el microcatéter, pero si el perfil del cuerpo es demasiado grande, puede dificultar su paso a través de la arteria o de la colateral, e incluso comprometer la seguridad pudiendo dañarla. Asimismo, si el perfil del cuerpo es demasiado fino, puede ser más frágil y deteriorarse con las maniobras de avance, así como dificultar el cruce de la CTO. Los **microcatéteres más**

**finos** suelen tener únicamente un mallado en su construcción (Finecross, Terumo Corp., y Caravel, Asahi Intecc), mientras que los **más gruesos** suelen tener varias guías entrelazadas o dos coils en su construcción (Corsair Pro, Asahi Intecc, y Turnpike, Teleflex/Vascular Solutions, Minneapolis, MN, EE. UU.). Existen **microcatéteres intermedios** con un solo coil (Turnpike LP, Teleflex/Vascular Solutions; Mamba Flex, Boston Scientific Corp.; Teleport, OrbusNeich, Hong Kong, y Corsair Pro XS, Asahi Intecc) con características intermedias (mejor perfil con algo menos de capacidad de rotación). En la Tabla 27.10 podemos ver las características de los microcatéteres para acceso retrógrado

**Tabla 27.10.** Características de los microcatéteres para acceso retrógrado más utilizados en nuestro medio, ordenados por el diámetro del cuerpo distal.

Microcatéter	Fabricante	Diámetro externo			Longitud (cm)
		Punta	Cuerpo distal	Cuerpo proximal	
FINECROSS	Terumo Corp.	1,8 Fr/0,60 mm	1,8 Fr/0,60 mm	2,6 Fr/0,87 mm	130/150
CARAVEL	Asahi Intecc	1,4 Fr/0,48 mm	1,9 Fr/0,62 mm	2,6 Fr/0,85 mm	135/150
TELEPORT CONTROL	OrbusNeich	1,5 Fr/0,50 mm	2,1 Fr/0,70 mm	2,7 Fr/0,90 mm	135/150
CORSAIR PRO XS	Asahi Intecc	1,3 Fr/0,44 mm	2,1 Fr/0,71 mm	2,9 Fr/0,95 mm	135/150
MAMBA FLEX	Boston Scientific	1,4 Fr/0,46 mm	2,1 Fr/0,71 mm	2,9 Fr/0,97 mm	135/150
TURNPIKE LP	Teleflex/Vascular Solutions	1,6 Fr/0,53 mm	2,2 Fr/0,74 mm	2,9 Fr/0,97 mm	135/150
TURNPIKE	Teleflex/Vascular Solutions	1,6 Fr/0,53 mm	2,6 Fr/0,86 mm	3,1 Fr/1,02 mm	135/150
CORSAIR PRO	Asahi Intecc	1,3 Fr/0,42 mm	2,6 Fr/0,87 mm	2,8 Fr/0,93 mm	135/150

más utilizados en nuestro medio, ordenados por el diámetro del cuerpo distal.

Los microcatéteres más utilizados por vía anterógrada son los más finos (Finecross, Terumo Corp., y Caravel, Asahi Intecc) de 135 cm y por vía retrógrada, los más gruesos y con mayor capacidad de rotación (Corsair Pro, Asahi Intecc, y Turnpike, Teleflex/Vascular Solutions) de 150 cm. Pero existen situaciones que aconsejan microcatéteres intermedios.

Para elegir el microcatéter idóneo para el acceso retrógrado, tenemos que tener en cuenta dos cosas: las características de la colateral por la que hemos de acceder (tipo de colateral, tamaño y tortuosidad o angulación) y las características de la CTO (longitud, tortuosidad y grado de calcificación). Si la colateral es una septal fina o no visible, angulada, o una epicárdica fina y tortuosa, es aconsejable un microcatéter intermedio con menor perfil (Turnpike LP, Teleflex/Vascular Solutions; Mamba Flex, Boston Scientific Corp.; Teleport, OrbusNeich, o Corsair Pro XS, Asahi Intecc). Pero si la CTO es muy desfavorable, tortuosa y calcificada, deberemos decantarnos por los microcatéteres con mayor capacidad de rotación (Corsair Pro, Asahi Intecc, y Turnpike, Teleflex/Vascular Solutions).

Es posible realizar el acceso retrógrado con los microcatéteres más finos (Finecross, Terumo Corp., y Caravel, Asahi Intecc, de 150 cm), pero suele producirse un movimiento sistólico importante que dificulta el manejo de la guía y suele faltar capacidad de cruce en la CTO al no tener capacidad de rotación.

Además de los microcatéteres específicos que hemos comentado, existen otros microcatéteres que también pueden ser necesarios en los procedimientos retrógrados: **los microcatéteres de doble luz y los dilatadores anterógrados**. Los microcatéteres de doble luz (Sasuke, Asahi Intecc; FineDuo, Terumo Corp.;

Crusade, Kaneka, Tokio, Japón; Twin Pass, Teleflex/Vascular Solutions; NHancer Rx, IMDS, Roden, Países Bajos) pueden ser útiles para pasar una segunda guía para proteger una bifurcación distal, para convertir un sistema retrógrado que nos ha llegado muy cerca del muñón distal en anterógrado facilitando el paso de una segunda guía a la buena luz principal e incluso podrían utilizarse de forma retrógrada (detrás de un Corsair Pro podrían cruzar una septal, aunque en ocasiones requieren dilatación de la septal con balones de 1,5 mm a baja presión para poder pasar) con el fin de proteger una bifurcación distal o encarar el muñón distal cuando nace muy angulado. Los dilatadores anterógrados son los microcatéteres más gruesos y con mayor capacidad de rotación incluyendo en su diseño mecanismos espiroideos, como un tornillo en la punta (Tornus, Asahi Intecc, Turnpike Spiral y Turnpike Gold, Teleflex/Vascular Solutions). Pueden ser necesarios para penetrar el cap proximal de CTO severamente calcificadas, en que no pasa un microcatéter convencional o un balón de bajo perfil.

- **Balones de angioplastia.** En diferentes pasos del acceso retrógrado necesitaremos balones de angioplastia. Para avanzar de forma anterógrada y realizar la técnica de *CART Reverse*, generalmente con balones de 2,5 mm suele ser suficiente. En ocasiones, si el muñón proximal es muy duro, puede ser necesario un balón de 1-1,5 mm de bajo perfil y la mejor capacidad de cruce posible para después seguir con el balón de 2,5 mm. También podemos necesitar un balón para hacer la técnica de *trapping*, que consiste en inflar un balón de 2,5 mm dentro del catéter guía para atrapar la guía y así poder retirar el microcatéter sin perderla. Existen en la actualidad dispositivos específicos para realizar esta técnica mucho más resistentes y que facilitan mucho la técnica, como el Trapper (Boston Scientific Corp.) o el TrapIT (IMDS). Para todo lo expuesto, se pueden utilizar balones

con monorraíl. Pero en el caso, poco frecuente, de requerir la realización de la técnica de CART clásica, son recomendables balones coaxiales OTW para dilatar la septal con balones de 1,5 mm a baja presión (3-4 atm), cruzar a su través y realizar dilataciones con balones OTW de 2-2,5 mm a nivel del muñón distal. Es recomendable que sean balones coaxiales para mantener en todo momento la guía cubierta por plástico en su recorrido por la septal y evitar cizallarla, aunque también es posible realizar el CART con balones con monorraíl, con precaución.

### 3. Paso retrógrado a través de la colateral:

Para el acceso retrógrado podemos utilizar tres tipos de colaterales: septales, epicárdicas y bypasses quirúrgicos.

La circulación colateral coronaria consiste en pequeñas ramas que conectan las tres arterias coronarias principales entre sí. Esta circulación colateral está presente desde el nacimiento y se desarrolla más o menos dependiendo de la permeabilidad de las arterias nativas. En el caso de presentar una oclusión crónica de una arteria nativa, la circulación colateral se desarrolla de manera muy importante para intentar compensar el riego a esa zona. El diámetro de las colaterales es muy variable, normalmente entre 40 y 200  $\mu\text{m}$ , pero puede alcanzar hasta 800  $\mu\text{m}$  o más en el caso de CTO. Únicamente son visibles angiográficamente las colaterales de más de 100  $\mu\text{m}$ . A medida que aumenta la cronicidad de la oclusión, las pequeñas arteriolas colaterales crecen y remodelan hasta llegar a ser verdaderas arterias musculares, como las arterias epicárdicas. Este proceso se llama *arteriogénesis*.

Para analizar las colaterales se utilizan dos clasificaciones:

#### ● Clasificación de Rentrop <sup>[98]</sup>.

- Grado 0. No se visualiza ningún relleno de contraste a través de ninguna colateral.
- Grado 1. Relleno de pequeñas ramas colaterales, sin visualizarse el campo distal.
- Grado 2. Relleno parcial del vaso epicárdico.
- Grado 3. Relleno completo a través de colaterales del vaso epicárdico.

#### ● Clasificación de Werner <sup>[99]</sup>. Clasificación angiográfica basada en el tamaño de las colaterales.

- CCO. No se visualiza conexión continua entre el vaso donante y el receptor.
- CC1. Conexión continua pero filiforme.
- CC2. Conexión continua del diámetro de una rama lateral en todo su recorrido.

Las **septales** son las colaterales preferidas como primera opción por seguridad. Su perforación o rotura no suelen tener trascendencia y se suelen manejar de forma conservadora. Comunican la descendente anterior (DA)

con la descendente posterior (DP) de la coronaria derecha (CD) y viceversa. En caso de dominancia izquierda, pueden comunicar la DA con la circunfleja (Cx). En ocasiones la primera septal de la DA puede enviar alguna rama al territorio posterolateral, y en otras ocasiones alguna septal puede enviar colaterales a la marginal aguda de la CD, saliendo, por tanto, del septo a territorio epicárdico. A veces puede haber un circuito septo-septal homocoronario desde la DA proximal a la DA distal. Este loop septo-septal, si no presenta una gran angulación, también es posible utilizarlo como acceso retrógrado homocoronario. En este caso utilizaremos dos catéteres en la misma coronaria, avanzándolos y retirándolos según necesidad (técnica de *ping-pong*).

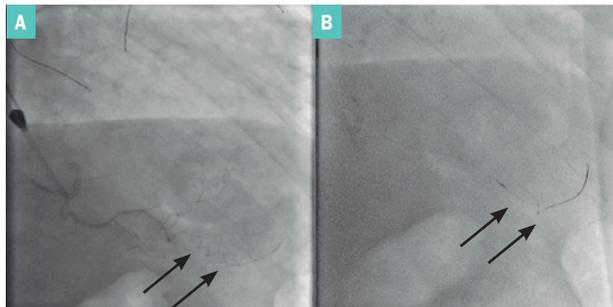
Suele haber varias septales que comunican y se suele preferir utilizar para el acceso retrógrado de la más basal a la más apical (primera, segunda, tercera septal...). Se debe escoger una colateral que llegue al campo distal de la CTO con una distancia suficiente para poder dilatar e implantar los stents sobre el sistema retrógrado. En general resulta más sencillo pasar a través de la septal desde la DA hacia la CD que al revés, pues el nacimiento suele ser más evidente, con menor angulación. La colateral ideal es el canal con origen bien visualizado y sin angulación, que conecta claramente, de tamaño de rama lateral, sin tortuosidades y sin bifurcaciones.

El paso a través de una colateral con una guía se consigue en el 75-85 % de los casos en manos expertas, de manera que la principal causa de fracaso del procedimiento por vía retrógrada es la imposibilidad de pasar a través de la colateral <sup>[95,99]</sup>.

Para pasar la septal se suele utilizar una guía hidrofílica de 0,014" (360  $\mu\text{m}$ ) y de altas prestaciones, como la guía Sion (Asahi Intecc), que tiene doble coil con un torque y una navegación excelentes y 0,7 gramos en la punta. Se suele hacer una doble curva en la punta: una «micro-J» en la punta para cruzar la colateral y una pequeña angulación previa para entrar en ella. En ocasiones la «J» necesaria para entrar en la colateral es tan exagerada que se requieren dos guías, una para entrar y otra con «micro-J» para cruzar. Una vez dentro de la septal, avanzaremos el microcatéter, generalmente el Corsair, y es útil realizar una inyección selectiva de contraste para visualizar correctamente el canal, sus angulaciones, tortuosidades y bifurcaciones. En caso de no cruzar la colateral con la guía Sion por tortuosidad o angulación severa, se suele probar una guía hidrofílica más fina, afilada, de 0,010" (260  $\mu\text{m}$ ), como la Fielder XTR (Asahi Intecc), con 0,6 gramos en la punta. Intentaremos pasar por el canal mejor visualizado, y aunque en ocasiones hay comunicaciones no visibles, la guía es capaz de cruzar. Si no se logra pasar por el canal mejor visualizado, es útil explorar alguna de sus ramas con movimientos ágiles de guía tipo «sliding» para ver si conectan (técnica de *surfing*). En caso de no cruzar la colateral, el siguiente paso es la guía hidrofílica más blanda de todas, la SUOH 03, con 0,3 gramos en la punta, que es capaz de cruzar colaterales muy tortuosas,

con morfología en sacacorchos. Todos los intercambios de guía a través de un microcatéter se deben realizar irrigando con suero el extremo proximal del microcatéter para evitar la entrada de aire por efecto Venturi al retirar la guía, que podría producir un no-reflow de la colateral y del vaso diana. Una vez cruzada la septal y llegado al campo distal del vaso ocluido, avanzaremos el Corsair Pro rotándolo 5-10 giros en sentido horario y 5-10 giros en rotación antihoraria, alternándolos. Hay que tener paciencia, pues el microcatéter necesita un tiempo para ir dilatando el canal. El Corsair Pro tiene una punta muy conificada de 0,016" (420  $\mu\text{m}$ ), un cuerpo distal de 0,034" (870  $\mu\text{m}$ /2,6 Fr) y un cuerpo proximal de 0,037" (930  $\mu\text{m}$ /2,8 Fr). En ocasiones el Corsair Pro no consigue pasar la colateral y es útil probar un microcatéter intermedio de menor perfil (Turnpike LP, Mamba Flex, Teleport o Corsair Pro XS) o incluso un microcatéter de bajo perfil, como el Finecross o el Caravel.

Las **colaterales epicárdicas** pueden ser utilizadas para acceso retrógrado si tienen un tamaño adecuado y una tortuosidad aceptable. Se suelen dejar como segunda opción si no se consigue pasar por septales. El manejo de la guía y del Corsair ha de ser muy cuidadoso para no dañar el canal. Una perforación de una colateral epicárdica puede ser grave y conducir a taponamiento cardíaco. Se suele iniciar la exploración del canal con guía Sion, pero la guía SUOH 03 puede ser primera elección en colaterales epicárdicas tortuosas. En la Figura 27.26 podemos ver un ejemplo de colateral epicárdica tortuosa, que se consigue pasar con guía SUOH 03.



**Figura 27.26.** Paso de una colateral epicárdica tortuosa por la guía SUOH 03. A: Rama marginal aguda de la CD que comunica con la DA distal. Una guía Sion no consigue pasar las tortuosidades; B: La guía SUOH 03 logra pasar con relativa facilidad.

Si el vaso es fino, se puede utilizar un microcatéter intermedio de menor perfil (Turnpike LP, Mamba Flex, Teleport o Corsair Pro XS) o incluso un microcatéter de bajo perfil, como el Finecross o el Caravel. Antes de adentrarnos en una colateral epicárdica hay que confirmar que existen otras colaterales que irrigan el vaso ocluido, pues al pasar con guía y microcatéter se suelen producir acordeones que ocluyen el vaso y esto puede dar lugar a angina e impedir continuar el procedimiento. Otro inconveniente del paso por colaterales epicárdicas es el movimiento sis-

to-diafórico severo que se suele producir y que dificulta el manejo de la guía retrógrada.

Los **bypasses quirúrgicos** también se pueden utilizar para el acceso retrógrado. En el caso de un injerto de safena degenerado de varios años de evolución es preferible revascularizar el vaso nativo que la propia vena y para ello se puede utilizar el puente como vía retrógrada. Se han descrito casos de acceso retrógrado incluso en puentes de safena ocluidos, repermeabilizando primero el bypass mediante angioplastia con balón y posteriormente el vaso nativo por vía retrógrada. El paso a través de un bypass de safena permeable suele ser fácil y rápido, pero las maniobras para atravesar la CTO de la arteria nativa pueden producir complicaciones a nivel del injerto, como disecciones, oclusiones o fenómenos de no-reflow. Si hay colaterales septales, es preferible utilizar estas como primera opción. Es posible usar un injerto de mamaria como acceso retrógrado, pero la posibilidad de dañarlo durante el procedimiento es alta y se debe hacer como última opción, con precaución y estar plenamente justificado. En caso de realizarlo, se ha de utilizar un catéter guía corto, pues el circuito será muy largo.

Antes del procedimiento debemos tener preparada la hoja de ruta, con todas las posibles colaterales y su orden de abordaje.

Una vez llegado al campo distal de la arteria ocluida con la guía y el microcatéter, ascenderemos por él y exploraremos el muñón distal de la oclusión con la misma guía blanda, buscando el punto de salida del teórico muñón. En caso de mala visualización, se puede inyectar contraste a través del microcatéter para ver mejor el muñón distal. Es el momento de abordar la CTO de forma retrógrada.

#### 4. Cruce retrógrado de la CTO:

Dos son las técnicas principales para cruzar la CTO de forma retrógrada, que se utilizan de forma secuencial y nos van a conducir al éxito en la mayor parte de los pacientes: el cruce retrógrado simple y el CART Reverse.

- **Cruce retrógrado simple.** Una vez en el muñón distal de la CTO, que suele ser más blando y favorable que el muñón proximal, se intercambia la guía por una guía específica de CTO de rigidez intermedia y se intenta cruzar directamente la CTO y llegar a la buena luz proximal (cruce retrógrado simple). Generalmente, como primera aproximación se emplea una guía de rigidez intermedia (Ultimate Bros 3, Asahi Intecc; Progress 80, Abbott Vascular...) similar a las que se utilizan por acceso anterógrado, con buena relación entre capacidad de cruce y seguridad. Hay que tener en cuenta que una perforación a nivel del muñón distal puede ser muy grave y difícil de sellar si no se consigue repermeabilizar la CTO. El manejo de las guías es diferente al manejo anterógrado, pues no responden igual de bien, presentando una cierta latencia en el torque y una cierta inercia en los movimientos, tardando unos instantes en producirse. Si la CTO es muy dura, puede ser necesario un aumento en la rigidez de las guías (**escalada de guías retrógrada**).

En ocasiones las tortuosidades del circuito retrógrado les hacen perder sus características, empeorando su capacidad de torque y navegación. Las guías específicas que mejor se comportan en el acceso retrógrado son las Gaia Second, Gaia Third (Asahi Intecc) y las HORNET 10 y 14 (Boston Scientific Corp.), manteniendo sus virtudes. El cruce retrógrado simple es eficaz en el 30-40 % de los casos, consiguiendo cruzar la CTO y llegar a la buena luz proximal.

- **CART Reverse.** En caso de no conseguir cruzar la CTO a la buena luz proximal y de que el avance sea subintimal, la técnica más utilizada es el *CART Reverse* (*reverse controled antegrade and retrograde tracking*), que consiste en debilitar el muñón proximal mediante la dilatación con balón ya sea en posición subintimal o en buena luz con el fin de crear un espacio suficiente para llegar a él con la guía retrógrada y comunicar ambas luces. Si el procedimiento retrógrado ha sido de rescate tras el intento anterógrado fallido por avance subintimal, utilizaremos esa misma guía, que la avanzaremos hasta superponerla unos centímetros con la guía retrógrada. En caso de haber iniciado el procedimiento por vía retrógrada, ahora deberemos trabajar por vía anterógrada y avanzar la guía unos centímetros. Ambas guías tienen que estar situadas dentro de la arquitectura del vaso y lo debemos comprobar en al menos dos proyecciones ortogonales. En este punto retiraremos el microcatéter anterógrado mediante técnica de *trapping* (inflaremos un balón de 2,5 mm o un dispositivo específico, como el *Trapper*, dentro del catéter guía para fijar la guía y poder retirar el microcatéter) y avanzaremos un balón de angioplastia anterógrado de 2,5 mm para realizar su dilatación en la zona de superposición de las guías. Haremos varios inflados y desinflados proximales, intentando con la guía retrógrada acercarnos al balón y entrar en el espacio creado. Podemos utilizar guías de rigidez intermedia, pero las guías que más nos facilitan este paso son las Gaia (Asahi Intecc) y las

HORNET (Boston Scientific Corp.). Es muy útil colocar un **IVUS** en el espacio subintimal proximal para guiar el *CART Reverse*, pues nos ayudará a decidir el tamaño adecuado del balón, nos guiará para la reentrada de la guía y nos confirmará la posición en buena luz proximal. En ocasiones, una vez realizada la dilatación proximal, es útil un *step-down* de guía y utilizar una guía blanda hidrofílica, como la Sion, Fielder XTA (Asahi Intecc) o Fighter (Boston Scientific Corp.), para encontrar la comunicación entre ambas luces. También ayuda a comunicar las luces el colocar un **extensor de catéter** dentro del muñón proximal y con guía rígida intentar entrar en él. Hay que tener en cuenta que una vez se ha creado una falsa luz con la guía anterógrada y sobre todo después de la dilatación con balón en el *CART Reverse*, no debemos en ningún caso inyectar contraste de forma anterógrada en la arteria coronaria hasta la implantación del último stent, pues podría producir una disección espiroidea que comprometería el procedimiento.

En la Figura 27.27 podemos ver un esquema de la técnica de *CART Reverse* comparada con el *CART* original. En la Figura 27.28 se presenta un ejemplo de CTO revascularizada mediante técnica de *CART Reverse*.

El *CART Reverse* puede ser más seguro y eficiente en CTO muy largas, especialmente si el trayecto de la CTO no está definido. El *CART Reverse* puede conseguir el éxito en el restante 60-70 % de los casos <sup>[101]</sup>.

● **Otras técnicas retrógradas:**

- **MARKER WIRE.** Técnica poco utilizada, pero puede ser útil en caso de no visualizarse correctamente el muñón distal de la CTO porque haya circulación colateral pobre. Realizaremos el acceso retrógrado para situar la guía a nivel del muñón distal y que sirva de marca para avanzar entonces la guía anterógrada y llegar a la buena luz distal.

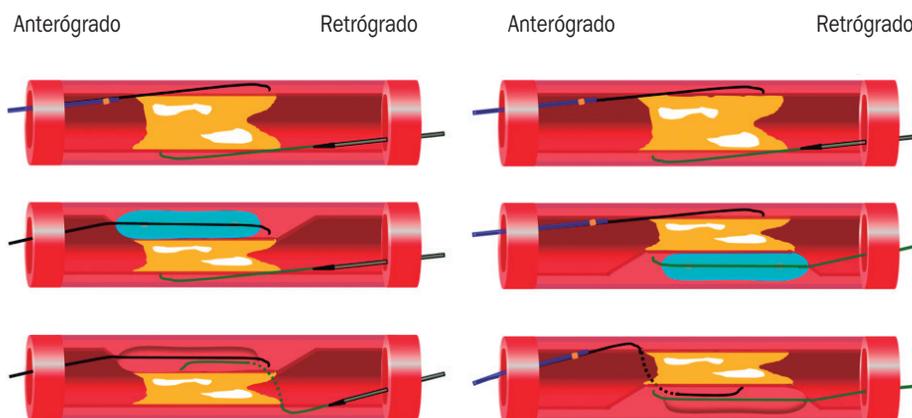
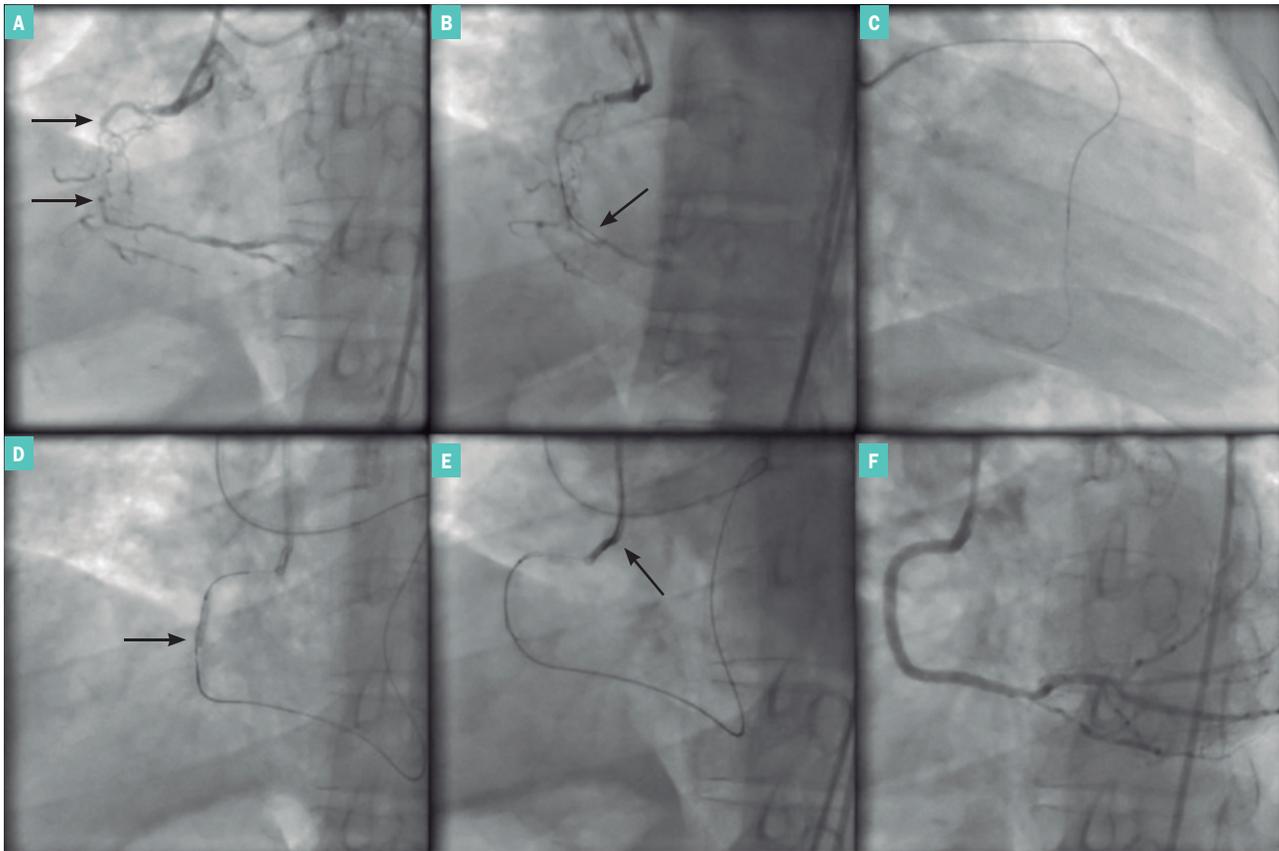


Figura 27.27. Esquema de la técnica de *CART Reverse* (izquierda) y *CART* original (derecha).



**Figura 27.28.** Técnica de *CART Reverse*. A: CTO desfavorable de CD media, con muchas colaterales de contigüidad, en cabeza de medusa. Muñón proximal y distal ambiguo (flechas); B: Acceso anterógrado, escalada de guías (HT Progress 80 y 200T), avance subintimal (flecha); C: Se pasa a acceso retrógrado. Inyección selectiva en la septal. Paso colateral septal con guía Sion y Corsair; D: *CART Reverse*. El cruce retrógrado de la guía es también subintimal, por lo que se realiza una dilatación a nivel de la porción proximal de la CTO, sobre la guía anterógrada. Con la guía retrógrada de rigidez intermedia se intenta llegar al espacio creado por el balón; E: Se consigue comunicar ambas luces y cruzar la CTO con la guía retrógrada y llegar a la aorta ascendente. Se avanza el Corsair cruzando la CTO y llegando a la buena luz proximal. Ahora con la guía Sion se logra entrar en el catéter anterógrado; F: Se avanza el Corsair hasta el catéter guía anterógrado y se externaliza una guía larga RG3. Sobre la punta de esta guía, se avanza un balón y se predilata la CTO. Se implantan dos stents farmacoactivos superpuestos con excelente resultado final.

– *CART*. Fue la primera técnica de disección y reentrada retrógrada descrita y la más utilizada los primeros años junto con el cruce retrógrado simple [90,93-96]. Requería dilatación de la septal con balones pequeños de 1,5 mm a baja presión para poder avanzar a su través balones coaxiales OTW de 2-2,5 mm y realizar dilataciones a nivel distal para debilitar el muñón distal y avanzar entonces la guía anterógrada y llegar a ese espacio y comunicar ambas luces. El problema es que producía disecciones en ocasiones no controlables, que podían progresar distalmente. Con la aparición del microcatéter específico Corsair se describió la técnica de *CART Reverse* y el *CART* cayó en desuso. Esta técnica es útil cuando el muñón distal de la CTO es tan rígido que no permite el paso de la guía o del Corsair.

● **Limitaciones del *CART Reverse* y sus posibles soluciones.** La técnica del *CART Reverse* es muy eficiente y reproducible, pero podemos encontrar dificultades en cualquiera de sus pasos. Debemos prever las dificultades y conocer las posibles soluciones. En la Tabla 27.11 se resumen las limitaciones de la técnica de *CART Reverse* que nos podemos encontrar y sus posibles soluciones.

– **Imposibilidad de atravesar el muñón distal de la CTO con la guía retrógrada.** En ocasiones el muñón distal de la CTO es muy duro y no conseguimos atravesarlo con la guía retrógrada. En estos casos es útil la **escalada de guías** a Gaia Third (Asahi Intecc) y a HORNET 14 (Boston Scientific Corp.), que es la guía de mayor rigidez de las disponibles, con 14 gramos en la punta. Si aun así no conseguimos penetrar en la CTO, pode-

**Tabla 27.11.** Limitaciones de la técnica de *CART Reverse* y posibles soluciones.

Limitaciones	Posibles soluciones
Imposibilidad de atravesar el muñón distal de la CTO con la guía retrógrada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guías Gaia Second-Third.</li> <li>- Guías HORNET 10-14.</li> <li>- Knuckle retrógrado.</li> </ul>
Dificultad para conectar ambas luces con la guía retrógrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guías Gaia Second-Third.</li> <li>- Guías HORNET 10-14.</li> <li>- Aumentar tamaño del balón del <i>CART Reverse</i>.</li> <li>- <i>Step-down</i> (Sion, Fielder XTA, Fighter).</li> <li>- IVUS guiado.</li> <li>- Extensión de catéter dentro de la CTO.</li> <li>- Knuckle retrógrado.</li> </ul>
Imposibilidad de cruzar la oclusión de forma retrógrada con el microcatéter.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Trapping</i> proximal de la guía retrógrada (en la coronaria, catéter o extensión de catéter).</li> <li>- <i>CART Reverse</i> en muñón distal.</li> <li>- <i>Tip-in method</i> (microcatéter y posteriormente balón o rotablación).</li> <li>- <i>CART clásico</i>.</li> </ul>
Imposibilidad de cruzar con la guía anterógrada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar el soporte (7 Fr/8 Fr, curvas de alto soporte, técnicas de <i>anchoring</i>).</li> <li>- Extensión de catéter.</li> <li>- Guías Gaia Third/Confianza Pro 12/HORNET 14.</li> <li>- Microcatéter de doble luz.</li> <li>- Knuckle anterógrado.</li> <li>- Técnicas de ADR*: <i>Crossboss, BASE, Scratch and Go</i>.</li> </ul>
Dificultad para cruzar con el balón anterógrado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balón de bajo perfil (1-1,5 mm).</li> <li>- Aumentar el soporte (7 Fr/8 Fr, curvas de alto soporte, técnicas de <i>anchoring</i>).</li> <li>- Extensión de catéter.</li> <li>- Tornus/Turnpike Spiral/Gold/Corsair Pro.</li> <li>- Rotablator/láser.</li> </ul>

\* Disección y reentrada anterógrada.

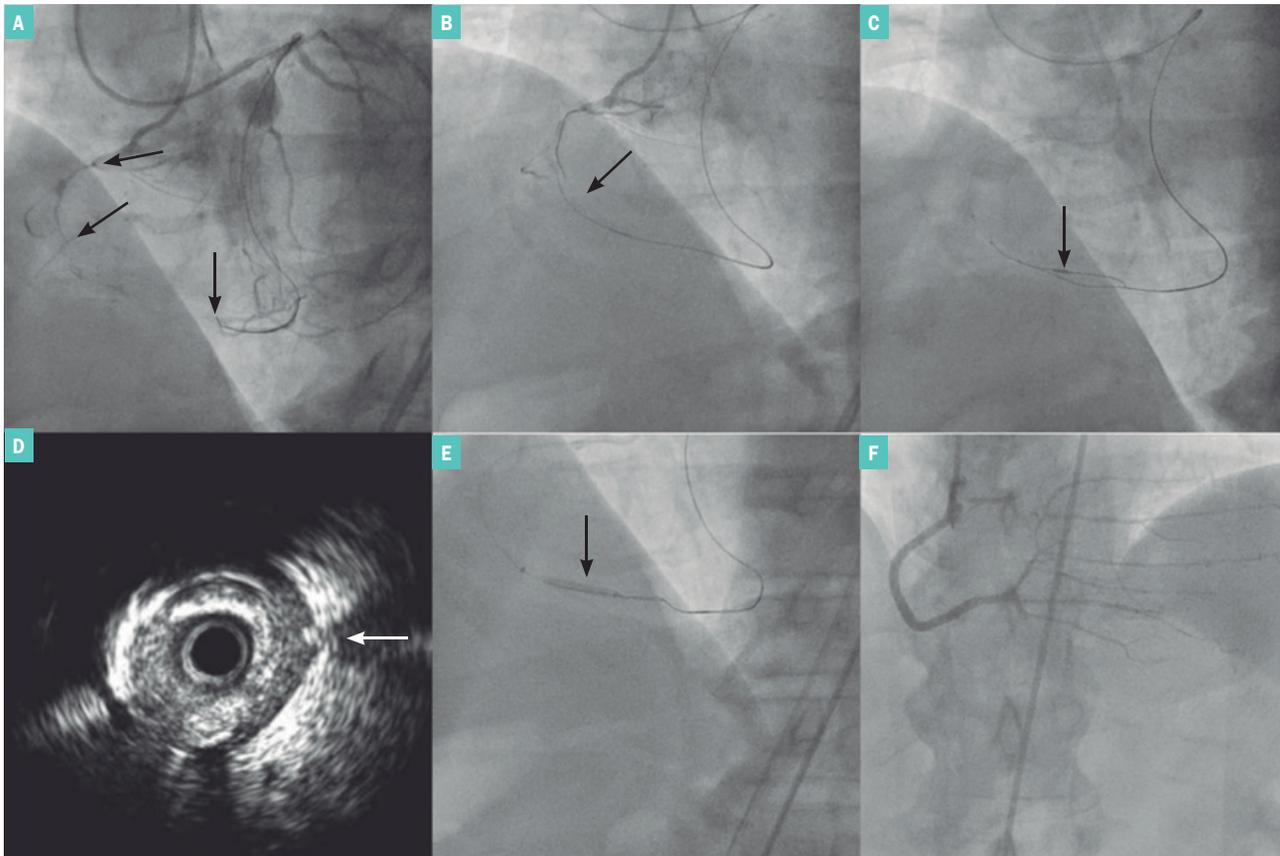
mos utilizar la **técnica de knuckle retrógrado**, que consiste en avanzar una guía hidrofílica con un asa en su punta («J» extrema) para producir una disección roma y poder avanzar de forma subintimal sorteando el punto de rigidez de la CTO. El knuckle se puede hacer con cualquier guía hidrofílica, como la Sion o Fielder XTA (Asahi Intecc). En ocasiones requiere una guía de mayor soporte, como la PILOT 200 (Abbott Vascular) o la nueva guía Gladius (Asahi Intecc), diseñada específicamente para este propósito.

- **Dificultad para conectar ambas luces con la guía retrógrada.** Una vez realizada la dilatación proximal con balón, intentamos entrar con la guía retrógrada en el espacio creado, pero este paso en ocasiones puede ser dificultoso. Las guías rígidas que mejor pueden facilitar este paso son las Gaia Second, Gaia Third (Asahi Intecc), HORNET 10 y HORNET 14 (Boston Scientific Corp.). Puede ser útil aumentar el tamaño del balón del *CART Reverse* para debilitar más el muñón proximal y crear comunicaciones entre luces. A veces no es un problema de rigidez

de la lesión y un *step-down* de guía a Sion, Fielder XTA (Asahi Intecc) o Fighter (Boston Scientific Corp.) puede permitir encontrar la comunicación y llegar a la buena luz proximal. Es muy útil el **IVUS** para entender la anatomía de la lesión, la posición de ambas guías, escoger el balón del diámetro adecuado, elegir el segmento más adecuado para realizar la dilatación donde más se aproximen las guías e incluso para guiar el torque y avance de la guía retrógrada. En la Figura 27.29 podemos ver un ejemplo de uso del IVUS para comunicar luces en el *CART Reverse*.

Otro truco es el avance de un **extensor de catéter** (GuideLiner, Teleflex/Vascular Solutions, o GUIDEZILLA, Boston Scientific Corp.) dentro de la CTO, en el espacio subintimal. Esto puede facilitar que podamos entrar con una guía rígida retrógrada en su interior. En la Figura 27.30 se muestra un caso de *CART Reverse* facilitado con extensor de catéter.

Finalmente, si todo lo anterior ha fallado, podemos intentar hacer un **knuckle retrógrado**, que en ocasiones salta a la buena luz proximal.

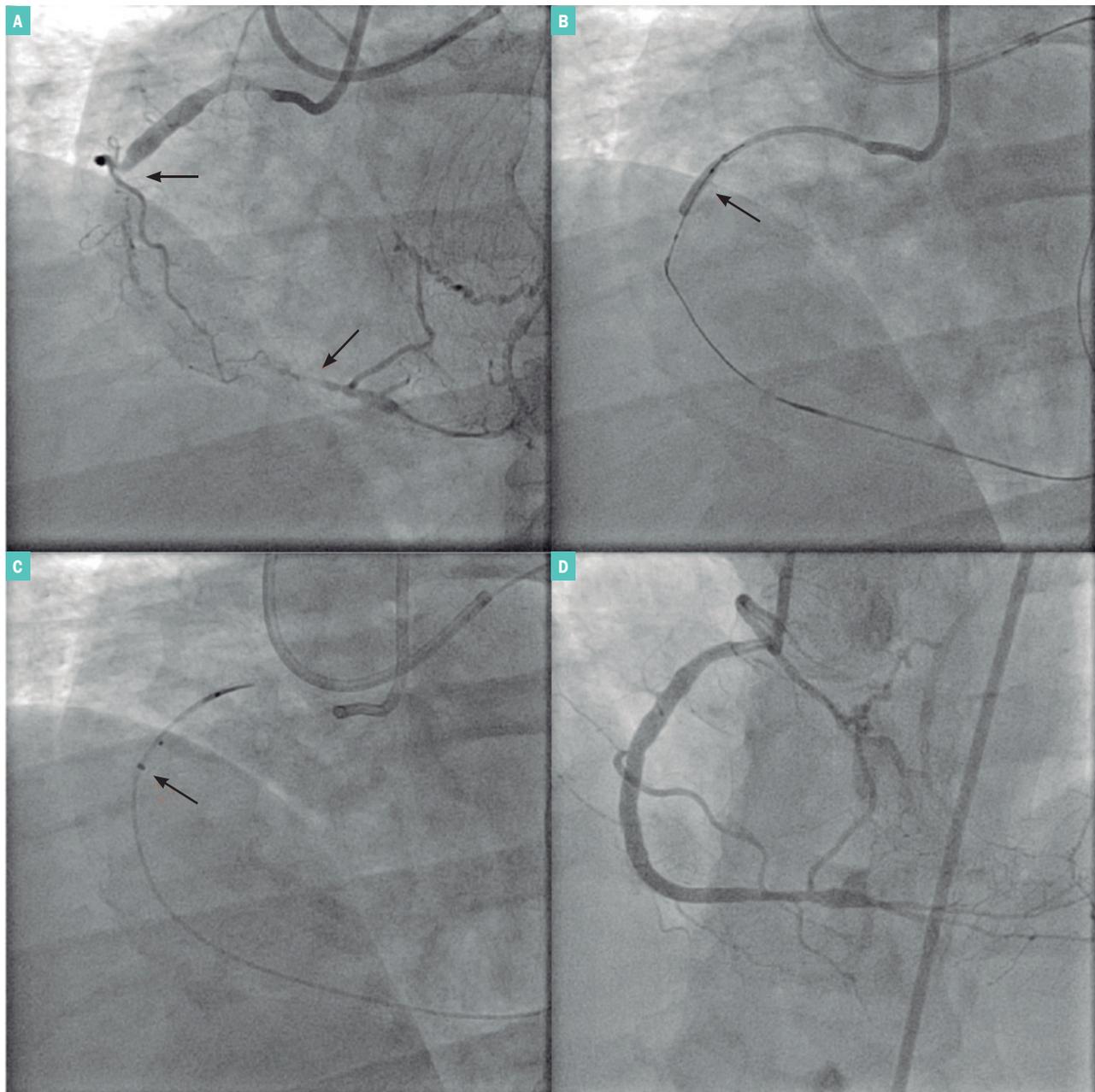


**Figura 27.29.** Utilidad del IVUS para comunicar luces en el CART Reverse. A: CTO de CD media-distal, muy larga; B: Acceso anterógrado subintimal y acceso retrógrado subintimal con posiciones muy anómalas y alejadas de ambas guías; C: Avance de extensor de catéter y dilatación anterógrada para permitir realizar un IVUS; D: El IVUS localiza un segmento distal en que la guía anterógrada se encuentra en buena luz y la guía retrógrada, en falsa luz, pero muy cerca de la anterógrada; E: CART Reverse en ese segmento distal, que permite comunicar luces y externalizar la guía; F: Resultado final tras la implantación de tres stents.

– **Imposibilidad de cruzar la oclusión de forma retrógrada con el microcatéter.** Si hemos conseguido cruzar la CTO con la guía retrógrada y esta se halla en la buena luz proximal, ahora debemos avanzar el Corsair Pro a través de la CTO para llevarlo a la buena luz proximal y poder intercambiar la guía por una guía convencional y entrar en el catéter guía anterógrado. En ocasiones la rigidez de la CTO impide el avance del Corsair Pro a su través. Podemos intentar entrar con la misma guía rígida que ha cruzado la CTO en el catéter guía y realizar allí un **trapping** (inflar un balón de 2,5 mm dentro del catéter anterógrado para fijar la guía retrógrada) para mejorar considerablemente el soporte del sistema y que así avance el Corsair Pro. Esta misma técnica de **trapping** se podría realizar también en un extensor de catéter o dentro de la arteria coronaria. Otra técnica para intentar desbloquear el Corsair del muñón distal es avanzar la guía y el balón anterógrado de forma subintimal hasta dicho punto y realizar dilataciones a ese nivel para debilitar

el muñón distal; es decir, avanzar el CART Reverse al muñón distal.

Otra posibilidad podría ser avanzar la guía retrógrada dentro del catéter guía anterógrado y realizar un **tip-in method**. Consiste en intentar entrar la guía retrógrada en el interior de un microcatéter anterógrado para poder avanzar este a través de la oclusión y convertir el sistema retrógrado en anterógrado. Esta técnica se realiza a nivel del cayado aórtico, en la convexidad del catéter guía. Es relativamente fácil con guía de rigidez intermedia y microcatéter convencional, como el Finecross (Terumo Corp.). Es más difícil con microcatéteres de punta conificada, como Caravel o Corsair, y con guías rígidas con «micro-J» preformada, como las Gaia (Asahi Intecc). El microcatéter anterógrado puede tener mejor soporte y conseguir atravesar el muñón distal de la oclusión o quedarse muy cerca, permitiendo avanzar una guía de rota y pos-

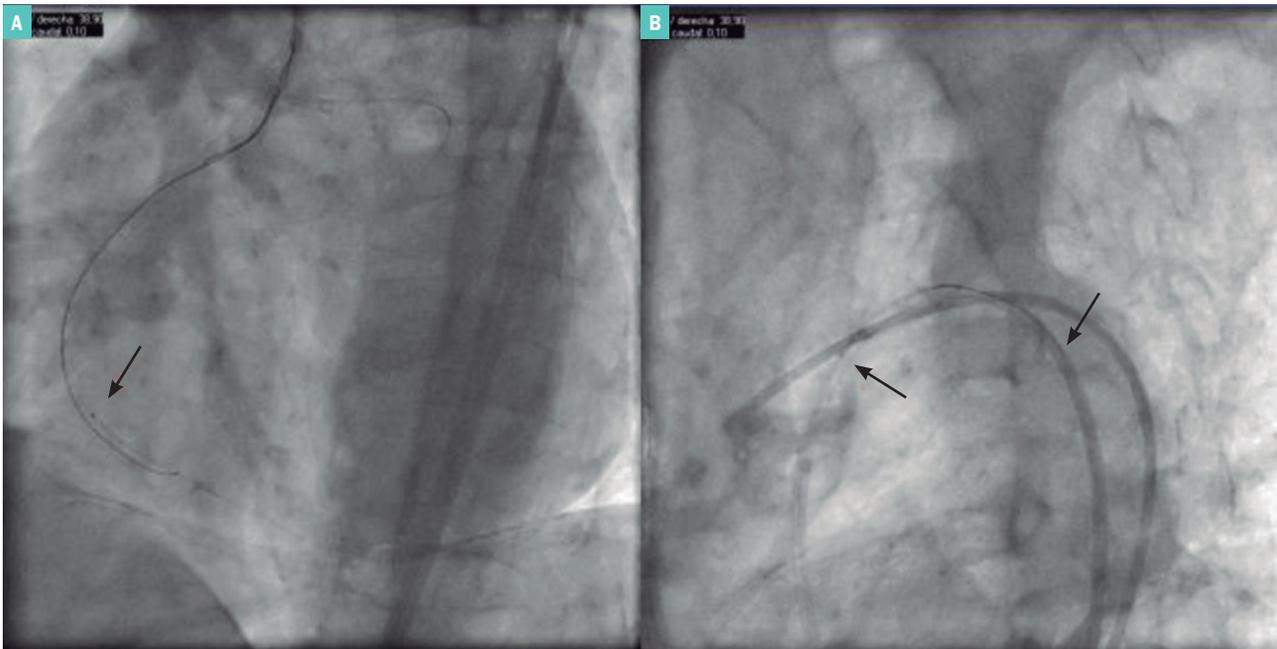


**Figura 27.30.** Utilidad del extensor de catéter en el *CART Reverse*. A: CTO de CD media-distal muy larga; B: Acceso anterógrado subintimal. Acceso retrógrado subintimal. *CART Reverse* con apoyo de un extensor de catéter; C: Avance del extensor de catéter dentro del muñón proximal de la CTO, facilitando la reentrada de la guía retrógrada y avance del microcatéter en su interior. Externalización de guía; D: Resultado final tras la implantación de un stent largo.

terior rotablación. En la Figura 27.31 se muestra un ejemplo de *tip-in method*.

Como última opción podríamos realizar una **técnica de CART clásico**. Realizaríamos dilatación de la septal con balones pequeños de 1,5 mm a baja presión para poder avanzar a su través ba-

lones coaxiales OTW de 2-2,5 mm y realizar dilataciones a nivel distal con el fin de debilitar el muñón distal e intentar entonces avanzar de nuevo el Corsair Pro retrógrado. También podríamos completar el *CART* clásico intentando avanzar la guía anterógrada al espacio creado en el muñón distal.



**Figura 27.31.** *Tip-in method.* A: Acceso retrógrado con cruce retrógrado simple de la CTO, pero imposibilidad de avanzar el microcatéter a través de la oclusión. Se consigue entrar la guía retrógrada en el catéter anterógrado; B: Se avanza un microcatéter libre hasta la convexidad del catéter anterógrado en el cayado aórtico. Se avanza la guía retrógrada y se consigue introducirla en el interior del microcatéter anterógrado. Ahora se avanza el microcatéter anterógrado que consigue cruzar la CTO. Cambiamos el sistema retrógrado por anterógrado.

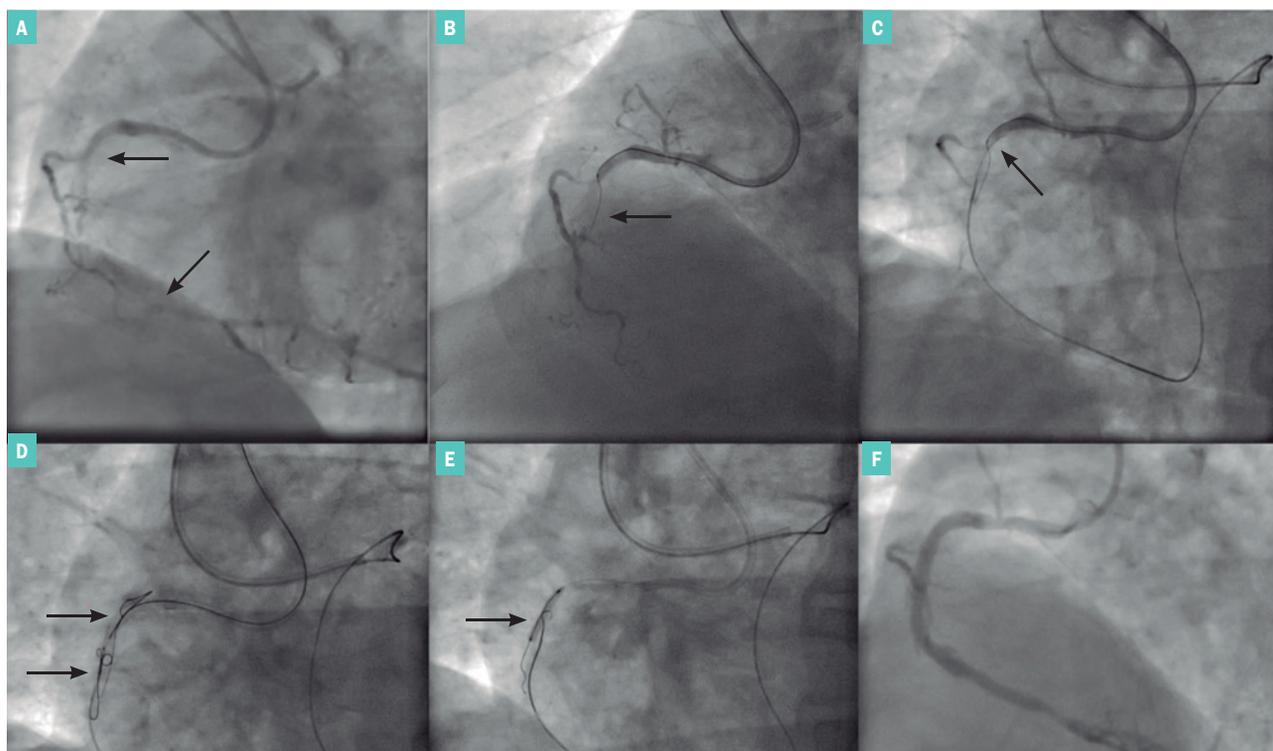
– **Imposibilidad de cruzar con la guía anterógrada.**

Otro problema que podemos tener es que no nos avance la guía anterógrada lo suficiente para superponerla unos centímetros con la retrógrada. Lo primero es conseguir el mejor soporte posible (femoral, 7 Fr, curvas de alto soporte) y utilizar siempre microcatéter. Podemos aumentar el soporte con **técnicas de anchoring**, pasando una guía y un balón a una pequeña rama lateral proximal a la CTO para anclar el sistema y así poder avanzar la guía anterógrada. El **extensor de catéter** nos puede aumentar el soporte. Pasaremos a aumentar la rigidez de la guía anterógrada (**escalada de guías anterógrada**). Las guías con mayor capacidad de penetración son la Gaia Third, Confianza Pro 12 (Asahi Intecc) y HORNET 14 (Boston Scientific Corp.). En caso de existir rama lateral, puede dar mayor soporte un **microcatéter de doble luz** (Sasuke, Asahi Intecc; FineDuo, Terumo Corp.; Crusade, Kaneka; Twin Pass, Teleflex/Vascular Solutions; NHancer Rx, IMDS). Otra opción es realizar un **knuckle anterógrado** para conseguir una disección roma y avanzar dentro de la CTO. También podemos utilizar **técnicas de disección y reentrada anterógrada (ADR)**, como el uso de CrossBoss (Boston Scientific Corp.), la técnica de *BASE* (*balloon assisted subintimal dissection*) y de *scratch and go*, que consiguen modifi-

car el cap proximal y avanzar distalmente de forma subintimal. Estas técnicas se describen en las páginas sobre disección y reentrada anterógrada (ADR). En la Figura 27.32 se muestra un caso de CTO no cruzable, solucionada mediante técnica de knuckle anterógrado y retrógrado.

– **Dificultad para cruzar con el balón anterógrado.**

Puede ocurrir que consigamos avanzar la guía anterógrada dentro de la CTO, pero no avance el microcatéter o el balón para realizar el *CART Reverse*. Debemos utilizar balones de bajo perfil de 1-1,5 mm. Tenemos que conseguir el mejor soporte posible; de ahí la importancia de la vía femoral, catéteres 7 Fr y con curvas de alto soporte. Podemos utilizar técnicas de *anchoring* en alguna rama lateral y así poder avanzar el balón anterógrado. Podemos emplear **dilatadores anterógrados** como el Tornus, Turnpike Spiral, Turnpike Gold o incluso el Corsair Pro, capaces de deteriorar, aunque solo sea unos milímetros, el muñón proximal y así pasar el balón anterógrado. También logramos aumentar el soporte con un extensor de catéter. Puede ser eficaz el **láser coronario** y conseguir debilitar el muñón proximal. En ocasiones fracasa todo y hemos de recurrir a la **rotablación**, siempre que tengamos la guía en buena luz.



**Figura 27.32.** CTO no cruzable, solucionada mediante técnica de *knuckle* anterógrado y retrógrado. A: CTO de CD media y distal severamente calcificada; B: Escalada de guías anterógrada (Progress 80, HORNET 10, Confianza 9, Confianza Pro 12). Se impactan en el calcio, pero no consiguen cruzar. Se decide rodear la zona de calcificación (flecha); C: Se practica acceso retrógrado, avanzando la guía de forma subintimal. No se logra realizar la técnica de *CART Reverse* por no poder avanzar el balón anterógrado; D: Se realiza técnica de *knuckle* anterógrado y retrógrado con guías Sion, consiguiendo ampliar el espacio subintimal; E: Ahora sí se consigue realizar la técnica de *CART Reverse*, dilatando el espacio subintimal a nivel proximal. Se externaliza la guía RG3; F: Resultado final tras la implantación de dos stents.

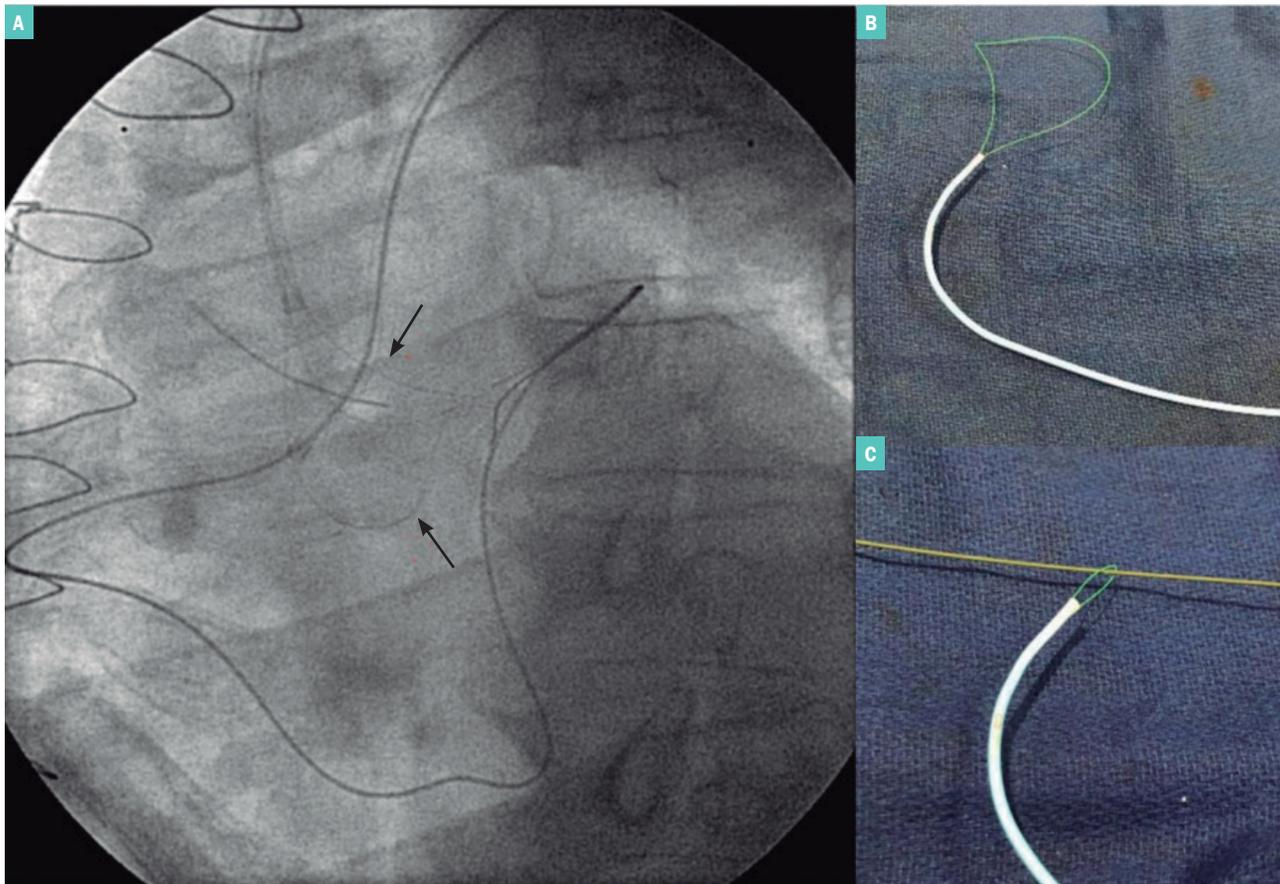
### 5. Externalización de la guía:

Una vez que hemos realizado el cruce retrógrado simple o el *CART Reverse* y tenemos la guía retrógrada en buena luz proximal, intentaremos avanzar el Corsair Pro a través de la CTO para llevarlo a la buena luz proximal y poder intercambiar la guía por una guía hidrofílica blanda, como la Sion (Asahi Intecc), y entrar en el catéter guía anterógrado. En caso de que no podamos avanzar el Corsair Pro a través de la CTO por falta de soporte, intentaremos entrar en el catéter guía anterógrado con la guía rígida con la que hayamos cruzado la CTO, siempre con precaución de no dañar la porción proximal del vaso. En este paso es importante la coaxialidad del catéter guía anterógrado. En ocasiones colocar un balón anterógrado, aunque sea desinflado, puede ayudar a reentrar con la guía en el catéter.

En caso de no poder entrar directamente con la guía retrógrada en el catéter guía disponemos de dos opciones:

- Avanzar un **extensor de catéter** (GuideLiner, Teleflex/Vascular Solutions, o GUIDEZILLA, Boston Scientific Corp.), que facilitará la entrada de la guía.
- Salir a la aorta con la guía larga RG3 (Asahi Intecc) de 330 cm y cazarla con un **lazo aórtico**. Existen lazos aórticos de 25, 35 cm... Este lazo se puede también construir de forma manual con una guía larga BMW de 300 cm (Abbott Vascular) doblada y utilizando el catéter guía como vaina. Al externalizar la guía con un lazo, suele quedar muy doblada la punta de la guía, dificultando su uso para enhebrar un balón. El segmento deteriorado se puede cortar con una tijera estéril para facilitar el procedimiento. En la Figura 27.33 podemos ver un detalle de un lazo hecho a mano.

Una vez que la guía retrógrada se encuentra en el catéter guía anterógrado, realizaremos **trapping** de la guía con balón de 2,5 mm, que nos dará el soporte necesario para avanzar el Corsair Pro dentro del catéter guía anterógrado. Es recomendable también realizar *trapping* del Corsair Pro, mientras retiramos la guía retrógrada y la intercambiamos por la guía larga de externalización RG3 de 330 cm (Asahi Intecc). Es recomendable el *trapping* del Corsair Pro porque en este punto cualquier respiración fuerte, movimiento o acceso de tos por parte del paciente podría retirarnos el catéter guía anterógrado y



**Figura 27.33.** Lazo aórtico hecho a mano. Se dobla una guía BMW de 300 y se avanza por el catéter guía anterógrado a la aorta ascendente. Introduciendo la guía por el extremo rígido, se amplía el lazo hasta el tamaño deseado. Permite cazar la guía retrógrada y externalizarla. B y C: Detalle del lazo hecho a mano y cómo captura la guía.

habría que volver a intentar reentrar. La guía RG3 (Asahi Intecc) está específicamente diseñada para realizar la externalización de la guía, facilitando este punto, que antes de disponer de ella era más dificultoso con la guía de rotablator. Avanzaremos la RG3 (Asahi Intecc) hasta hacerla salir por la llave de angioplastia anterógrada con el pasaguías.

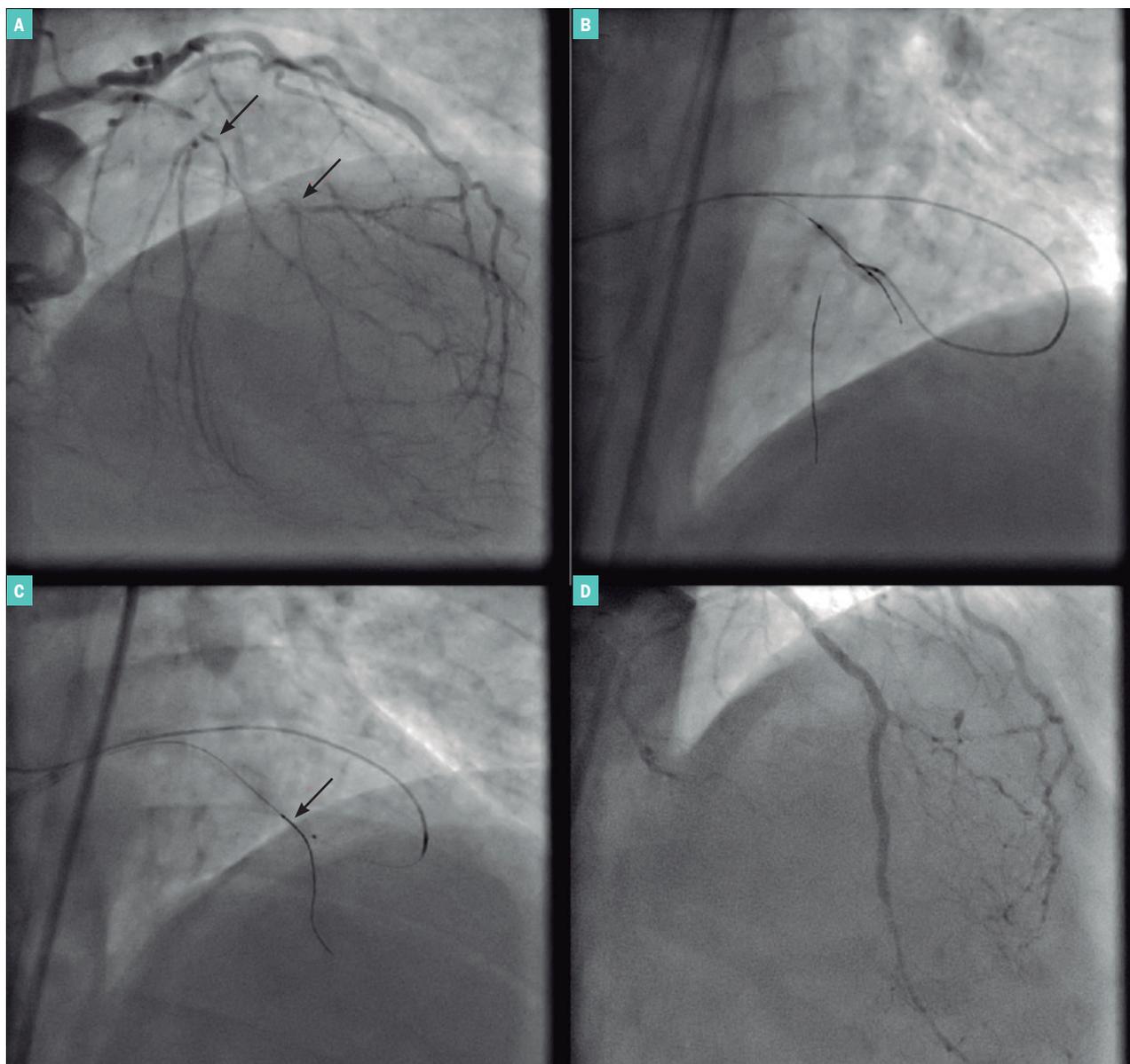
#### 6. Angioplastia e implantación de stent:

Ahora ya tenemos externalizada la guía larga RG3 de 330 cm (Asahi Intecc), es decir, tenemos la parte proximal rígida de la guía que entra por el catéter guía retrógrado y la punta blanda de la guía que sale por el catéter guía anterógrado, haciendo un asa. Ahora retiraremos con tracción suave y rotación el Corsair Pro hasta el campo distal de la arteria ocluida. El microcatéter siempre debe cubrir la porción de guía que cruza la colateral para evitar cizallarla. En este momento ya podemos avanzar un balón de angioplastia por la punta blanda de la guía y dilatar la oclusión. Normalmente, si el Corsair Pro ha

pasado la CTO, un balón de 2,5 mm pasa con facilidad. Hay que destacar que el circuito retrógrado confiere el mayor soporte que se puede tener en un intervencionismo coronario percutáneo. Finalmente implantaremos los stents por la punta blanda de la guía RG3 (Asahi Intecc). Hay que tener en cuenta que debemos escoger el balón y el stent con las imágenes iniciales o guiarnos por IVUS, pues no debemos inyectar contraste que podría producir una disección espiroidea y comprometer el resultado.

En el caso de que la colateral que se ha utilizado para el acceso retrógrado llegue muy cerca del muñón distal de la CTO y no podamos implantar el stent sobre ella, podemos utilizar un catéter de doble luz para avanzar una guía anterógrada y llegar a la buena luz distal. Podemos ver un ejemplo en la Figura 27.34.

Se deben utilizar stents de segunda o tercera generación, que han demostrado una tasa de reestenosis inferior al 10 % y una tasa de trombosis muy baja. La implantación debe ser adecuada, generalmente con stents



**Figura 27.34.** Utilidad del catéter de doble luz cuando la guía retrógrada llega muy cerca del muñón distal. A: CTO de DA media. Acceso anterógrado subintimal; B: Acceso retrógrado por colateral epicárdica de la bisectriz, muy cerca del muñón distal. Se realiza técnica de CART Reverse y se externaliza una guía RG3; C: Se avanza catéter de doble luz para conseguir avanzar una guía y llegar al campo distal de DA; D: Se continúa por vía anterógrada. Resultado tras la implantación de dos stents.

de mayor diámetro que el vaso distal, que suele estar vasoconstrañido y frecuentemente no responde a nitroglicerina. Si es necesario, podemos postdilatar el stent, pero con precaución, pues es en este punto donde se pueden producir las roturas coronarias más severas, en segmentos con remodelado negativo. Si hay dudas, nos podemos guiar por IVUS. Debemos limitarnos a tratar el segmento de la CTO, pues el campo distal crece en seguimiento y las lesiones distales suelen retrogradar en seguimiento <sup>[102]</sup>. En caso de que las lesiones distales

comprometan el flujo, sí requieren dilatación a bajas atmósferas («masaje» distal).

#### 7. Retirada del sistema retrógrado:

Una vez comprobado el buen resultado de la implantación de los stents, debemos retirar el sistema retrógrado. Hay que tener en cuenta la interacción entre el sistema retrógrado y el anterógrado por el asa de la guía externalizada. Al traccionar de la guía o del Corsair Pro, tanto el catéter retrógrado como el anterógrado tienden

a entrar en las arterias coronarias, pudiendo dañarlas y causar una disección, que podría ser grave y comprometer el procedimiento. Cuando hemos de traccionar del material, debemos retirar unos centímetros los catéteres guía hasta la aorta ascendente. Hemos de comprobar siempre la permeabilidad de la arteria donante antes de retirar la guía y descartar perforación de la colateral.

La maniobra más segura para comprobar la ausencia de perforación a nivel de la colateral y retirar el sistema retrógrado es la siguiente: primero avanzaremos de nuevo el Corsair Pro de forma retrógrada hasta entrar en el catéter guía anterógrado; ahora retiraremos con precaución la guía externalizada hasta el cayado aórtico; volveremos a retirar el Corsair Pro hasta la arteria donante dejando la guía; realizaremos la inyección de seguridad por ambas arterias descartando la perforación de la colateral; volveremos a avanzar el Corsair Pro hasta la arteria revascularizada; retiraremos la guía larga hasta dentro del Corsair Pro, y ahora ya sí retiraremos guía y Corsair Pro juntos. De esta manera evitamos cizallar la colateral y comprobamos su permeabilidad. En caso de haberse producido una perforación de la colateral, tendríamos la guía pasada y sería fácil avanzar un microcatéter y embolizar con coils la colateral a nivel proximal y distal a la perforación.

#### 5.4. Inconvenientes del acceso retrógrado

El acceso retrógrado requiere unas habilidades técnicas que se han de dominar y la curva de aprendizaje puede ser larga. Hay que disponer de material específico, incluyendo múltiples guías y microcatéteres, que pueden encarecer el procedimiento. Asimismo, es imprescindible conocer y saber utilizar dicho material y todas las técnicas necesarias para superar cada uno de los pasos del acceso retrógrado. En ocasiones supone procedimientos más prolongados, con mayor dosis de radiación y se han de tomar medidas para disminuir su impacto en el paciente. Por último, la tasa de complicaciones, aunque baja, es superior a la de los procedimientos por vía anterógrada y se han de prever, intentar evitar, detectar y tratar en cuanto aparezcan. A pesar de todo lo expuesto, el acceso retrógrado en muchas ocasiones es la vía más segura y eficiente para tratar al paciente.

#### 5.5. Conclusiones

La revascularización de las CTO por vía retrógrada ha sido uno de los grandes avances de la cardiología intervencionista en el campo coronario. Ha permitido aumentar la tasa de éxito hasta superar el 90-95 % en manos expertas. Es un procedimiento relativamente complejo, con múltiples técnicas y materiales específicos, pero que en la actualidad se halla perfectamente estandarizado habiéndose definido paso a paso. Requiere una cierta curva de aprendizaje y es muy útil la proctorización por operadores expertos. Conocemos las dificultades que nos podemos encontrar y las técnicas necesarias para vencerlas. Tiene una tasa de complicaciones baja y debemos prevenirlas, así como detectarlas y tratarlas en cuanto aparezcan. En ocasiones, la

vía retrógrada es la forma más segura y eficiente para tratar al paciente. El acceso retrógrado es una parte fundamental de cualquier programa específico de CTO. Dominar el acceso retrógrado hace mejor al operador en todos los campos de la cardiología intervencionista y a todo el equipo.

## 6. Imagen en el tratamiento de la oclusión crónica

Las técnicas de imagen pueden ser muy útiles en la preparación y en la realización del procedimiento de revascularización de las CTO y en algunos casos resultan imprescindibles.

En la preparación del procedimiento se utiliza la **tomografía computerizada (TC)**. No está indicada en todos los casos, pues es un procedimiento que irradia y tiene un cierto coste, pero sí en los casos complejos o CTO ambiguas difíciles de interpretar por angiografía. Con las máquinas actuales se puede realizar un TC con pocos milisieverts, prácticamente similar a una coronariografía.

Se realiza la adquisición y posteriormente se pueden obtener reconstrucciones longitudinales de cada arteria coronaria (MPR) y reconstrucciones en tres dimensiones (*volume rendering*).

El TC permite evaluar la longitud y las características de la CTO:

- Cuantificar la longitud de la CTO.
- Determinación del grado y localización de la calcificación en el segmento ocluido.
- Anatomías no bien definidas por angiografía.
- Determinar el tamaño del campo distal en caso de arterias subperfundidas en la angiografía.
- Visualizar las anastomosis y «tenting» de bypasses previos, involucrados en la CTO.

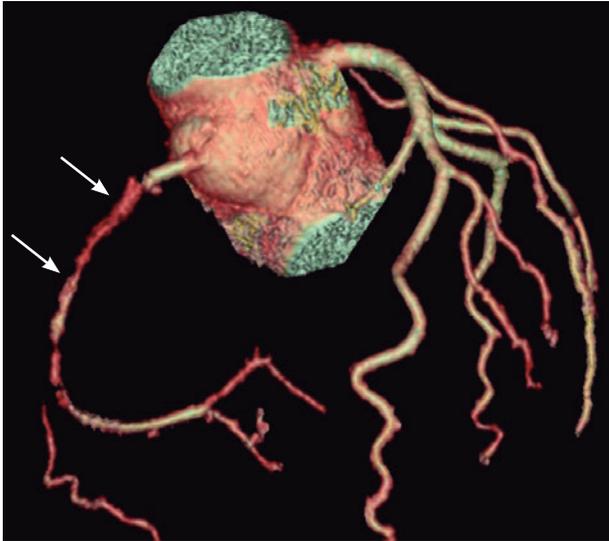
En las Figuras 27.35 y 27.36 podemos ver dos ejemplos de estudios mediante TC de CTO de coronaria derecha proximal y de descendente anterior media.

El TC es útil en CTO largas y de trayecto ambiguo, en CTO subperfundidas con mala visualización del campo distal por las colaterales, CTO que involucran anastomosis de bypasses y en aquellas CTO con intento previo fallido para analizar meticulosamente las causas del fracaso.

Se ha desarrollado un score basado en el TC, el Score RECTOR, que predice la probabilidad de conseguir cruzar la CTO con guía específica en menos de 30 minutos, y esto se relaciona con la probabilidad de éxito del procedimiento <sup>[103]</sup>.

El Score RECTOR incluye cuatro variables definidas por el TC y dos variables clínicas adicionales:

- **Oclusión múltiple.** Presencia de más de una oclusión en tándem en la arteria a tratar.
- **Muñón romo.** Ausencia de muñón afilado.



**Figura 27.35.** Estudio mediante TC de CTO de coronaria derecha proximal. Reconstrucción *volume rendering*. Se visualiza una CTO de 20 mm, sin tortuosidades ni calcificación, por tanto, favorable para revascularización percutánea.

- **Calcificación severa.** Presencia de calcificación de más del 50 % del área del vaso en el corte del TC en cualquier punto de la CTO.

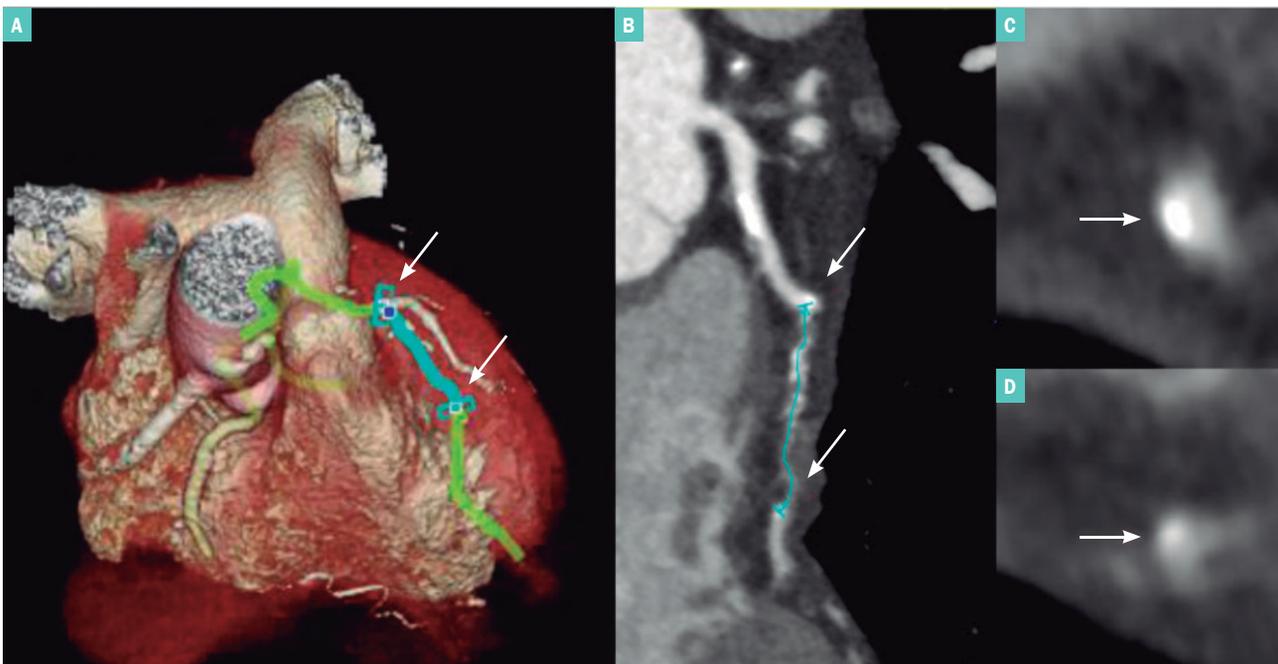
- **Curva importante.** Presencia de una curva superior a 45° en cualquier punto de la CTO.
- Intento previo fallido.
- Duración de la CTO mayor a 12 meses.

De todas ellas, probablemente la más importante es la calcificación severa del vaso, de forma endoluminal más que adventicial, de más del 50 % del área del vaso. En ese punto necesitaremos con toda probabilidad una guía de mayor rigidez para poder cruzar el segmento o incluso alguna técnica de reentrada anterógrada o retrógrada para sortear la calcificación.

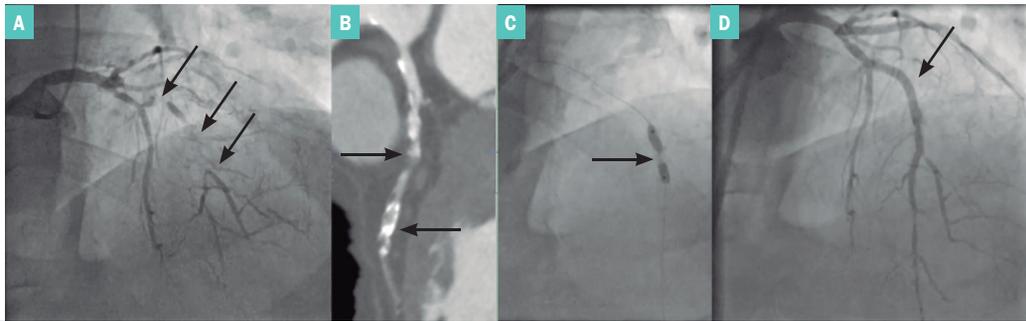
En la Figura 27.37 se muestra un caso de CTO desfavorable de CTO de descendente anterior media, con calcificación endoluminal severa, mayor al 50 % del área del vaso, que, sin embargo, se pudo revascularizar por vía anterógrada.

Por sí solo, el TC no contraindicará el intento de revascularización percutánea, por muy desfavorable que parezca, pero sí nos ayudará a planear la estrategia y prever las dificultades que podemos encontrar en cada paso del procedimiento y sus posibles soluciones.

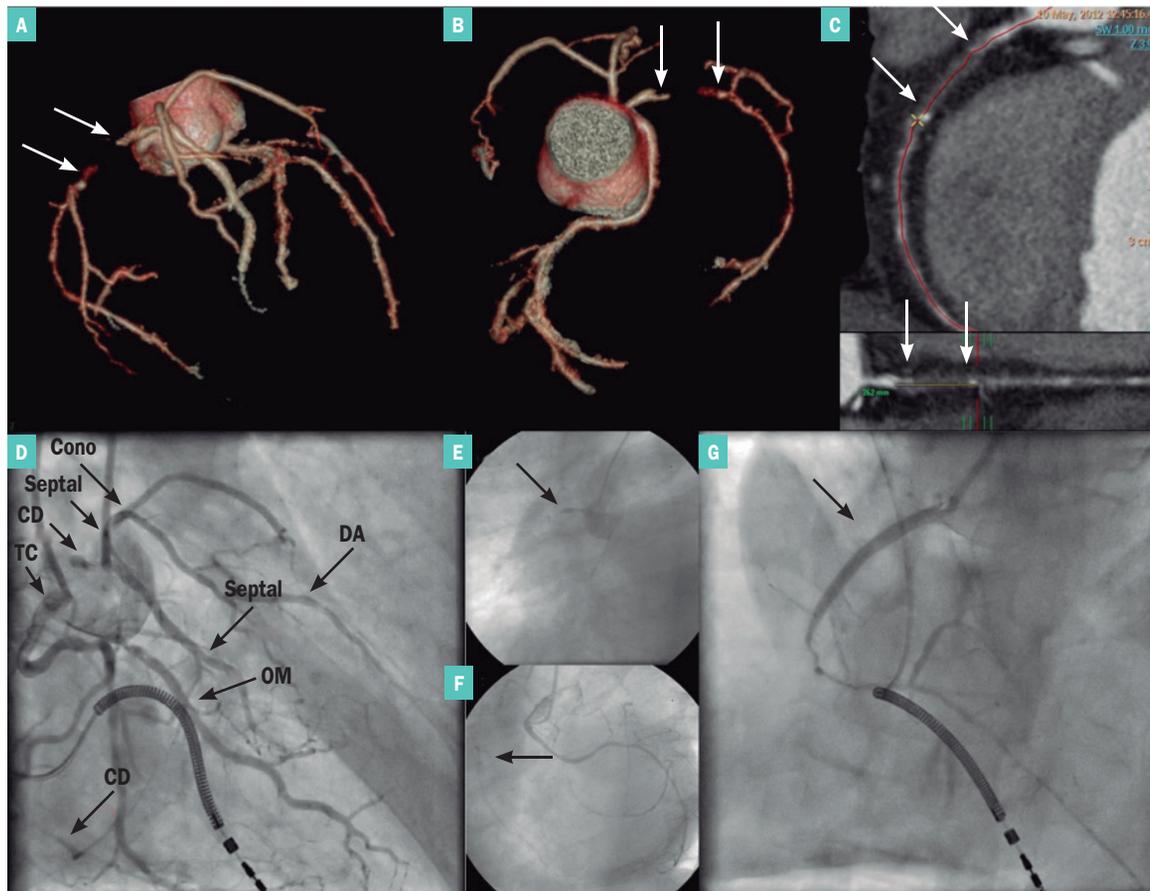
El TC también es muy útil en pacientes con anomalías congénitas coronarias para entender correctamente la anatomía y las características de las CTO. Podemos ver un ejemplo de anomalía coronaria en la Figura 27.38.



**Figura 27.36.** Estudio mediante TC de CTO de descendente anterior media. A: Reconstrucción *volume rendering* que permite localizar el muñón proximal inmediatamente distal a la salida de la primera diagonal y el recorrido de la CTO; B: Reconstrucción multiplanar MPR que permite analizar las características y calcificación de la CTO, así como su longitud; C: Muñón proximal. Presencia de calcio endoluminal, pero menor al 50 % del área del vaso; D: Muñón distal. Presencia de calcio endoluminal, pero menor al 50 % del área del vaso.



**Figura 27.37.** Paciente con dos CTO en tándem en DA media. A: Coronariografía. Muestra una CTO corta seguida de otra más larga severamente calcificada; B: Estudio mediante TC con reconstrucción multiplanar MPR que muestra las dos CTO y a nivel de la segunda CTO existe una severa calcificación endoluminal que afecta la práctica totalidad del área del vaso; C: Sin embargo, el cruce con guía de rigidez intermedia fue relativamente fácil. El problema fue en la predilatación, que requirió alta presión y balón de corte para su correcta dilatación; D: Buen resultado final tras la implantación de stent.



**Figura 27.38.** Paciente con anomalía congénita coronaria, con nacimiento del tronco común desde el seno coronárico derecho. Además, del mismo seno nace una rama del cono, una gran primera septal y la coronaria derecha, que presenta una CTO en su segmento proximal. A y B: Estudio mediante TC *volumen rendering*. Podemos visualizar las cuatro ramas que nacen del seno coronárico derecho y la CTO en el segmento proximal de la coronaria derecha, que es corta y presenta un punto de calcificación en el muñón distal; C: Reconstrucción multiplanar MPR que muestra que la CTO es corta, con únicamente un punto de calcio en su muñón distal; D: Coronariografía con inyección bilateral. Podemos visualizar las cuatro ramas que nacen del seno coronárico derecho; E: Inyección selectiva en la coronaria derecha. Muñón proximal; F: Inyección selectiva en el tronco común anómalo. Envía colaterales a la coronaria derecha; G: Revascularización de la CTO. Fue fácil el cruce con guía de rigidez intermedia. Resultado tras la implantación de un stent.

La **ecografía intracoronaria (IVUS)** y la tomografía de coherencia óptica (OCT) pueden ser muy útiles en la realización del procedimiento de revascularización de las CTO. Es preferible el IVUS, pues la OCT requiere inyecciones vigorosas y de gran volumen, que podrían agrandar pequeñas disecciones que hayamos producido con las guías de angioplastia o con la predilatación.

Disponemos de varios sistemas de IVUS. El más utilizado en el campo de las CTO es el Eagle Eye Platinum ST de Philips-Volcano por disponer de una punta muy corta que permite obtener imagen sin tener que avanzar demasiado el catéter. En la práctica, todos los sistemas son útiles, pues siempre se suele utilizar una rama lateral para avanzar el IVUS o se puede crear un espacio subintimal suficiente para avanzarlo. La calidad de imagen del OptiCross de Boston o del Kodama de ACIST es superior. También hay que tener en cuenta que el Eagle Eye requiere un catéter 8 Fr para poder avanzarlo en paralelo a un microcatéter, mientras que el OptiCross pasa fácilmente por un 7 Fr. Estos detalles son importantes a la hora de planificar el procedimiento.

El IVUS tiene múltiples funciones en el campo de la revascularización de las CTO tanto por vía anterógrada como por vía retrógrada <sup>[104]</sup>.

En procedimientos de CTO por **vía anterógrada** el IVUS permite:

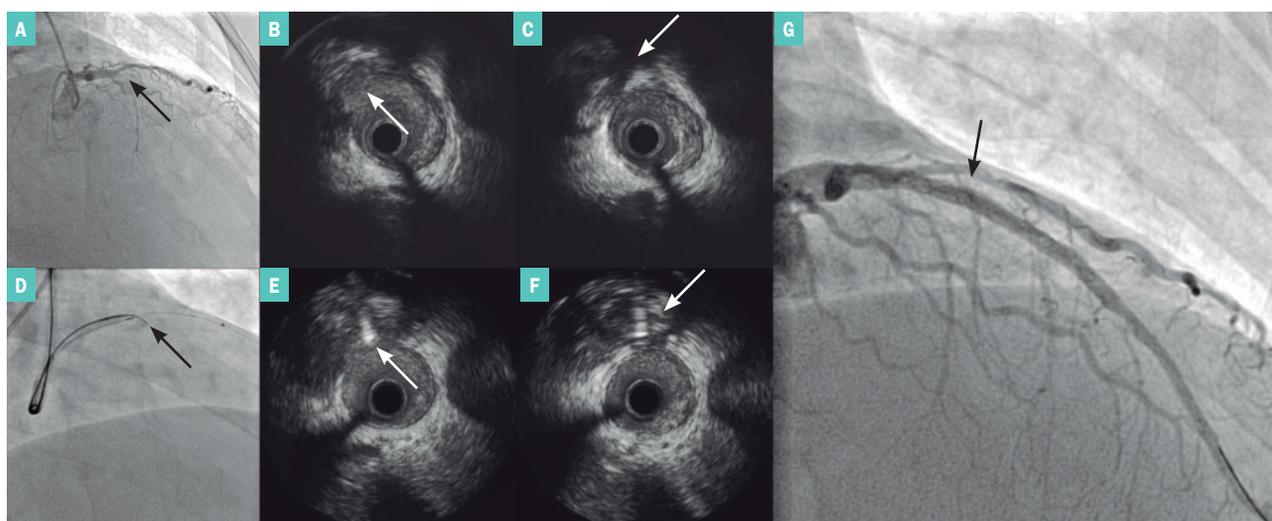
- **Detección del muñón proximal de la CTO.** Hay casos de muñón ambiguo, mal definido por angiografía, en los que pasar un IVUS a una rama lateral puede aclarar la localización y características del muñón proximal. Podemos trabajar con el IVUS en tiempo real y penetrar con una

guía específica el muñón proximal. El IVUS nos indicará si estamos entrando por el lugar adecuado y visualizará unos milímetros de su recorrido distal. Hay que recordar que para pasar un IVUS en paralelo a un microcatéter necesitamos un catéter de al menos 7 Fr.

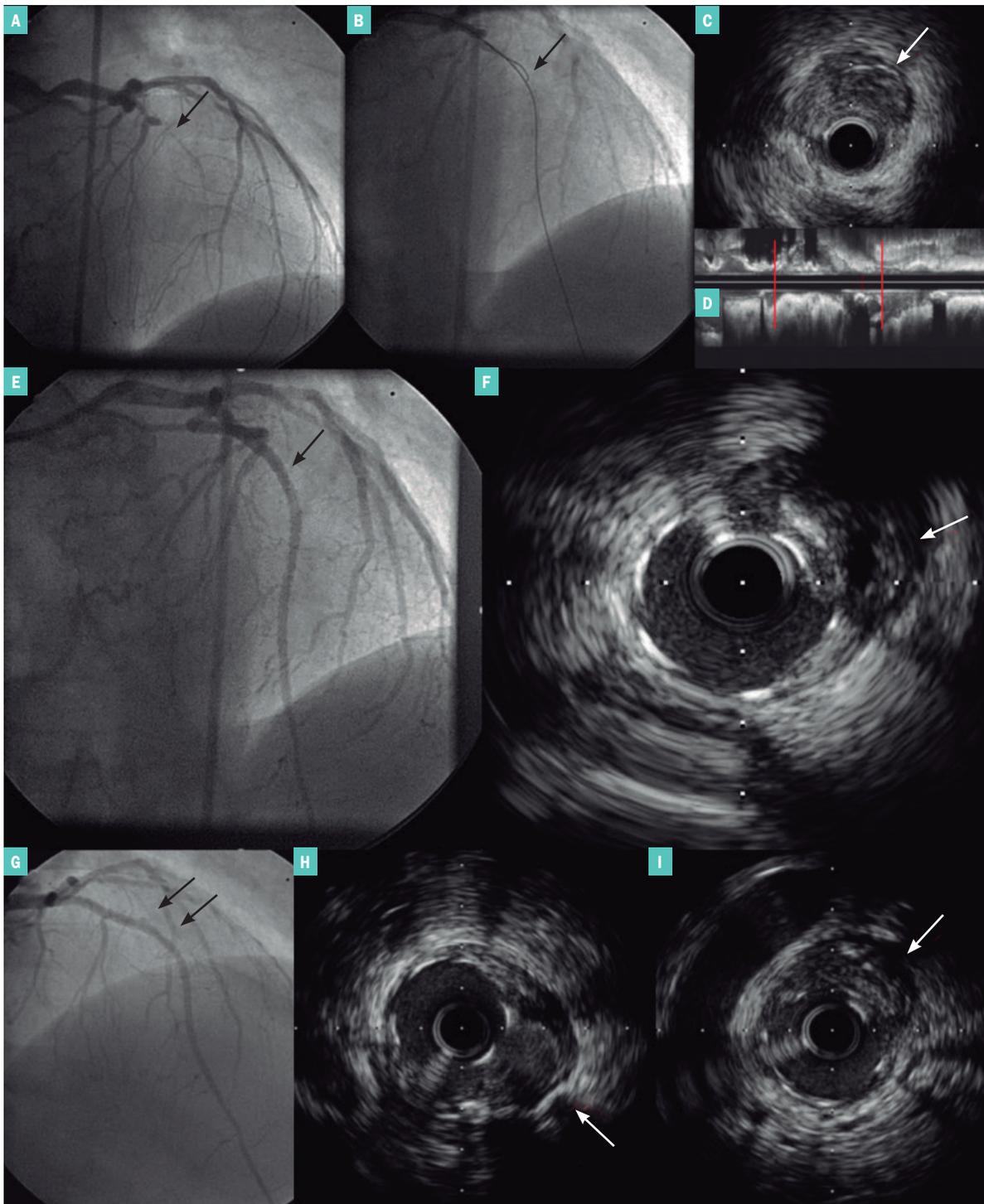
Los últimos algoritmos de ICP de las CTO (Asia-Pacífico y EuroCTO Club) incluyen el IVUS como herramienta necesaria para estudiar el muñón proximal y únicamente se considerará el muñón como ambiguo si el IVUS no lo consigue aclarar.

En la Figura 27.39 se muestra un caso de uso de IVUS para detección del muñón.

- **Detección del posicionamiento de la guía tras recanalizar una CTO mediante IVUS.** Permite definir si el paso ha sido de buena luz a buena luz o hay algún segmento que pasa de forma subintimal. La Figura 27.40 muestra un caso de uso de IVUS para detección de falsa luz.
- **Intentar reentrar a buena luz guiado con IVUS.** En CTO desfavorables en que la guía ha avanzado de forma subintimal se puede predilatar con precaución el espacio subintimal y avanzar el IVUS para localizar la buena luz distal. Con una guía en paralelo y con la imagen del IVUS podemos intentar reentrar en la buena luz distal.
- **Optimización en la implantación del stent.** Permite elegir adecuadamente el tamaño y longitud de los balones y stents, su lugar de implantación sin necesidad de inyectar contraste, así como optimizar su expansión y aposición.



**Figura 27.39.** IVUS para detección de muñón. A: CTO de DA media sin muñón y con rama lateral; B: Estudio mediante IVUS desde la rama lateral (diagonal). Se localiza el origen del muñón; C: Imagen de la CTO unos milímetros más distal; D: Se avanza guía de rigidez intermedia consiguiendo localizar el muñón; E: Imagen de IVUS de cómo entra la guía en el muñón; F: Imagen de IVUS de cómo avanza la guía por la CTO unos milímetros más distal; G: Resultado final tras la implantación de stent.



**Figura 27.40.** IVUS para detección de falsa luz. A: CTO de DA media, corta, pero muñón roto, calcificada, en curva, con muñón distal afilado y campo distal ateromatoso; B: Una guía de rigidez intermedia avanza, pero de forma subintimal. Técnica de guías paralelas. La segunda guía alcanza la buena luz distal, pero probablemente por reentrada distal. Desconocemos la longitud del segmento subintimal; C: Se avanza IVUS y se comprueba que existe un segmento subintimal. Imagen típica de IVUS en falsa luz y arteria rechazada a la 1:00 h; D: Imagen longitudinal del IVUS que demuestra que el segmento subintimal es de unos 18 mm; E: Buen resultado tras la implantación de stents; F: Comprobación del resultado con IVUS. Imagen típica de stent en falsa luz y arteria rechazada a las 3:00 h; G: Coronariografía de seguimiento a los 18 meses. Excelente evolución angiográfica, sin reestenosis. Únicamente se visualiza pequeña imagen de posible mala aposición tardía; H: El IVUS demuestra que esta imagen corresponde al inicio del segmento subintimal; I: Imagen de IVUS en el segmento subintimal. Stent endotelizado sin reestenosis y arteria rechazada a la 1:00 h.

● **Valoración del campo distal a la CTO mediante IVUS.**

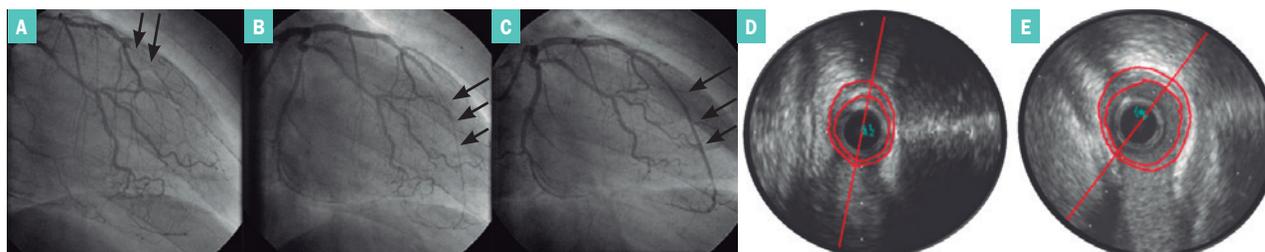
Es frecuente la presencia de estenosis distales a la CTO o campos distales finos y ateromatosos, en muchos casos por hibernación vascular o remodelado negativo, sin una gran carga de placa. Estos casos mejoran en seguimiento recuperando la vasomotilidad y creciendo el campo distal. En nuestra experiencia, consideramos que debemos tratar con stent únicamente el segmento ocluido. El IVUS es útil para descartar una gran carga de placa distal.

En la Figura 27.41 podemos ver un caso de IVUS para análisis del campo distal.

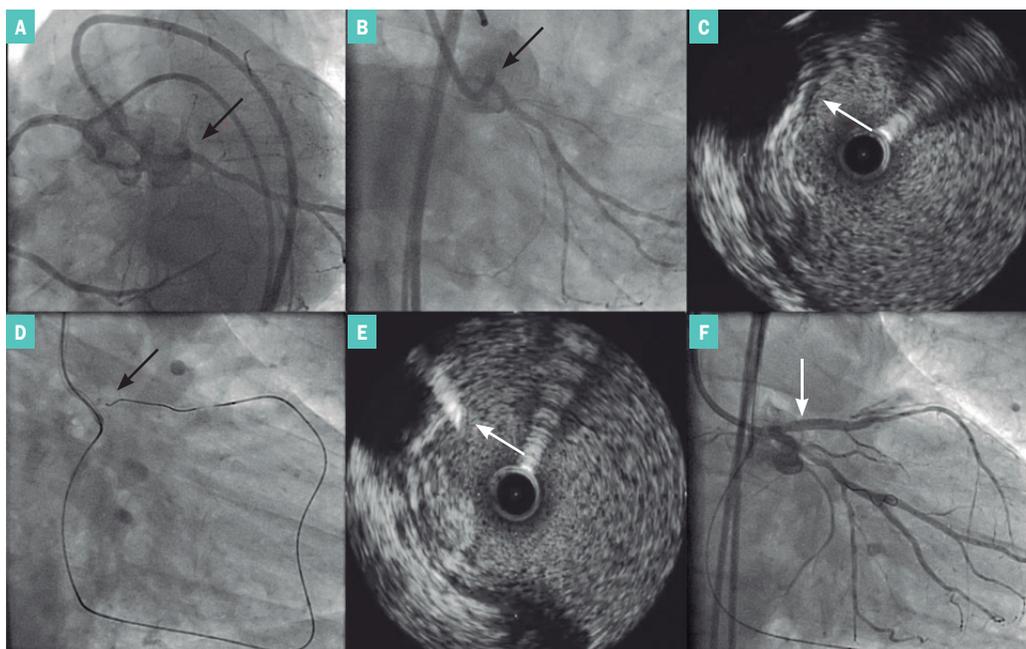
En procedimientos de CTO por **vía retrógrada** el IVUS permite:

- En casos de grandes bifurcaciones proximales o tronco común, permite ver la posición de la guía retrógrada y su llegada a la buena luz proximal para evitar grandes disecciones que puedan ocluir grandes ramas.

La Figura 27.42 muestra un paciente en que se utilizó el IVUS para comprobar el cruce retrógrado simple.



**Figura 27.41.** IVUS para análisis del campo distal. A: CTO de DA media corta, con muñón afilado. Campo distal fino y ateromatoso pero extenso; B: Resultado tras la implantación de stent. Campo distal muy fino y ateromatoso. Se analiza con IVUS mostrando que existe escasa carga de placa; C: Coronariografía de control a los 12 meses que muestra un gran crecimiento y normalización del campo distal; D: IVUS en el procedimiento inicial. Escasa carga de placa; E: IVUS de seguimiento al año. Gran crecimiento del vaso y de la luz (+ 30 %), junto a ligera regresión de placa (- 4 %).

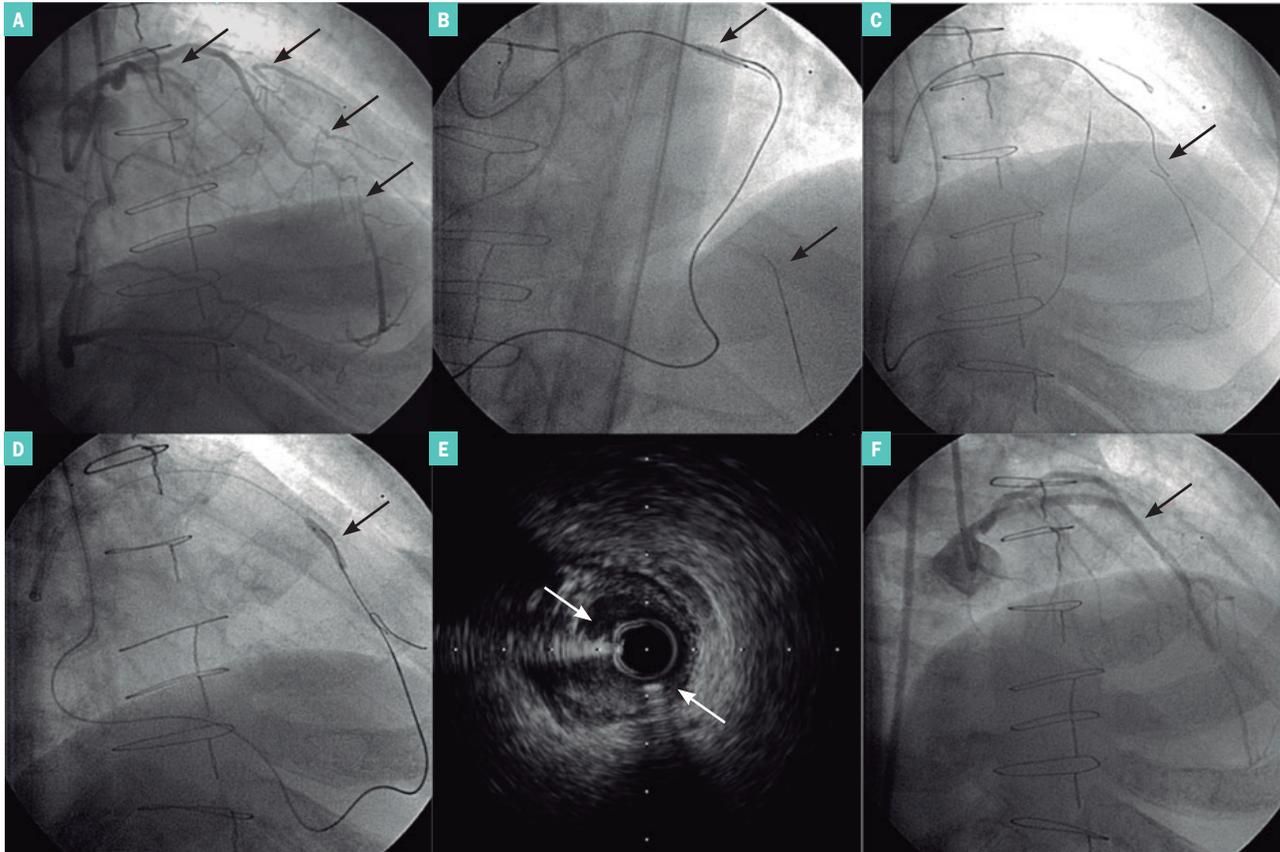


**Figura 27.42.** IVUS para comprobar el cruce retrógrado simple. A y B: CTO de DA ostial. Parece existir un tronco común muy corto, prácticamente ostiums separados; C: Análisis mediante IVUS desde la circunfleja. Se localiza una zona calcificada ostial que podría corresponder al muñón de la DA. No se consigue localizar con guía anterógrada; D: Acceso retrógrado desde la CD. Se consigue llegar muy cerca del muñón proximal con guía de rigidez intermedia; E: Se comprueba mediante IVUS que la guía sale a la buena luz proximal, exactamente por la zona calcificada que suponíamos; F: Buen resultado final tras la implantación de stent ostial.

- **CART Reverse** guiado por IVUS. Permite determinar la posición de las dos guías, en buena luz o en posición subintimal. Posibilita seleccionar el balón adecuado para realizar el **CART Reverse**. Permite visualizar la zona de solapamiento de las guías anterógrada y retrógrada y

localizar el segmento ideal para realizar el **CART Reverse**, normalmente en el punto en el que estén más cerca y haya menos calcificación entre ambas.

La Figura 27.43 muestra un caso de **CART Reverse** guiado por IVUS.



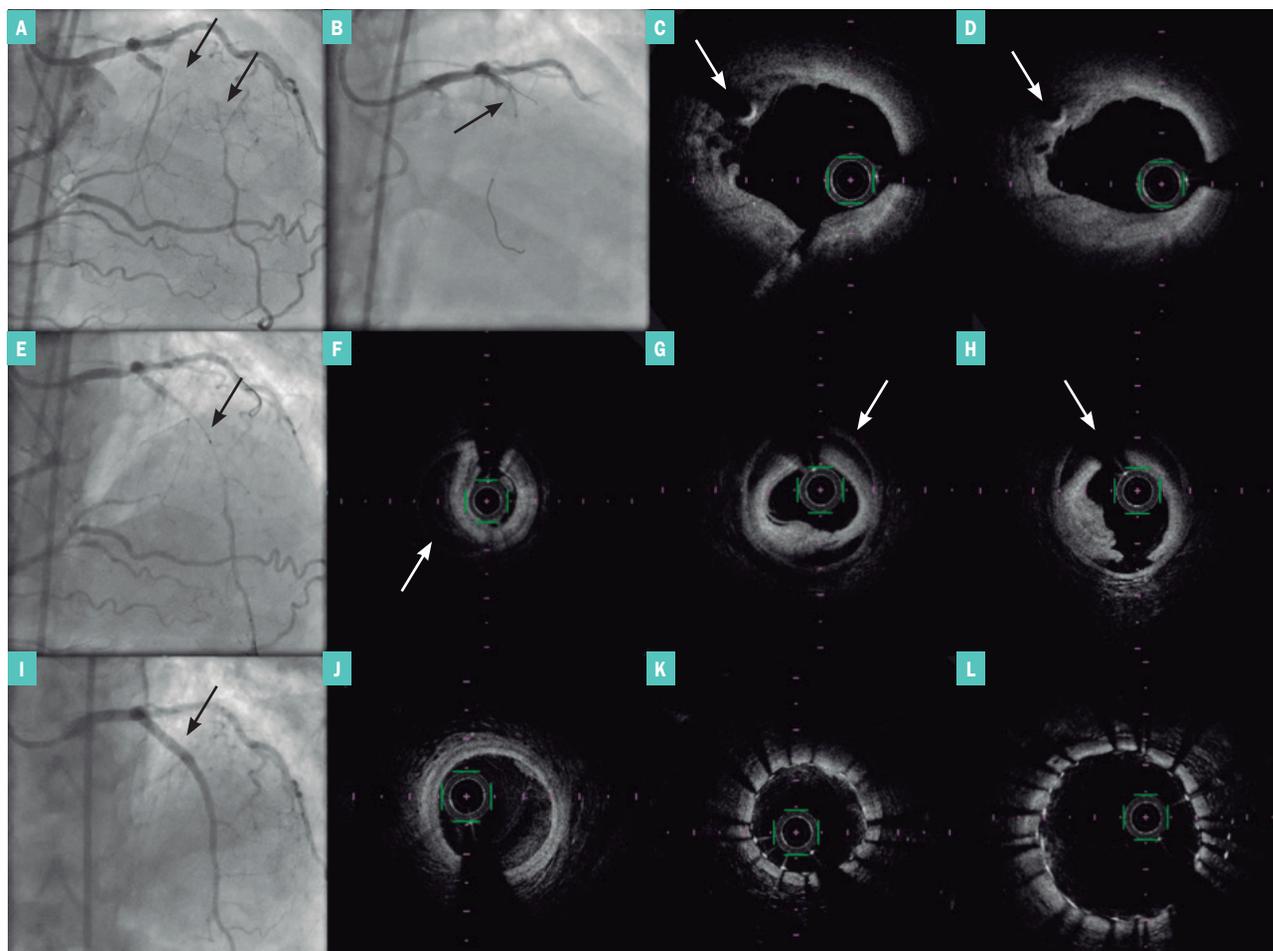
**Figura 27.43.** **CART Reverse** guiado por IVUS. A: Paciente con tres CTO en DA proximal-media y distal, sin muñón, largas, involucrando la anastomosis de un bypass de safena que se encuentra ocluido; B: Procedimiento complejo. Avance anterógrado subintimal ya en la primera CTO. Acceso retrógrado por rama marginal aguda a DA distal, pero avance subintimal en la CTO más distal. Segundo acceso retrógrado simultáneo por la segunda septal hasta el primer islote. Técnica de **CART Reverse** en la primera CTO; C: Se consigue avanzar guía anterógrada y cruzar la segunda CTO. Avance subintimal en la tercera CTO; D: Técnica de **CART Reverse** en la tercera CTO. Imposibilidad de saber la posición de la guía y no recomendada la inyección de contraste que podría disecar todo el vaso. Nos guiamos por IVUS; E: Imagen de IVUS en DA media que muestra que las dos guías, anterógrada y retrógrada, se encuentran en buena luz. Imagen de pequeño hematoma y disección alrededor de la arteria; F: Externalización de guía larga, predilatación e implantación de tres stents farmacológicos. Buen resultado final.

Disponemos de evidencia en la actualidad que demuestra que la revascularización de las CTO guiada por IVUS puede tener un impacto clínico en el seguimiento, con menor tasa de MACE, probablemente debido a la mejor optimización en la implantación de los stents [105-106].

La **tomografía de coherencia óptica (OCT)** consigue una imagen de alta resolución de la pared de la arteria coronaria y puede servir para detectar el muñón de una CTO ambigua con gran precisión. Permite medir la longitud de la CTO,

el diámetro del vaso, determinar si hay paso subintimal o no y su longitud y caracterizar la placa. También posibilita la optimización en la implantación del stent, evitando la mala-expansión y mala aposición del mismo. Sin embargo, el hecho de requerir inyecciones repetidas e intensas de contraste la hace menos atractiva que el IVUS en el campo de las CTO, pues puede ser perjudicial en procedimientos de disección y reentrada.

La Figura 27.44 muestra un caso de CTO guiado por OCT.



**Figura 27.44.** OCT en CTO. A: CTO de DA proximal, con muñón roto y rama lateral; B: Acceso anterógrado guiado por OCT. Se realiza OCT desde la rama septal; C y D: Se comprueba que la guía sale correctamente por el muñón y avanza en una posición centrada; E: Se consigue cruzar la CTO con guía de rigidez intermedia y se predilata. Estudio mediante OCT; F: Se comprueba que la guía transcurre por buena luz. Imagen de hematoma subintimal; G: Guía en buena luz. Imagen de disección; H: Guía en buena luz. Imagen de rotura de la íntima; I: Excelente resultado tras implantación de dos stents, comprobado por OCT; J: Buen campo distal, sin imagen de disección; K y L: Correcta expansión y aposición de los stents implantados.

## 7. Complicaciones específicas

### 7.1. Introducción

Parece sencillo llegar a la conclusión de que durante el intervencionismo de las CTO se van a producir mayores complicaciones, dada la complejidad en el abordaje de estas lesiones. Sin embargo, debemos señalar que la principal y más importante complicación de las CTO es no conseguirla. Sabemos que su presencia condiciona peor pronóstico, incluso en pacientes con circulación colateral muy desarrollada [107-109]. Como en cualquier procedimiento intervencionista, la preparación previa (estudio exquisito de

la angiografía, conocimiento de materiales, etc.) y la existencia de un plan preestablecido a la hora del abordaje de una CTO son factores fundamentales a la hora de prevenir cualquier complicación.

Disponemos de datos recientes sobre la tasa de complicaciones en el abordaje de CTO. Registros como el de la Clínica Mayo [110], con más de 25 años de experiencia, evidencian de forma clara la disminución del número de complicaciones, en contraposición con el aumento de la tasa de éxito de los procedimientos. En 2013, un metaanálisis [111] con más de 18.000 pacientes aporta una tasa de eventos mayores (MACE) del 3,1 % con una mortalidad del 0,2 %; destaca también una baja tasa de cirugía emergente (0,1 %), ictus (< 0,01 %), taponamiento (0,3 %), complicaciones vasculares (0,6 %) y daño por radiación (< 0,01 %).

La tasa de infarto de miocardio (IM) fue del 2,5 % y la de perforación coronaria, del 2,9 %; la complicación más frecuente en dicho metaanálisis fue la nefropatía inducida por contraste (3,8 %). En el registro europeo EURO-CTO, con más de 17.500 pacientes, la tasa de eventos mayores (MACE) fue del 0,6 %, con una mortalidad del 0,2 % [112]. Más recientemente, se han publicado los datos del registro OPEN-CTO [113], con 1.000 pacientes consecutivos, en el que destaca una cifra mayor de eventos (7 %), con una mortalidad también mayor (0,9 %), si bien esto parece estar en relación con la revisión externa de las angiografías por un Core central y, muy probablemente, con una mayor complejidad de los casos al tratarse de uno de los más recientes análisis publicados.

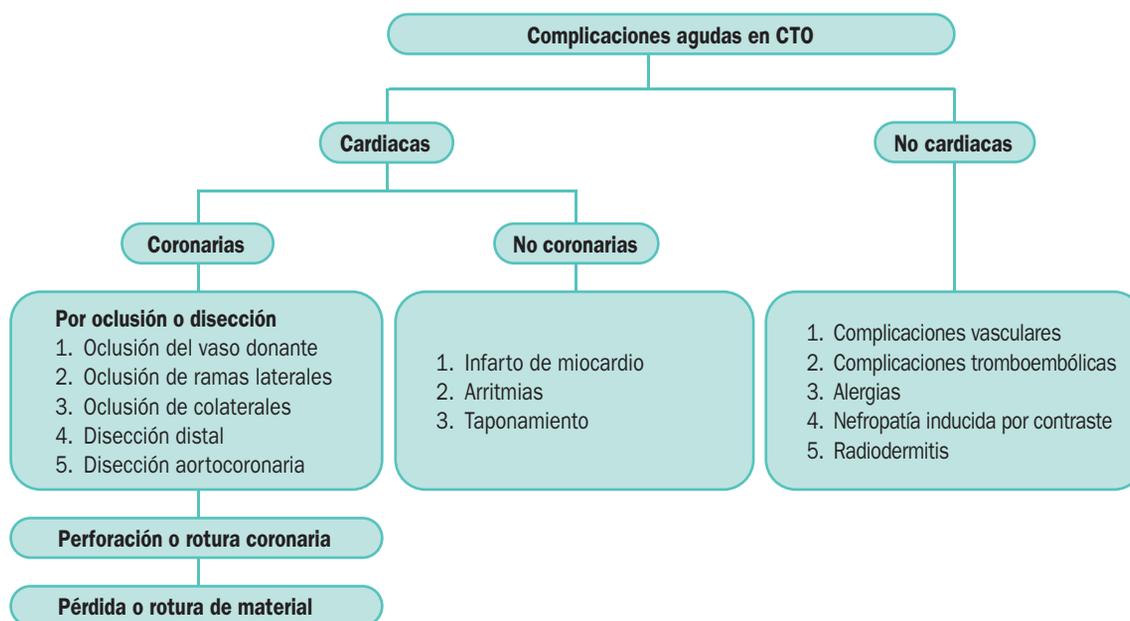
En la Tabla 27.12 se resume la tasa de complicaciones intrahospitalarias más frecuentes.

La mayoría de complicaciones asociadas al intervencionismo de las CTO son las piamente relacionadas con el

intervencionismo coronario percutáneo (descritas en el capítulo correspondiente). En la Figura 27.45 se resumen las posibles clasificaciones de las complicaciones de las CTO.

**Tabla 27.12.** Complicaciones intrahospitalarias de las CTO (adaptación con datos de la Clínica Mayo y los registros EURO-CTO y OPEN-CTO).

Complicaciones intrahospitalarias	ICP no CTO (%)	ICP CTO (%)
• Muerte	0,14	0,2-0,9
• IAM con onda Q	0,02	2,5
• ACV	0,04	0,01
• Cirugía emergente	0,03	0,1
• Perforación coronaria	0,38	2-4,8



**Figura 27.45.** Complicaciones de las CTO (adaptación de *The Interventional Cardiac Catheterization Handbook*).

Si siguiendo el citado esquema, a continuación profundizaremos en las complicaciones más graves y que tienen una relación más estrecha con las CTO.

## 7.2. Perforación y rotura coronaria

La perforación coronaria es una de las complicaciones más temidas en el intervencionismo de las CTO. La incidencia estimada es en torno al 2,9 % [111] frente al intervencionismo coronario convencional, que es en torno al 0,2 % [114].

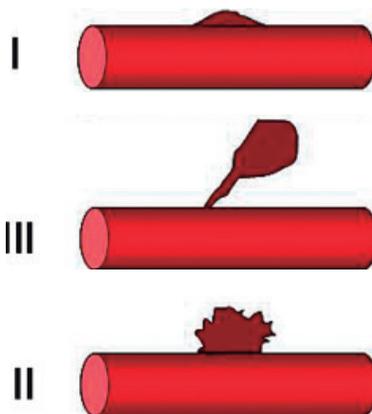
La progresión a taponamiento cardíaco se da en aproximadamente el 10 % de los pacientes con perforación coronaria [111]. En otro análisis reciente de 1.811 casos de cinco centros de alto volumen europeos [115], se produjo en el 5,5 % de los procedimientos; más de la mitad de los casos requirieron tratamiento y en un 20 % se produjo taponamiento. No obstante, la mayoría de perforaciones coronarias son autolimitadas y se pueden manejar sin que progresen al taponamiento cardíaco. La incidencia de perforación coronaria y taponamiento son mayores en intentos fallidos que en recanalizaciones exitosas de las CTO (10,7 % vs. 4,7 % [111];

esta tasa de perforación es mayor en el abordaje retrógrado frente al anterógrado (4,7 % vs. 2,1 %), pero la tasa de taponamiento cardiaco es similar en sendos abordajes <sup>[112]</sup>.

Las perforaciones coronarias se clasifican de acuerdo con los criterios de Ellis (Tabla 27.13) <sup>[116]</sup>:

Tabla 27.13. Clasificación de Ellis.

Tipo	Descripción	Comentario
I	Cráter extraluminal sin extravasación.	«Benigna», raramente produce taponamiento.
II	Infiltración miocárdica o pericárdica sin extravasación de contraste en pericardio.	
III	Extravasación a través de un jet visible ( $\geq 1$ mm).	Alto riesgo de taponamiento. Incremento de mortalidad.
IIIA	Extravasación a pericardio.	Alto riesgo de perforación aguda.
IIIB o (III-CS)	Extravasación o comunicación con una cavidad (aurícula, ventrículo o seno coronario).	Más «benigno» que IIIA. Posible formación de fístula.



Los mecanismos y el manejo consiguiente de la perforación coronaria van a depender de la localización de la misma: vaso principal (por ejemplo, cerca de la CTO), vaso distal y vaso donante.

- Vaso principal.** Puede producirse tanto en procedimientos anterógrados como retrógrados. La perforación de la guía por sí sola en la escalada anterógrada de guías o mediante técnicas de disección y reentrada suelen ser autolimitadas y rara vez provocan derrame pericárdico o taponamiento cardiaco. Sin embargo, si se avanza un balón u otro dispositivo (por ejemplo, un stent) tras la perforación con la guía, el riesgo de derrame y taponamiento aumenta de forma exponencial. La extravasación de contraste puede no ser evidente hasta que se infla el balón o se despliega el stent.
- Vaso distal.** Se produce típicamente tras cruzar la CTO durante el abordaje anterógrado. Una de las razones por las que la inyección bilateral es esencial en el manejo de las CTO es la capacidad para delinear el curso natural del vaso e identificar ramas distales al muñón distal. Tras cruzar la CTO, el avance de la guía al vaso distal puede producir la perforación del vaso. Este escenario

sucede más a menudo cuando se avanza la guía hacia una rama pequeña en el vaso distal. Es importante recordar cambiar las guías de mayor gramaje, poliméricas y/o con acabado en punta por guías «de trabajo» inmediatamente tras cruzar la lesión; la reentrada en la luz verdadera minimiza el riesgo de perforación distal.

- Colaterales.** Es una complicación exclusiva del abordaje retrógrado. La progresión a taponamiento cardiaco va a depender de la localización del vaso colateral (septal vs. epicárdico). Normalmente se produce debido al avance de la guía y/o dispositivos al intentar alcanzar el muñón distal. Para facilitar el paso al vaso diana, algunos operadores pueden dilatar los vasos colaterales, lo que también puede conducir a la perforación del vaso.
  - La perforación de colaterales septales rara vez produce taponamiento cardiaco <sup>[117]</sup>. No obstante, la perforación con la guía de una septal suele producir un hematoma en la pared septal, aunque se considere un evento «benigno». También es posible que la perforación de la septal drene a cualquiera de las cámaras cardiacas (incluido el seno coronario). Sin embargo, tampoco en estos casos la evolución es mala <sup>[118]</sup>.

El hematoma de la pared septal se identifica con relativa facilidad mediante ecocardiografía transtorácica. La mayoría suelen ser asintomáticos; no obstante, pueden llegar a producir dolor torácico y, en muy raras ocasiones, en casos de gran tamaño, bloqueo auriculoventricular [115,119-120]. De forma excepcional, se han descrito casos de rotura de la pared septal por progresión del hematoma, requiriendo tratamiento percutáneo o quirúrgico [121].

- b. La perforación de colaterales epicárdicas tiene un riesgo muy elevado de derrame pericárdico y taponamiento cardiaco. Clave a la hora del manejo es reconocer que la colateral tiene acceso a dos flujos sanguíneos, el retrógrado y el anterógrado. En estos casos, la medida inicial será ocluir con un balón la colateral epicárdica perforada o su vaso donante; posteriormente, debemos abordar la perforación retro y anterógradamente para intentar lograr una adecuada hemostasia, ya sea con microcatéteres con succión para colapsar el vaso perforado y/o con dispositivos de embolización. Todo lo anterior sirve en el supuesto de que hayamos conseguido recanalizar la CTO. Si el sangrado continúa, es probable que se requiera de cirugía emergente.

El tratamiento ha de centrarse en el sellado de la perforación, la pericardiocentesis en los casos en que sea necesaria, sin olvidar la estabilización hemodinámica y el soporte ventilatorio si es necesario. A continuación, se describen de forma resumida las opciones terapéuticas disponibles.

- **Administración de protamina** para revertir el efecto de la heparina, teniendo en cuenta que se está produciendo un sangrado activo a pericardio. Ajustar la dosis en función del ACT si es posible; las administraciones muy rápidas pueden tener efectos hemodinámicos y un exceso puede conllevar una trombosis aguda del stent implantado o incluso generalizada.
- **Inflados prolongados con balón**, transitorios, generalmente para estabilizar al paciente. Hay que ser muy cauteloso, ya que inflados prolongados en segmentos proximales/medios pueden provocar isquemia importante. La disponibilidad de balones con posibilidad de perfusión distal para minimizar la isquemia es una opción aceptable. Generalmente, combinado con la medida anterior, después de varios minutos [111-116], se valora angiográficamente si persiste el sangrado; en ocasiones esta medida puede ser suficiente.
- **Implante de stent recubierto**. Se trata de un método de sellado muy eficaz, sobre todo en el caso de roturas en segmentos proximales y medios. El más utilizado hasta hace pocos años era el Graftmaster Stent® (Abbott Vascular), pero suele tener menor navegabilidad que los dispositivos más modernos, no siendo sencillo llegar hasta la zona de rotura. En ocasiones, puede ser útil avanzar otro catéter guía con un acceso vascular adicional (técnica de *ping-pong*) para evitar los intercambios de material y simplificar su implante. Como alternativa a este, se han empleado stents recubiertos con malla polimérica poro-

sa, que originariamente se idearon para la exclusión de material trombótico cuando este es muy abundante en los eventos coronarios agudos, como el stent MGuard® (InspireMD), pero que en ocasiones se han usado para solventar una rotura coronaria. Actualmente disponemos asimismo de nuevas generaciones de stents recubiertos, como el Stent de Pericardio (ITGI Medical), JoStent Graft® (Jomed International), Direct-Stent® (InSitu Tech. Inc.), Papyrus® (Biotronik), todos ellos con mucho mejor perfil de cruce, siendo actualmente el stent Papyrus® el más utilizado en caso de roturas coronarias.

- **Embolización distal** en el caso de perforaciones coronarias de segmentos distales. Se pueden utilizar coils (Figura 27.46), trombina o grasa subcutánea del propio paciente a través de un microcatéter para ocluir el vaso. En los casos de oclusiones crónicas se debe tener en cuenta la circulación colateral, ya que, en ocasiones, es preciso realizar una oclusión y embolización doble. Es importante conocer bien el manejo de los coils debido a que su uso es excepcional, y cuando es preciso, se implantan frecuentemente en situación de inestabilidad hemodinámica, que exigen rapidez y destreza en el implante.

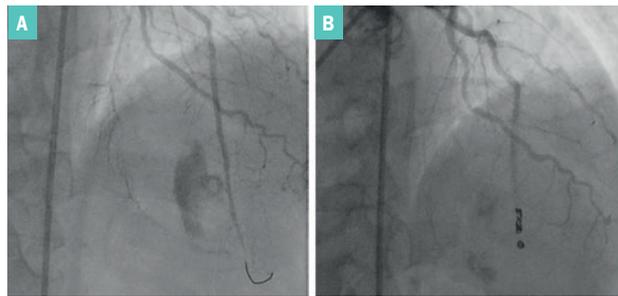


Figura 27.46. A: Perforación en DA distal; B: DA distal ocluida por coils, sin sangrado.

- **Cirugía**. En los casos más extremos, si el sangrado persiste a pesar de todas estas medidas, puede ser necesaria.

Las complicaciones resultantes de una perforación pueden no manifestarse hasta horas o días después de la intervención. Por lo tanto, el umbral para la detección de cualquier síntoma resulta esencial tras un procedimiento de este tipo. Es fundamental la búsqueda activa de derrame pericárdico y la seriación de ecocardiogramas.

### 7.3. Otras complicaciones coronarias

Excluyendo la temida perforación, el resto de complicaciones coronarias suelen por disección u oclusión del vaso. Las generalidades de ambos mecanismos se explican en las páginas correspondientes, centrándonos a continuación en la localización del vaso por las implicaciones en el manejo de la complicación en el abordaje de la CTO.

### a. Daño del vaso donante

El daño del vaso donante requiere la identificación y manejo inmediatos, ya que puede conllevar rápidamente isquemia extensa y deterioro hemodinámico. En un metaanálisis de CTO abordadas por vía retrógrada [123], el daño del vaso donante se produjo en el 2 % de las CTO tratadas. El daño puede producirse debido a la disección provocada por el avance excesivo del catéter, por ejemplo, durante la externalización de la guía en abordajes retrógrados. Es fundamental prestar atención a la posición del catéter guía, especialmente durante la extracción del equipo, ya que puede producir un avance profundo del catéter guía y lesionar el vaso [117]. El flujo del vaso donante también puede verse comprometido por trombosis del catéter o del vaso cuando se tienen ACT persistentemente infraterapéuticos, o bien por falta de limpieza regular del catéter guía, particularmente tras *trapping*.

Para prevenir esta complicación se ha de prestar una atención exquisita a la posición de los catéteres y a la curva de presión. Por este motivo, los catéteres guía con orificios laterales no deben utilizarse en el vaso donante, ya que pueden enmascarar la amortiguación de la presión y la isquemia consecuente. Se deben mantener ACT por encima de 300" para procedimientos anterógrados y de 350" para los retrógrados, verificando de forma periódica y cada menos tiempo de lo habitual (cada 30 minutos idealmente). Por una razón obvia, no debemos realizar procedimientos por vía retrógrada si el vaso donante tiene enfermedad significativa; en este caso tenemos que tratar en un primer procedimiento dichas lesiones. En casos puntuales se puede realizar en un mismo procedimiento, pero siendo muy cuidadosos a la hora de avanzar los microcatéteres y es muy recomendable manejar una guía de «seguridad» en el vaso donante para facilitar el tratamiento en el caso de complicaciones.

En la mayoría de los casos, la lesión del vaso donante conlleva la suspensión del abordaje de la CTO, ya que debe centrarse el esfuerzo en restaurar la permeabilidad del vaso donante, pudiendo ser necesario incluso soporte hemodinámico. En el caso de disección del vaso donante, el tratamiento es el habitual, implantar un stent, idealmente sobre la guía de seguridad. En caso de trombosis, la trombectomía y el uso de antiplaquetarios i.v. pueden ser necesarios.

### b. Compromiso de ramas laterales

La oclusión de ramas laterales suele producirse cuando se llevan a cabo estrategias de disección subintimal y reentrada, pero también se puede producir durante el implante del stent tras cruzar la CTO. Se asocian con mayor riesgo de infarto periprocedimiento. La inyección bilateral del vaso objetivo y donante es mandatoria para la adecuada visualización de cualquiera de las ramas asociadas con la CTO [110].

Cuando se avanza una guía subintimal por un plano de disección, pasado al muñón distal, la reentrada suele realizarse en las inmediaciones de una rama lateral [123]. Por ello, existe riesgo de oclusión permanente de ramas laterales y daño del vaso diana distal con técnicas de disección y

reentrada. De esta forma, debemos servirnos de técnicas específicas y de dispositivos de cruce y reentrada (como los sistemas CrossBoss® y Stingray®; Boston Scientific, MN, EE. UU.) para facilitar el cruce y minimizar el riesgo de oclusión de ramas laterales. Como es lógico, debe limitarse la extensión de la disección subintimal siempre que sea posible, ya que también se asocian con mayores tasas de reestenosis y reoclusión del vaso principal. En ocasiones, en ramas de gran tamaño, puede plantearse el uso de catéteres de doble lumen para pasar una guía a la rama lateral antes del implante del stent en el vaso principal. En el caso de pérdida de la rama, la imagen intravascular puede ser de utilidad para determinar el mecanismo de pérdida de la rama y facilitar su apertura.

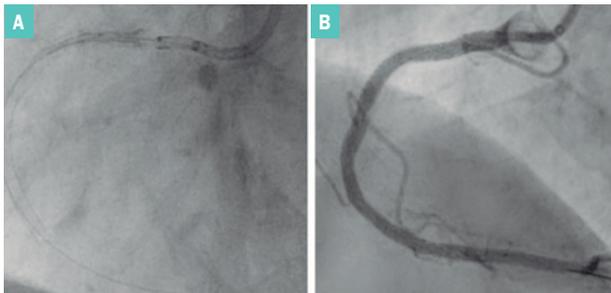
### c. Disección distal del vaso diana

La disección distal del vaso diana puede surgir de planos de disección subintimal largos, donde la posición de la guía es desconocida o la reentrada proximal no es exitosa. Las técnicas de reentrada y disección también pueden provocar un hematoma subintimal, que puede expandirse y provocar el compromiso de ramas laterales o el vaso distal. El abordaje retrógrado debe considerarse en pacientes con apropiados vasos colaterales y ramas de gran tamaño localizadas cerca o en el muñón distal de la CTO. La imagen intravascular con ultrasonidos y OCT puede minimizar las complicaciones en el vaso diana mediante el seguimiento del trayecto de la guía. Debemos evitar realizar inyecciones cuando estemos en el espacio subintimal para no aumentar la zona de disección. La trombosis del vaso diana es una complicación rara. Cuando se crea un plano de disección, puede darse un periodo largo de tiempo en el que no se realicen inyecciones anterógradas y se pueden formar trombos en el catéter guía. Para evitar esta complicación, antes de llevar a cabo ninguna inyección tras la realización de técnicas de este tipo debemos purgar completamente el catéter guía con el fin de evitar la inyección de trombos.

### d. Pérdida o rotura de material

Aunque se trata de una complicación poco común [124-125], se considera potencialmente grave, ya que puede ocasionar la oclusión definitiva del vaso. El dispositivo embolizado con mayor frecuencia es el stent. La calcificación extrema y la gran tortuosidad de algunas CTO deben hacernos extremar la precaución a la hora de avanzar el equipo de CTO. La preparación previa cuidadosa (balones no compliantes, de corte, Shockwave®, rotablación, cuando sean necesarios) nos ayudará a evitar esta temida complicación. Con respecto al resto del material, debemos evitar las rotaciones excesivas de la guía y el microcatéter. Se recomienda el uso de fresas más pequeñas y las desaceleraciones repentinas. Verificar la transmisión de la torsión a la punta de la guía y alternar la rotación del microcatéter en sentido horario y antihorario puede ayudar a minimizar el riesgo de pérdida o atrapamiento. En caso de producirse la pérdida de equipo, debemos tomar rápidamente la decisión de intentar recuperar el material o «aplastarlo» contra la pared del vaso.

En ocasiones es posible recuperar el material con un lazo. No obstante, en un porcentaje elevado de ocasiones es necesario desplegar el stent en el lugar donde se ha desinsertado (si aún es posible hacerlo) o «aplastarlo» mediante otra endoprótesis contra la pared del vaso para evitar la embolización distal e incluso la lesión u oclusión del vaso (Figura 27.47). El uso de la imagen intravascular en estos casos es fundamental para asegurar un resultado óptimo. En casos extremos, puede quedar material embolizado a nivel distal en territorios de poco riesgo, manteniendo una actitud conservadora. Sin embargo, en otras ocasiones es necesaria la extracción quirúrgica (si bien es cierto que en pocos casos).



**Figura 27.47.** A: Se visualiza stent sin expandir desinsertado en CDP; B: Resultado final tras conseguir dilatar el stent.

#### e. Disección aortocoronaria

Como ya hemos comentado, a menudo se utilizan catéteres guía rígidos o de forma agresiva para dar adecuado soporte, lo cual puede aumentar el riesgo de daño aórtico. La incidencia de disección aórtica en el abordaje de CTO es baja (< 1 %) y suele limitarse a los senos de Valsalva (25). Históricamente, la disección aórtica iatrogénica está asociada con alta mortalidad (en torno al 35 %) y tasa elevada de IM (15 %) (33). Sin embargo, la presentación clínica de la disección puede ser insidiosa: los pacientes pueden no presentar los síntomas clásicos; los síntomas «atípicos» o la ausencia de dolor torácico (25 %) son comunes. El compromiso hemodinámico se da aproximadamente en una cuarta parte de los pacientes. Es importante considerar la disección en pacientes con colapso hemodinámico repentino y/o con isquemia durante la ICP. La atención meticulosa de la posición del catéter guía puede minimizar el riesgo. Nunca se debe inyectar contraste con la presión amortiguada. Se sigue la **clasificación de Dunning**:

- **Tipo I.** Limitadas al seno de Valsalva.
- **Tipo II.** Abarcan menos de 40 mm de aorta ascendente.
- **Tipo III.** Abarcan más de 40 mm de aorta ascendente.

El tratamiento es generalmente conservador (control de la PA, reversión de la anticoagulación), ya que la mayoría se resuelven con necesidad de más medidas. En los casos

de progresión retrógrada desde el ostium de la coronaria, la elección es el implante de un stent para sellar la puerta de entrada; posteriormente se recomienda delimitar la extensión mediante TC. En los casos de progresión y/o compromiso de los troncos supraaórticos, si hay taponamiento cardiaco o rotura aórtica, así como la inestabilidad hemodinámica, se recomienda la cirugía.

## 7.4. Complicaciones no coronarias

### a. Infarto de miocardio (IM)

En el abordaje de las CTO, el infarto periprocedimiento puede suceder a raíz de cualquiera de las complicaciones que hemos explicado previamente y es una de las complicaciones más frecuentes [111]. Aproximadamente un 2,5 % de los pacientes sometidos a desobstrucción de una CTO tienen un infarto de miocardio. La tasa de IM periprocedimiento varía entre estudios (0-19,4 %), en gran parte debido a la variabilidad en la práctica de la medición rutinaria de biomarcadores cardiacos tras la ICP. Las tasas de IM periprocedimiento son similares entre los abordajes antero y retrógrado, así como en los intentos fallidos y exitosos [111]. Además, la trombosis aguda del stent es una complicación rara de una CTO (< 0,5 %) [111]. Las consecuencias a largo plazo de los IM periprocedimientos aún no se conocen bien. A pesar de una reducción en la mortalidad global, la recanalización de una CTO no se asocia con un menor riesgo de IM a largo plazo [109-111].

### b. Otras complicaciones cardiacas

Arritmias, taponamiento, etc. Se ven en las páginas correspondientes.

## 7.5. Complicaciones no cardiacas

### a. Nefropatía inducida por contraste (NIC)

Tras la ICP, la NIC es una causa importante de morbilidad y mortalidad. En las CTO las tasas de NIC oscilan entre el 2,4 y el 18,1 %. Sin embargo, solo se informa en el 20 % de los estudios publicados sobre las complicaciones de la ICP en CTO. Además, varían mucho la definición empleada, el tipo de pacientes y el tipo de contraste utilizado. Por todo ello la estimación está probablemente infraestimada [111]. La prevención de la NIC es importante en todos los pacientes sometidos a ICP, pero la estrategia de tratamiento preventiva sigue siendo controvertida. Lo que sí podemos inferir es que a medida que crece la experiencia de los operadores en CTO se debería disminuir la necesidad de mayores volúmenes de contraste; las inyecciones repetidas de contraste, especialmente a través de la vía anterógrada, se vuelven innecesarias y frecuentemente perjudiciales. Los procedimientos retrógrados generalmente requieren menos contraste. Por ello, en un paciente con opción antero y retrógrada, e insuficiencia renal significativa, puede preferirse el abordaje retrógrado.

## b. Radiodermatitis

Las ICP en CTO requieren tiempos de fluoroscopia más prolongados en comparación con ICP convencionales (44). Si bien es verdad que es una complicación poco frecuente, tiene un gran impacto en los pacientes afectados. En un metaanálisis reciente, se notificó lesión por radiación en tres casos de 2.857 pacientes, pero se informa con poca frecuencia en los estudios de ICP en CTO <sup>[111]</sup>. El riesgo de radiodermatitis depende de la dosis y existe una amplia variabilidad con respecto a la dosis de radiación en función de operadores y centros <sup>[126-127]</sup>. Con dosis de 2 Gy puede producirse un eritema transitorio, mientras que con dosis mayores se produce la pérdida de vello permanente (7 Gy) o incluso zonas de necrosis tardía (12 Gy). Los pacientes con más de 5 Gy deben ser evaluados de dos a cuatro semanas para detectar lesiones cutáneas y realizar un seguimiento durante, al menos, un año. Además, los operadores deben tomar medidas para minimizar la exposición durante la ICP de CTO (cambios de posición del rayo de manera frecuente, minimizar los cines, evitar ángulos pronunciados y modos de magnificación, etc.). En centros con experiencia en OCT suelen existir protocolos de derivación a dermatología a partir de ciertas dosis (3 Gy o 500 Gy/cm<sup>2</sup>), con seguimientos de entre dos a cuatro semanas tras el procedimiento.

## 7.6. Cuándo debemos parar

Ya antes de comenzar el procedimiento debemos tener pensado el límite del mismo, ya que son procedimientos generalmente largos, con alta necesidad de radiación y contraste, así como de concentración del operador. Podemos resumirlo en los siguientes puntos:

- 1. Extravasación de contraste o perforaciones de pequeño tamaño.** Es importante saber reconocer este momento para detenerse, o bien solicitar ayuda a un operador más experimentado para reentrar en la luz verdadera, ya que las opciones de recanalizar la arteria pueden verse definitivamente truncadas si persistimos en el empeño. En caso de no conseguir canalizar la luz verdadera se puede posponer el procedimiento de seis a ocho semanas hasta que la disección quede sellada.
- 2. Nefropatía por contraste.** Cuando se ha administrado una elevada dosis (> 400 cc), es recomendable dar al paciente tiempo de recuperación e intentar un nuevo procedimiento en tres semanas. Nunca debemos superar los 600 cc de contraste.
- 3. Radiación.** Procedimientos muy prolongados que aumentan de forma clara la exposición tanto del paciente como del equipo. Algunos autores abogan por parar si no se ha conseguido atravesar la oclusión en 60-90' de fluoroscopia.

## Referencias bibliográficas

- Sianos, G., Werner, S., Galassi, A. et al. (2012). European perspective in the recanalisation of Chronic Total Occlusions (CTO): consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention*, 8: 139-145.
- Ybarra, L. F., Rinfret, S., Brilakis, E. S. et al.; Chronic Total Occlusion Academic Research Consortium (2021). Definitions and Clinical Trial Design Principles for Coronary Artery Chronic Total Occlusion Therapies: CTO-ARC Consensus Recommendations. *Circulation*, 2021 Feb 2, 143(5): 479-500.
- Fefer, P., Knudtson, M. L., Cheema, A. N. et al. (2012). Current perspectives on coronary chronic total occlusions: the Canadian Multicenter Chronic Total Occlusions Registry. *J Am Coll Cardiol*, 59: 991-997.
- Ramunddal, T., Hoebbers, L., Henriques, J. et al. (2014). Chronic total occlusions in Sweden—a report from the Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry (SCAAR). *PLoS ONE*, 9: e103850.
- Werner, G., Gerald, S., Matthias, H. D. et al. (2010). Contemporary success and complication rates of percutaneous coronary intervention for chronic total coronary occlusions: results from the ALKK quality control registry of 2006. *Eurointervention*, 6: 361-366.
- Grantham, J. A., Marso, S. P. and Spertus, J. (2009). Chronic total occlusion angioplasty in the United States. *JACC Cardiovasc Interv*, 2: 479-478.
- Amat-Santos, I. J., Martin-Yuste, V., Fernández-Díaz, J. A. et al. (2019). Procedural, Functional and Prognostic Outcomes Following Recanalization of Coronary Chronic Total Occlusions. Results of the Iberian Registry. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed.)*, 2019 May, 72(5): 373-382.
- Galassi, A. R., Werner, G. S., Tomasello, S. D., Azzarelli, S., Capodanno, D., Barrano, G. et al. (2010). Prognostic value of exercise myocardial scintigraphy in patients with coronary chronic total occlusions. *J Interv Cardiol*, 23: 139-148.
- Shah, P. B. (2011). Management of coronary chronic total occlusion. *Circulation*, 123: 1780-4.
- Neumann, F. J., Sousa-Uva, M., Ahlsson, A. et al.; ESC Scientific Document Group. (2019). 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J*, 2019 Jan 7, 40(2): 87-165.
- Levine, G. N., Bates, E. R., Blankenship, J. C. et al. (2011). 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*, 58: e44-e122.
- Henriques, J. P., Hoebbers, L. P., Rámunddal, T. et al. (2016). Percutaneous Intervention for Concurrent Chronic Total Occlusions in Patients With STEMI: The EXPLORE Trial. *J Am Coll Cardiol*, 2016 Oct 11, 68(15): 1622-1632.
- Mashayekhi, K., Nührenberg, T. G., Toma, A., et al. (2018). A Randomized Trial to Assess Regional Left Ventricular Function After Stent Implantation in Chronic Total Occlusion: The REVASC Trial. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018 Oct 8, 11(19): 1982-1991.
- Obedinskiy, A. A., Kretov, E. I., Boukhris, M. et al. (2018). The IMPACTOR-CTO Trial. *JACC Cardiovasc Interv*, 11: 1309-11.
- Werner, G. S., Martin-Yuste, V., Hildick-Smith, D. et al. (2018). A randomized multicentre trial to compare revascularization with

- optimal medical therapy for the treatment of chronic total coronary occlusions. *Eur Heart J*, 2018 Jul 7, 39(26): 2484-2493.
16. Lee, S. W., Lee, P. H., Ahn, J. M. et al. (2019). Randomized Trial Evaluating Percutaneous Coronary Intervention for the Treatment of Chronic Total Occlusion. *Circulation*, 2019 Apr 2, 139(14): 1674-1683.
  17. Maeremans, J., Walsh, S., Knaapen, P. et al. (2016). The Hybrid Algorithm for Treating Chronic Total Occlusions in Europe: The RECHARGE Registry. *J Am Coll Cardiol*, 2016 Nov 1; 68(18): 1958-1970.
  18. Christopoulos, G., Karpaliotis, D., Alaswad, K. et al. (2015). Application and Outcomes of a Hybrid Approach to Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention in a Contemporary Multicenter US Registry. *Int J Cardiol*, 2015 Nov 1, 198: 222-228.
  19. Salisbury, A. C., Sapontis, J., Grantham, J. A., Qintar, M., Gosch, K. L., William, L. et al. (2017). Outcomes of Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention in Patients With Diabetes. Insights From the OPEN CTO Registry. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017 Nov 13, 10(21): 2174-2181.
  20. Konstantinidis, N. V., Werner, G. S., Deftereos, S., Di Mario, C., Galassi, A. R., Buettner, J. H. et al. (2018). Temporal Trends in Chronic Total Occlusion Interventions in Europe 17 626 Procedures From the European Registry of Chronic Total Occlusion. *Circ Cardiovasc Interv*, 11: e006229.
  21. Galassi, A. R., Sianos, G., Werner, G. S., Escaned, J., Tomassello, S. D., Boukhris, M. et al. (2015). Retrograde Recanalization of Chronic Total Occlusions in Europe. Procedural, In-Hospital, and Long-Term Outcomes From the Multicenter ERCTO Registry. *J Am Coll Cardiol*, 2015 Jun 9; 65(22): 2388-400.
  22. Safley, D. M., Grantham, J., Jones, P. G. and Spertus, J. (2012). Health Status benefits of angioplasty for chronic total occlusions – an analysis from the OPS/PRISM studies. *J Am Coll Cardiol*, 59: E101.
  23. Werner, G. S., Surber, R., Ferrari, M., Fritzenwanger, M. and Figulla, H. R. (2006). The functional reserve of collaterals supplying long-term chronic total coronary occlusions in patients without prior myocardial infarction. *Eur Heart J*, 27: 2406-12.
  24. Sachdeva, R., Agrawal, M., Flynn, S. E., Werner, G. S. and Uretsky, B. F. (2014). The myocardium supplied by a chronic total occlusion is a persistently ischemic zone. *Catheter Cardiovasc Interv*, 83:9-16.
  25. Kirschbaum, S. W., Baks, T., Van den Ent, M. et al. (2008). Evaluation of left ventricular function three years after percutaneous recanalization of chronic total coronary occlusions. *Am J Cardiol*, 101: 179-85.
  26. Cheng, A. S., Selvanayagam, J. B., Jerosch-Herold, M. et al. (2008). Percutaneous treatment of chronic total coronary occlusions improves regional hyperemic myocardial blood flow and contractility: insights from quantitative cardiovascular magnetic resonance imaging. *JACC Cardiovasc Interv*, 1: 44-53.
  27. Werner, G. S., Surber, R., Kuethe, F. et al. (2005). Collaterals and the recovery of left ventricular function after recanalization of a chronic total coronary occlusion. *Am Heart J*, 149: 129-37.
  28. Sirnes, P. A., Myreng, Y., Molstad, P., Bonarjee, V. and Golf, S. (1998). Improvement in left ventricular ejection fraction and wall motion after successful recanalization of chronic coronary occlusions. *Eur Heart J*, 19: 273-81.
  29. Piscione, F., Galasso, G., De Luca, G. et al. (2005). Late reopening of an occluded infarct related artery improves left ventricular function and long term clinical outcome. *Heart*, 91: 646-51.
  30. Cardona, M., Martin, V., Prat-Gonzalez, S. et al. (2016). Benefits of chronic total coronary occlusion percutaneous intervention in patients with heart failure and reduced ejection fraction: insights from a cardiovascular magnetic resonance study. *J Cardiovasc Magn Reson*, 18: 78.
  31. Di Marco, A., Paglino, G., Oloriz, T. et al. (2015). Impact of a chronic total occlusion in an infarct-related artery on the long-term outcome of ventricular tachycardia ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 26: 532-9.
  32. Chi, W. K., Gong, M., Bazoukis, G.; International Health Informatics Study (IHIS) Network (2018). Impact of Coronary Artery Chronic Total Occlusion on Arrhythmic and Mortality Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Clin Electrophysiol*, 2018 Sep, 4(9): 1214-1223.
  33. Nombela-Franco, L., Iannaccone, M., Anguera, I. et al. (2017). Impact of Chronic Total Coronary Occlusion on Recurrence of Ventricular Arrhythmias in Ischemic Secondary Prevention Implantable Cardioverter-Defibrillator Recipients (VACTO Secondary Study): Insights From Coronary Angiogram and Electrogram Analysis. *JACC Cardiovasc Interv*, 10: 879-888.
  34. Jones, D. A., Weerackody, R., Rathod, K. et al. (2012). Successful recanalization of chronic total occlusions is associated with improved long-term survival. *JACC Cardiovasc Interv*, 5: 380-8.
  35. George, S., Cockburn, J., Clayton, T. C. et al. (2014). Long-term follow-up of elective chronic total coronary occlusion angioplasty: analysis from the U.K. Central Cardiac Audit Database. *J Am Coll Cardiol*, 64: 235-43.
  36. Joyal, D., Afilalo, J. and Rinfret, S. (2010). Effectiveness of recanalization of chronic total occlusions: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J*, 160: 179-87.
  37. Khan, M. F., Wendel, C. S., Thai, H. M. and Movahed, M. R. (2013). Effects of percutaneous revascularization of chronic total occlusions on clinical outcomes: a meta-analysis comparing successful versus failed percutaneous intervention for chronic total occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv*, 82: 95-107.
  38. Hoebbers, L. P., Claessen, B. E., Elias, J., Dangas, G. D., Mehran, R. and Henriques, J. P. (2015). Meta-analysis on the impact of percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions on left ventricular function and clinical outcome. *Int J Cardiol*, 187: 90-6.
  39. Stein, J. H., Weiss, M. B., Ro, J. H. and Herman, M. V. (1984). Percutaneous transluminal coronary angioplasty of a coronary artery with a total occlusion. *Arch Intern Med*, 144: 1875-1877.
  40. Holmes, D. R. Jr., Vlietstra, R. E., Reeder, G. S. et al. (1984). Angioplasty in total coronary artery occlusion. *J Am Coll Cardiol*, 3: 845-849.
  41. Brilakis, E. S., Grantham, J. A., Rinfret, S. et al. (2012). A percutaneous treatment algorithm for crossing coronary chronic total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv*, 5: 367-379.
  42. Rangan, B. V., Kostia, A., Christopoulos, G. et al. (2014). The Hybrid Approach to Intervention of Chronic Total Occlusions. *Curr Cardiol Rev*, 11: 299-304.
  43. Singh, M., Bell, M. R., Berger, P. B. and Holmes, Jr. D. R. (1999). Utility of bilateral coronary injections during complex coronary angioplasty. *J Invasive Cardiol*, 11: 70.
  44. Maeremans, J., Spratt, J. C., Knaapen, P. et al. (2018). Towards a Contemporary, Comprehensive Scoring System for Determining

Technical Outcomes of Hybrid Percutaneous Chronic Total Occlusion Treatment: The RECHARGE Score. *Catheter Cardiovasc Interv*, 91: 192-202.

45. Kahn, J. K. and Hartzler, G. O. (1990). Retrograde coronary angioplasty of isolated arterial segments through saphenous vein bypass grafts. *Catheter Cardiovasc Diagn*, 20: 88-93.
46. Christopoulos, G., Karpaliotis, D., Alaswad, K. et al. (2015). Application and outcomes of a hybrid approach to chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in a contemporary multicenter US registry. *Int J Cardiol*, 198: 222-228.
47. Wilson, W. M., Walsh, S. J., Yan, A. T. et al. (2016). Hybrid approach improves success of chronic total occlusion angioplasty. *Heart*, 102: 1486-1493.
48. Christopoulos, G., Wyman, R. M., Alaswad, K. et al. (2015). Clinical utility of the Japan-Chronic total occlusion score in coronary chronic total occlusion interventions: results from a multicenter registry. *Circ Cardiovasc Interv*, 8: e002171.
49. Stetler, J., Karatasakis, A., Christakopoulos, G. E. et al. (2016). Impact of crossing technique on the incidence of periprocedural myocardial infarction during chronic total occlusion percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv*, 88: 1-6.
50. Karpaliotis, D., Karatasakis, A., Alaswad, K. et al. (2016). Outcomes with the use of the retrograde approach for coronary chronic total occlusion interventions in a contemporary multicenter US registry. *Circ Cardiovasc Interv*, 9: 21-25.
51. El Sabbagh, A., Patel, V. G., Jeroudi, O. M. et al. (2014). Angiographic success and procedural complications in patients undergoing retrograde percutaneous coronary chronic total occlusion interventions: a weighted meta-analysis of 3,482 patients from 26 studies. *Int J Cardiol*, 174: 243-248.
52. Yamane, M., Muto, M., Matsubara, T. et al. (2013). Contemporary retrograde approach for the recanalisation of coronary chronic total occlusion: on behalf of the Japanese Retrograde Summit Group. *EuroIntervention*, 9: 102-109.
53. Daniels, D. V., Banerjee, S., Alaswad, K. et al. (2018). Safety and efficacy of the hybrid approach in coronary chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: The Hybrid Video Registry. *Catheter Cardiovasc Interv*, 91: 175-179.
54. Tanaka, Y., Moriyama, N., Ochiai, T. et al. (2017). Transradial coronary interventions for complex chronic total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv*, 10: 235-243.
55. Dautov, R., Ribeiro, H. B., Abdul-Jawad Altisent, O. et al. (2016). Effectiveness and Safety of the Transradial 8 F Seathless Approach for Revascularization of Chronic Total Occlusions. *Am J Cardiol*, 118: 785-789.
56. Unzué, L., Hernández, F., Velázquez, M. T. et al. (2012). Utilización del catéter Guideliner® en angioplastias coronarias complejas. *Rev Esp Cardiol*, 65: 484-485.
57. Huang, Z., Zhang, B., Chai, W. et al. (2017). Usefulness and safety of a novel modification of the retrograde approach for the long tortuous chronic total occlusion of coronary arteries. *Int Heart J*, 58: 351-356.
58. Colombo, A., Mikhail, G. W., Michev, I. et al. (2005). Treating chronic total occlusions using subintimal tracking and reentry; the STAR technique. *Catheter Cardiovasc Interv*, 64: 407-11.
59. Papayannis, A., Banerjee, S. and Brilakis, E. S. (2012). Use of the Crossboss catheter in coronary chronic total occlusion due to in-stent restenosis. *Catheter Cardiovasc Interv*, 80: e30-6.
60. Tajti, P., Karpaliotis, D., Alaswad, K. et al. (2018). The hybrid approach to chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: update from the PROGRESS CTO (Prospective Global Registry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention) registry. *JACC Cardiovasc Interv*, 23: 1325-35.
61. Sapontis, J., Salisbury, A. C., Yeh, R. W. et al. (2017). Early procedural and health status outcomes after chronic total occlusion angioplasty: a report from the OPEN-CTO registry (Outcomes, Patient Health Status, and Efficiency in Chronic Total Occlusion Hybrid Procedures). *J Am Coll Cardiol Interv*, 10: 1523-34.
62. Maeremans, J., Walsh, S., Knaapen, P. et al. (2016). The hybrid algorithm for treating chronic total occlusions in Europe: the RECHARGE registry. *J Am Coll Cardiol*, 68: 1958-70.
63. Morino, Y., Kimura, T., Hayashi, Y. et al. (2010). In-hospital outcomes of contemporary percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion insights from the J-CTO registry (Multicenter CTO Registry in Japan). *J Am Coll Cardiol Interv*, 3: 143-51.
64. Sianos, G., Werner, G. S., Galassi, A. R. et al. (2012). Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention*, 8: 139-45.
65. Brilakis, E., Grantham, A., Rinfret, S. et al. (2012). A Percutaneous Treatment Algorithm for Crossing Coronary Chronic Total Occlusions. *JACC Interv*, 4: 367-79.
66. Christopoulos, G., Karpaliotis, D., Alaswad, K. et al. (2015). Application and Outcomes of a Hybrid Approach to Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention in a Contemporary Multicenter US Registry. *Int J Cardiol*, 198: 222-8.
67. Harding, S. A., Wu, E. B., Lo, S. et al. (2017). A New Algorithm for Crossing Chronic Total Occlusions From the Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club. *JACC Cardiovasc Interv*, 10: 2135-43.
68. Galassi, A. R., Tomasello, S. D., Reifart, N. et al. (2011). In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCTO (European Registry of Chronic Total Occlusion) registry. *Eurointervention*, 7: 472-9.
69. Morino, Y., Abe, M., Morimoto, T. et al. (2011). Predicting successful guidewire crossing through chronic total occlusion of native coronary lesions within 30 minutes: the J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) score as a difficulty grading and time assessment tool. *JACC Cardiovasc Interv*, 4: 213-21.
70. Christopoulos, G., Wyman, R. M., Alaswad, K. et al. (2015). Clinical Utility of the Japan-Chronic Total Occlusion Score in Coronary Chronic Total Occlusion Interventions: Results from a Multicenter Registry. *Circ Cardiovasc Interv*, 8: e002171.
71. Wilson, W. M., Walsh, S. J., Yan, A. T. et al. (2016). Hybrid approach improves success of chronic total occlusion angioplasty. *Heart*, 102: 1486-93.
72. Brilakis E. Manual of Coronary Chronic Total Occlusion Interventions, 2014. Academic Press, ISBN 9780124201293.
73. Luo, C., Huang, M., Li, J. et al. (2015). Predictors of Interventional Success of Antegrade PCI for CTO. *JACC Cardiovasc Imaging*, 8: 804-13.
74. Sumitsuji, S., Inoue, K., Ochiai, M. et al. (2011). Fundamental wire technique and current standard strategy of percutaneous intervention for chronic total occlusion with histopathological insights. *JACC Cardiovasc Interv*, 4: 941-51.
75. Sumitsuji, S., Inoue, K., Ochiai, M., Tsuchikane, E. and Ikeno, F. (2011). Fundamental wire technique and current standard strategy of percutaneous intervention for chronic total occlusion

- with histopathological insights. *JACC Cardiovasc Interv*, 4(9): 941-951.
76. Whitlow, P. L., Burke, M. N., Lombardi, W. L., Wyman, R. M., Moses, J. W., Brilakis, E. S., Heuser, R. R., Rihal, C. S., Lansky, A. J. and Thompson, C. A. (2012). Use of a novel crossing and re-entry system in coronary chronic total occlusions that have failed standard crossing techniques: Results of the fastctos (facilitated antegrade steering technique in chronic total occlusions) trial. *JACC Cardiovasc Interv*, 5: 393-401.
  77. Colombo, A., Mikhail, G. W., Michev, I., Iakovou, I., Airoldi, F., Chieffo, A., Rogacka, R., Carlino, M., Montorfano, M., Sangiorgi, G. M., Corvaja, N. and Stankovic, G. (2005). Treating chronic total occlusions using subintimal tracking and reentry: The star technique. *Catheter Cardiovasc Interv*, 64: 407-411, discussion 412.
  78. Carlino, M., Godino, C., Latib, A., Moses, J. W. and Colombo, A. (2008). Subintimal tracking and re-entry technique with contrast guidance: A safer approach. *Catheter Cardiovasc Interv*, 72: 790-796.
  79. Galassi, A. R., Tomasello, S. D., Costanzo, L., Campisano, M. B., Barrano, G., Ueno, M., Tello-Montoliu, A. and Tamburino, C. (2012). Mini-star as bail-out strategy for percutaneous coronary intervention of chronic total occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv*, 79: 30-40.
  80. Lombardi, W. L. (2009). Retrograde pci: What will they think of next? *J Invasive Cardiol*, 21: 543.
  81. Tanaka, T., Okamura, A., Iwakura, K., Iwamoto, M., Nagai, H., Yamasaki, T., Sumiyoshi, A., Tanaka, K., Inoue, K., Koyama, Y., Masuyama, T., Ishihara, M. and Fujii, K. (2019). Efficacy and Feasibility of the 3-Dimensional Wiring Technique for Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Intervention First Report of Outcomes of the 3-Dimensional Wiring Technique. *J Am Coll Cardiol Intv*, 12: 545-55.
  82. Kinoshita, Y., Fujiwara, H. and Suzuki, T. (2017). «Slipstream technique»—New concept of intravascular ultrasound guided wiring technique with double lumen catheter in the treatment of coronary total occlusions. *Journal of Cardiology Cases*, 16, 52-55.
  83. Danek, B. A., Karatasakis, A., Karpaliotis, D., Alaswad, K., Yehd, R. W., Jaffer, F. A., Patel, M., Bahadorani, J., Lombardi, W. L., Wyman, M. R., Grantham, J. A., Doing, A., Moses, J. W., Kirtane, A., Parikh, M., Ali, Z. A., Kalra, S., Kandzari, D. E., Lembo, N., Garcia, S., Rangana, B. V., Thompson, C. A., Bannerjee, S. and Brilakis, E. S. (2016). Use of antegrade dissection re-entry in coronary chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in a contemporary multicenter registry. *International Journal of Cardiology*, 214: 428-437.
  84. Maeremans, J. MSc., Dens, J., MD, PhD, Spratt, J. C., MD, Bagnall, A. J., MD, PhD, Stuijzand, W., MD, Nap, A., MD, PhD, Agostoni, P., MD, PhD, Wilson, W., MD, Hanratty, C. G., MD, Wilson, S., MD, Faurie, B., MD, Avran, A., MD; Bressollette, E., MD, Egred, M., MD, Knaapen, P., MD, PhD, Walsh, S., MD; on behalf of the RECHARGE Investigators (2017). Antegrade Dissection and Reentry as Part of the Hybrid Chronic Total Occlusion Revascularization Strategy. A Subanalysis of the RECHARGE Registry (Registry of CrossBoss and Hybrid Procedures in France, the Netherlands, Belgium and United Kingdom). *Circ Cardiovasc Interv*, 10: e004791.
  85. Hasegawa, K., MD, Tsuchikane, E., MD, PhD, Okamura, A., MD, PhD, Fujita, T., MD, Yamane, M., MD, Oikawa, Y., MD, PhD, Suzuki, Y., MD, Igarashi, Y., MD, PhD, Kyo, E., MD, Muramatsu, T., MD (2017). Incidence and impact on midterm outcome of intimal versus subintimal tracking with both antegrade and retrograde approaches in patients with successful recanalisation of chronic total occlusions: J-PROCTOR 2 study. *EuroIntervention*, 12: e1868-e1873.
  86. Walsh, S. (2018). Conventional antegrade versus subintimal Synergy stenting in chronic total occlusions. The CONSISTENT CTO study. Presented at the PCR Congress Scientific Session 2018, Paris.
  87. Di Mario, C., Werner, G. S., Sianos, G., Galassi, A. R., Büttner, J., Dudek, D., Chevalier, B., Lefevre, T., Schofer, J., Koolen, J., Sievert, H., Reimers, B., Fajadet, J., Colombo, A., Gershlick, A., Serruys, P. W. and Reifart, N. (2007). European perspective in the recanalisation of Chronic Total Occlusions (CTO): consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention*, 3(1): 30-43.
  88. Sianos, G., Werner, G. S., Galassi, A. R., Papafaklis, M. I., Escaned, J., Hildick-Smith, D., Christiansen, E. H., Gershlick, A., Carlino, M., Karlas, A., Konstantinidis, N. V., Tomasello, S. D., Di Mario, C. and Reifart, N.; EuroCTO Club (2012). Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention*, 2012 May 15, 8(1): 139-45.
  89. Galassi, A. R., Werner, G. S., Boukhris, M., Azzalini, L., Mashayekhi, K., Carlino, M., Avran, A., Konstantinidis, N. V., Grancini, L., Bryniarski, L., Garbo, R., Bozinovic, N., Gershlick, A. H., Rathore, S., Di Mario, C., Louvard, Y., Reifart, N. and Sianos, G. (2019). Percutaneous recanalisation of chronic total occlusions: 2019 consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention*, 2019 Jun 20, 15(2): 198-208.
  90. Surmely, J. F., Tsuchikane, E., Katoh, O., Nishida, Y., Nakayama, M., Nakamura, S., Oida, A., Hattori, E. and Suzuki, T. (2006). New concept for CTO recanalization using controlled antegrade and retrograde subintimal tracking: the CART technique. *J Invasive Cardiol*, 18(7): 334-338.
  91. Rathore, S., Katoh, O., Tsuchikane, E., Oida, A., Suzuki, T. and Takase, S. (2010). A novel modification of the retrograde approach for the recanalization of chronic total occlusion of the coronary arteries intravascular ultrasound-guided reverse controlled antegrade and retrograde tracking. *JACC Cardiovasc Interv*, 2010 Feb, 3(2): 155-64, doi: 10.1016/j.jcin.2009.10.030
  92. Tsuchikane, E., Katoh, O., Kimura, M., Nasu, K., Kinoshita, Y. and Suzuki, T. (2010). The first clinical experience with a novel catheter for collateral channel tracking in retrograde approach for chronic coronary total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv*. 3: 165-71.
  93. Surmely J. F., Katoh, O., Tsuchikane, E., Nasu, K. and Suzuki T. (2007). Coronary septal collaterals as an access for the retrograde approach in the percutaneous treatment of coronary chronic total occlusions. *Cathet Cardiovasc Interv*, 69: 826-832.
  94. Ho, P. C. and Tsuchikane, E. (2008). Improvement of regional ischaemia after successful percutaneous intervention of bypassed native coronary chronic total occlusion: an application of the CART technique. *J Invasive Cardiol*, 20: 305-308.
  95. Rathore, S., Katoh, O., Matsuo, H., Terashima, M., Tanaka, N., Kinoshita, Y., Kimura, M., Tsuchikane, E., Nasu, K., Ehara, M., Asakura, K., Asakura, Y. and Suzuki T. (2009). Retrograde percutaneous recanalization of chronic total occlusion of the coronary arteries: procedural outcomes and predictors of success in contemporary practice. *Circ Cardiovasc Interv*, 2(2): 124-132, doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.108.838862
  96. Sianos, G., Barlis, P., Di Mario, C., Papafaklis, M. I., Büttner, J., Galassi, A. R., Schofer, J., Werner, G., Lefevre, T., Louvard, Y.,

- Serruys, P. W. and Reifart, N.; EuroCTO Club (2008). European experience with the retrograde approach for the recanalisation of coronary artery chronic total occlusions. A report on behalf of the euroCTO club. *EuroIntervention*, 4: 84-92.
97. Larman, M., Gaviria, K., Sanmartín, J. C. and Lasa, G. (2008). Retrograde angioplasty in chronic total occlusion. *Rev Esp Cardiol*, 2008 Jan, 61(1): 96-7.
98. Rentrop, K. P., Cohen, M., Blanke, H. and Phillips, R. A. (1985). Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion by an angioplasty balloon in human subjects. *J. Am. Coll. Cardiol*, 5(3): 587-592, doi: 10.1016/S0735-1097(85)80380-6
99. Werner, G. S., Ferrari, M., Heinke, S., Kuethe, F., Surber, R., Richartz, B. M. and Figulla, H. R. (2003). Angiographic assessment of collateral connections in comparison with invasively determined collateral function in chronic coronary occlusions. *Circulation*, 107(15): 1972-1977, doi: 10.1161/01.CIR.0000061953.72662.3A
100. Suzuki, Y., Muto, M., Yamane, M., Muramatsu, T., Okamura, A., Igarashi, Y., Fujita, T., Nakamura, S., Oida, A. and Tsuchikane, E. (2017). Independent predictors of retrograde failure in CTO-PCI after successful collateral channel crossing. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2017 Jul, 90(1): E11-E18, doi: 10.1002/ccd.26785. Epub 2016 Sep 21.
101. Yamane, M. (2012). Current percutaneous recanalization of coronary chronic total occlusion. *Rev Esp Cardiol (Engl Ede)*, 2012 Mar, 65(3): 265-77, doi: 10.1016/j.recesp.2011.10.026. Epub 2012 Feb 3. Review. English, Spanish.
102. Gomez-Lara, J., Teruel, L., Homs, S., Ferreiro, J. L., Romaguera, R., Roura, G., Sánchez-Elvira, G., Jara, F., Brugaletta, S., Gomez-Hospital, J. A. and Cequier, A. (2014). Lumen enlargement of the coronary segments located distal to chronic total occlusions successfully treated with drug-eluting stents at follow-up. *EuroIntervention*, 2014 Feb, 9(10): 1181-8.
103. Opolski, M. P., Achenbach, S., Schuhbäck, A., Rolf, A., Möllmann, H., Nef, H., Rixe, J., Renker, M., Witkowski, A., Kepka, C., Walther, C., Schlundt, C., Debski, A., Jakubczyk, M. and Hamm, C. W. (2015). Coronary computed tomographic prediction rule for time-efficient guidewire crossing through chronic total occlusion: insights from the CT-RECTOR multicenter registry (Computed Tomography Registry of Chronic Total Occlusion Revascularization). *JACC Cardiovasc Interv*, 2015 Feb, 8(2): 257-267, doi: 10.1016/j.jcin.2014.07.031. PMID: 25700748.
104. Galassi, A. R., Sumitsuji, S., Boukhris, M., Brilakis, E. S., Di Mario, C., Garbo, R., Spratt, J. C., Christiansen, E. H., Gagnor, A., Avran, A., Sianos, G. and Werner, G. S. (2016). Utility of Intravascular Ultrasound in Percutaneous Revascularization of Chronic Total Occlusions: An Overview. *JACC Cardiovasc Interv*, 9: 1979-91.
105. Tian, N. L., Gami, S. K., Ye, F., Zhang, J. J., Liu, Z. Z., Lin, S., Ge, Z., Shan, S. J., You, W., Chen, L., Zhang, Y. J., Mintz, G. and Chen, S. L. (2015). Angiographic and clinical comparisons of intravascular ultrasound- versus angiography-guided drug-eluting stent implantation for patients with chronic total occlusion lesions: two-year results from a randomised AIR-CTO study. *EuroIntervention*, 10: 1409-17.
106. Kim, B. K., Shin, D. H., Hong, M. K., Park, H. S., Rha, S. W., Mintz, G. S., Kim, J. S., Kim, J. S., Lee, S. J., Kim, H. Y., Hong, B. K., Kang, W. C., Choi, J. H. and Jang, Y.; CTO-IVUS Study Investigators (2015). Clinical Impact of Intravascular Ultrasound-Guided Chronic Total Occlusion Intervention With Zotarolimus-Eluting Versus Biolimus-Eluting Stent Implantation: Randomized Study. *Circ Cardiovasc Interv*, 8: e002592.
107. Gierlotka, M. et al. (2103). Impact of chronic total occlusion artery on 12-month mortality in patients with non-ST-segment elevation myocardial infarction treated by percutaneous coronary intervention (from the PL-ACS Registry). *Int J Cardiol*, 2013 Sep 20, 168(1): 250-4.
108. Ariza-Solé, A. et al. (2014). Prognostic impact of chronic total occlusion in a nonculprit artery in patients with acute myocardial infarction undergoing primary angioplasty. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed.)*, 2014 May, 67(5): 359-66.
109. Tajastra, M. et al. (2012). Comparison of five-year outcomes of patients with and without chronic total occlusion of noninfarct coronary artery after primary coronary intervention for ST-segment elevation acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*, 2012 Jan 15, 109(2): 208-13.
110. Prasad, A., Rihal, C. S. and Lennon, R. J. (2007). Trends in outcomes after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions. A 25-year experience from the Mayo Clinic. *J Am Coll Cardiol*, 49: 1611-8.
111. Patel, V. G., Brayton, K. M. and Tamayo, A. (2013). Angiographic success and procedural complications in patients undergoing percutaneous coronary chronic total occlusion interventions: a weighted meta-analysis of 18,061 patients from 65 studies. *JACC Cardiovasc Interv*, 6: 128-136.
112. Galassi, A. R., Tomasello, S. D., Reifart, N. et al. (2011). In-hospital outcomes of percutaneous coronary intervention in patients with chronic total occlusion: insights from the ERCTO (European Registry of Chronic Total Occlusion) registry. *EuroIntervention*, 7(4), 472-479.
113. Sapontis, J., Salisbury, A. C., Yeh, R. W. et al. (2017). Early procedural and health status outcomes after chronic total occlusion angioplasty. A report from the OPEN-CTO Registry (Outcomes, Patient Health Status, and Efficiency in Chronic Total Occlusion Hybrid Procedures). *J Am Coll Cardiol Interv*, 10: 1523-34.
114. Javadi, A., Buch, A. N., Satler, L. F. et al. (2006). Management and outcomes of coronary artery perforation during percutaneous coronary intervention. *Am. J. Cardiol*, 98(7), 911-914.
115. Azzalini, L., Poletti, E., Ayoub, M., Ojeda, S., Zivelonghi, C., La Manna, A. et al. (2019). Coronary artery perforation during chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: epidemiology, mechanisms, management, and outcomes. *EuroIntervention*, 15: e804-e11.
116. Ellis, S. G., Ajluni, S., Arnold, A. Z. et al. (1994). Increased coronary perforation in the new device era. Incidence, classification, management, and outcome. *Circulation*, 90(6), 2725-2730.
117. Brilakis, E. S., Karpaliotis, D., Patel, V. and Banerjee, S. (2012). Complications of chronic total occlusion angioplasty. *Interv Cardiol Clin*, 1, 373-389.
118. Sachdeva, R., Hughes, B. and Uretsky, B. F. (2010). Retrograde approach to a totally occluded right coronary artery via a septal perforator artery: the tale of a long and winding wire. *J Invasive Cardiol*, 22(4), E65-E66.
119. Lin, T. H., Wu, D. K., Su, H. M. et al. (2006). Septum hematoma: a complication of retrograde wiring in chronic total occlusion. *Int J Cardiol*, 113(2), e64-e66.
120. Fairley, S. L., Donnelly, P. M., Hanratty, C. G. and Walsh, S. J. (2010). Interventricular septal hematoma and ventricular septal defect after retrograde intervention for a chronic total occlu-

sion of a left anterior descending coronary artery. *Circulation*, 122(20), e518-e521.

121. Joyal, D., Thompson, C. A., Grantham, J. A., Buller, C. E. and Rinfret, S. (2012). The retrograde technique for recanalization of chronic total occlusions: a step-by-step approach. *JACC Cardiovasc Interv*, 5(1), 1-11.
122. El Sabbagh, A. et al. (2014). Angiographic success and procedural complications in patients undergoing retrograde percutaneous coronary chronic total occlusion interventions: a weighted meta-analysis of 3,482 patients from 26 studies. *Int J Cardiol*, 174: 243-8.
123. Colombo, A., Mikhail, G. W., Michev, I. et al. (2005). Treating chronic total occlusions using subintimal tracking and reentry: the STAR technique. *Catheter Cardiovasc Interv*, 64(4), 407-411.
124. Utsunomiya, M., Kobayashi, T. and Nakamura, S. (2009). Case of dislodged stent lost in septal channel during stent delivery in complex chronic total occlusion of right coronary artery. *J Invasive Cardiol*, 21(11), E229-E233.
125. Sianos, G. and Papafaklis, M. I. (2011). Septal wire entrapment during recanalisation of a chronic total occlusion with the retrograde approach. *Hellenic J Cardiol*, 52(1), 79-83.
126. Grantham, J. A., Marso, S. P., Spertus, J., House, J., Holmes, D. R. Jr. and Rutherford, B. D. (2009). Chronic total occlusion angioplasty in the United States. *JACC Cardiovasc Interv*, 2(6), 479-486.
127. Suzuki, S., Furui, S., Isshiki, T. et al. (2007). Factors affecting the patient's skin dose during percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion. *Circ J*, 71(2), 229-233.

