



ARTÍCULO ESPECIAL

Tratamiento percutáneo de las oclusiones totales crónicas



Parte 2

Carlos E. Uribe^{a,b,c,d,*}, Mauricio Zúñiga^c, Jaime Cabrales^e, Libardo Medina^f
y Federico Saaibi^f

^a Clínica CardioVID, Medellín, Colombia

^b Hospital Pablo Tobón Uribe, Medellín, Colombia

^c Programa de Hemodinamia y Cardiología Intervencionista, Facultad de Medicina, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

^d Universidad CES, Medellín, Colombia

^e Hemodinamia y Cardiología intervencionista, Fundación Cardioinfantil-Instituto de Cardiología, Bogotá, Colombia

^f Medicina Interna y Cardiología, Fundación Cardiovascular de Colombia, Floridablanca, Colombia

Recibido el 4 de abril de 2017; aceptado el 10 de noviembre de 2017

Disponible en Internet el 24 de diciembre de 2017

PALABRAS CLAVE

Enfermedad de las arterias coronarias;
Intervención coronaria percutánea;
Stents liberadores de fármacos;
Oclusión

Resumen El tratamiento intervencionista de las oclusiones totales crónicas ha sido uno de los procedimientos más complejos para el cardiólogo intervencionista, más aun tratándose de un procedimiento que con frecuencia resulta fallido; sin embargo, en los últimos años ha habido un progreso significativo debido a la creación de técnicas novedosas de disección subintimal y de reentrada, la adopción de la técnica retrógrada y el diseño de flujogramas organizados que permitieron conceptualizar la estrategia de recanalización híbrida para el tratamiento de las oclusiones totales crónicas, a fin de alcanzar tasas de éxito nunca antes vistas. Este artículo constituye una revisión de los tratamientos disponibles para las oclusiones totales crónicas basado en la evidencia, en un esfuerzo para unificar conceptos con base en las estrategias existentes. © 2017 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Coronary artery disease;
Percutaneous coronary intervention;

Percutaneous treatment of chronic total occlusions

Part 2

Abstract The interventionist treatment of chronic total occlusions has been one of the most complex procedures for interventionist cardiologists, especially since it is a procedure which frequently fails. However, in recent years there has been significant progress due to the creation

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: uribemd72@hotmail.com (C.E. Uribe).

of novel subintimal dissection and re-entry techniques, the adoption of the retrograde technique, and the design of organized flow charts which have allowed the conceptualization of the hybrid recanalization strategy for treating chronic total occlusions, achieving unprecedented success rates. This article reviews the available treatments for chronic total occlusions, based on the evidence, in an effort to unify concepts in terms of existing strategies.

© 2017 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El tratamiento de las oclusiones totales crónicas siempre ha sido uno de los procedimientos más complejos y difíciles para los cardiólogos intervencionistas, más aun tratándose de un procedimiento que históricamente ha tenido altas tasas de recanalización no exitosa. Pese a ello, en los últimos años ha habido un progreso considerable dado por la creación de técnicas novedosas de disección subintimal y de reentrada, la adopción de la técnica retrógrada y la creación de flujogramas organizados que permitieron conceptualizar la estrategia de recanalización híbrida para el tratamiento de las oclusiones totales crónicas, hecho que ha permitido alcanzar tasas de recanalización nunca antes vistas. Con estos logros, la técnica híbrida de recanalización de las oclusiones totales crónicas es cada vez más reproducible y está al alcance del operador habitual.

Técnicas de cruce de la oclusión total crónica

Es esencial que el laboratorio de hemodinamia cuente con un mínimo de materiales para poder intentar recanalizar una oclusión total crónica (tabla 1)¹. La técnica y decisión de dónde y cómo cruzar la oclusión total crónica es el paso más complejo. En general pueden clasificarse en tres grupos: técnica de escalamiento anterógrada, técnica de disección anterógrada con reentrada y técnica retrógrada². La manera más eficiente de agrupar todas estas técnicas es mediante el algoritmo híbrido que se explicará posteriormente, en donde la anatomía dicta la estrategia a seguir. Este algoritmo fue adoptado por el grupo de Norteamérica y es el que el Colegio colombiano de Hemodinamia también recomienda por su facilidad y practicidad³ (fig. 1). Los determinantes anatómicos más importantes para decidir anterógrado o retrógrado son: la ambigüedad o no claridad del muñón proximal, los vasos distales objetivo (target) y los vasos colaterales apropiados⁴.

Recomendación del Colegio Colombiano de Hemodinamia

Recanalización de una oclusión total crónica.

Técnica de escalamiento anterógrada

Es la técnica más simple para cruzar una oclusión total crónica. Se basa en ir cruzando la oclusión en forma anterógrada, con la utilización de guías de diferente dureza en la punta, que se cambiarán según se logre progreso o no. Se aplica esta técnica según el algoritmo híbrido adoptado en este consenso.

En general se reserva para lesiones en las que el vaso distal objetivo (target vessel) se visualiza bien, y es de buena calidad y tamaño; así mismo, cuando el muñón de la oclusión es claro y no es ambiguo (se define bien la entrada). La decisión de utilizar la técnica anterógrada de escalamiento o la técnica de disección reentrada anterógrada se basa en la longitud de la oclusión; por tanto si es mayor de 20 mm se intentará la técnica anterógrada de disección reentrada, ayudándose de un microcatéter de última generación con tejido interno de acero trenzado con marcador radiopaco (similar al Finecross –Terumo- o al catéter Corsair)^{5,6}. No se aconseja el uso de balones OTW (balón sobre la guía) debido a que la punta del balón no es radiopaca y no se tiene un control adecuado de la misma; además son menos flexibles y tienen menos empuje que los microcatéteres².

El escalamiento rápido de la guía es propuesto por el grupo de Norteamérica; se empieza por una guía polimérica suave similar a la Fielder XT (Asahi Intecc) y se progresa rápidamente a una guía con cubierta hidrofílica semidura similar a la Pilot 200 (Abbott Vascular), en especial cuando el curso de la oclusión es poco claro, tortuoso y con mal vaso objetivo (target pequeño)⁷. Por el contrario, si el curso de la oclusión es muy claro y corto (< de 20 mm), en un segmento recto sin tortuosidad, se aconseja utilizar una guía fuerte de alto gramaje, cónica, similar a la Confianza Pro 12 (Asahi Intecc)⁷. La estrategia de recanalización anterógrada se resume en la figura 2⁷.

Recomendación del Colegio Colombiano de Hemodinamia

- La manipulación de las guías de angioplastia debe apoyarse en microcatéteres sobre la guía (OTW) modernos, con matriz interna de acero trenzado (similares a Corsair, Finecross, etc). La manipulación de las guías con balones sobre la guía (OTW), solo se hace en casos de oclusión total crónica sencilla.

Tabla 1 Materiales mínimos requeridos para intentar recanalizar una oclusión total crónica¹

Materiales	Cantidad y especificaciones
Introdutores	Seis introductores con diámetro 7-8 Fr, largo de 45-55 cm
Catéter guía	Cinco catéteres con diámetro 5, 6 y 8 Fr de 90 cm de largo con las siguientes configuraciones:
Guías coronarias	Judkins derecho 4, Amplatz izquierda 0,75 y 1 y EBU 3,75, 4 y 4,5 con y sin orificios laterales. Cinco de cada una de las siguientes: <i>Fielder FC, Fielder XT, Pilot 200, Confianza Pro-12, Pilot 50, Viper wire advance</i>
Microcatéteres	Cinco balones de angioplastia sobre la guía (OTW) de 1,5 mm o más pequeños y dos FineCross de 150 cm.
Catéter sistema madre en hijo	Cuatro de cada uno de 6 y 8 Fr
Catéter Tornus	Dos de 2,6 Fr y dos de 2,1 Fr
Microcatéter Corsair	Cinco de 150 cm de largo
Microcatéter para acceso angulado	Dos Venture
Lasos (Guía Snares)	Dos SuperCross de 120° Dos de 12-20 mm Dos de 18-30 mm Cinco sistemas completos
Sistema <i>BridgePoint</i> para disección reentrada controlada (<i>CrossBoss, Stingray Balloon, Stingray wire</i>)	Dos de 0,018 y 0,014 pulgadas
Coils con sistema de entrega	Uno de tamaños comercialmente disponibles
Endoprótesis (Graft)	

Reimpreso de: Khaldoon A. Toolbox and Inventory Requirements for Chronic Total Occlusion Percutaneous Coronary Interventions. *Interventional Cardiology Clinics* 2012;1:3281-97, con permiso de Elsevier.

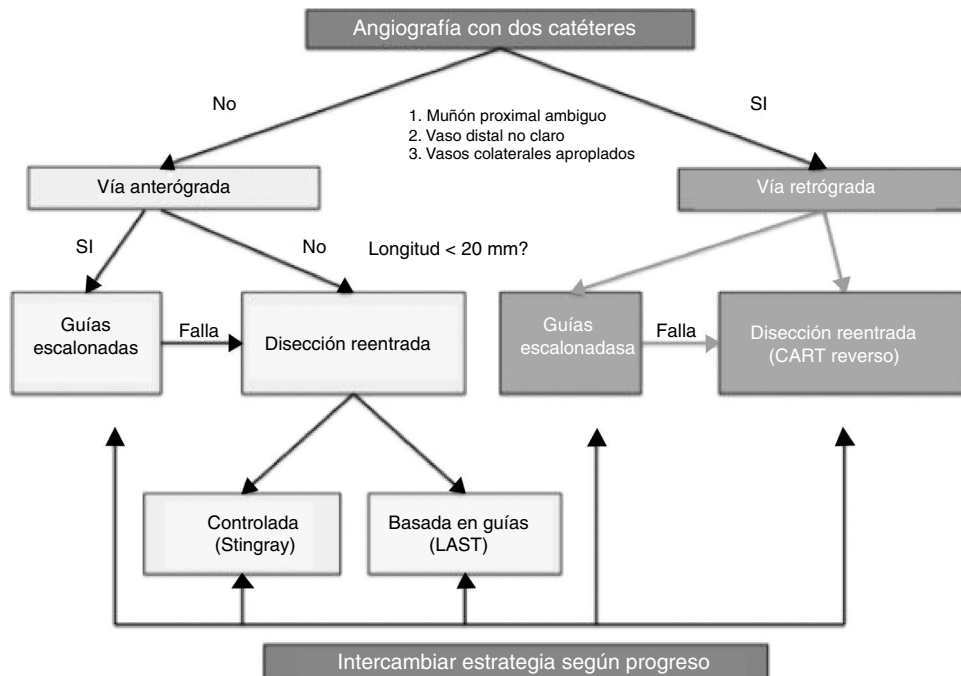


Figura 1 Algoritmo híbrido para decisión de estrategias de intervención de una oclusión total crónica⁴. Reimpreso de: Brilakis ES, et al. A percutaneous treatment algorithm for crossing coronary chronic total occlusions. *JACC Cardiovascular Interventions* 2012;5(4):367-79, con permiso de Elsevier.

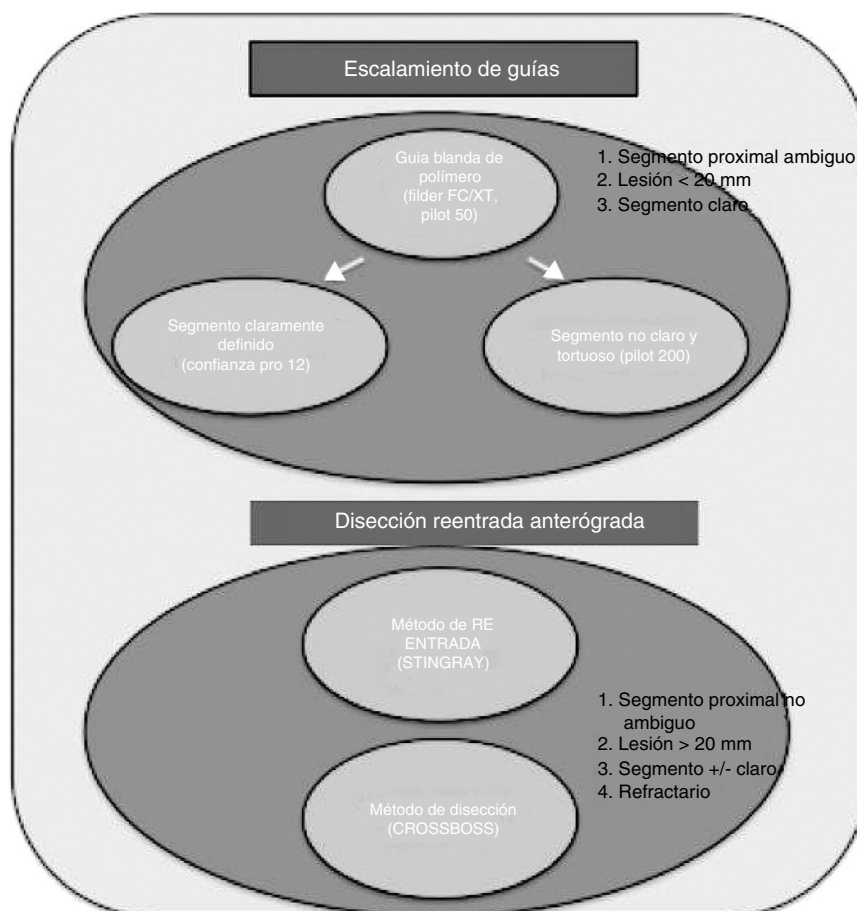


Figura 2 Estrategia de recanalización anterógrada⁷. Reimpreso de: Wyman M. Antegrade dissection and reentry. *Interventional Cardiology Clinics*. 2012;1(3):315-24, con permiso de Elsevier.

- Las guías poliméricas suaves (< 1g) cónicas (tipo Fielder XT) deben ser la estrategia inicial del tratamiento de una oclusión total crónica gracias a su alta tasa de éxito y bajo riesgo de daño del vaso distal en caso de falla de cruzar la oclusión.

Dissección subintimal anterógrada con reentrada

El principio fundamental de esta técnica es utilizar el espacio subintimal como puente de la oclusión para luego reentrar más adelante en el lumen verdadero distal. Se usa en lesiones con muñón bien definido y claro, oclusiones de más de 20 mm de largo, con vaso distal (target) de buen calibre y sin ramas grandes en el sitio donde se quiera recuzar⁷.

Esto se logra mediante varias técnicas, la más utilizada es la de guía "acodada" o *Knucl*, en la que se acoda una guía hidrofílica del tipo Fielder XT (Asahi Intecc) o Pilot 200 (Abbott Vascular) y se avanza para hacer un plano de dissección controlado sin peligro de perforación. Una vez se logra estar paralelo al lumen verdadero distal a la oclusión, se reentra al lumen utilizando una guía hidrofílica o no hidrofílica de mediano - alto gramaje como la Pilot 200 o la Confianza pro 12⁷. Otra forma de reentrar es con dispositivos como el sistema "Bridgepoint" (BSC) que consiste en

un balón plano llamado "stingray", un catéter de dissección roma llamado "crossboss" y una guía dedicada de alta penetración. El catéter de dissección roma o *crossboss* permite crear el mismo efecto que la técnica de guía "acodada" y navegar de forma más predecible a través del espacio subintimal, para luego inflar el balón *stingray*, el cual presenta dos lúmenes opuestos para reentrar con más versatilidad al lumen verdadero con la guía de alta penetración suministrada en el kit⁸. Este dispositivo es ahora uno de los pilares para el tratamiento de la oclusión total crónica por vía anterógrada en países de Europa y Estados Unidos, cuando se define la ruta anterógrada de dissección - reentrada⁹.

La escuela japonesa poco realiza la ruta de dissección subintimal reentrada a diferencia de las escuelas europea y norteamericana, y solo la usa como último recurso⁹. Como primera opción, la escuela japonesa recomienda navegar en el lumen verdadero, en lo que ellos llaman "loose tissue tracking" o "Intentional intimal tracking"¹⁰, y utilizar guías de gramaje bajo (1g) con punta hidrofílica como la Fielder XT o como la familia de las guías Sion y Gaia (Asahi, Intecc, Japan) que son guías especializadas para ayudar a estar en el lumen verdadero^{5,10}.

Existen otras técnicas que entraron en desuso hoy en día, como la STAR (Subintimal Tracking and Re-entry) en la que se realiza dissección subintimal extensa con guías suaves o intermedias en forma de "codo" y la guía espontánea-

mente reentra al lumen verdadero cuando encuentra el sitio de una bifurcación. Esta técnica ya no se emplea debido al área extensa de disección con compromiso y oclusión de las ramas adyacentes cuando se implantan los stents, y por ende al mayor grado de isquemia residual e infarto perioperatorio.

Existe también la técnica de LAST (Limited Anterograde Subintimal Tracking) en la que, a diferencia de la STAR, con guías de más alto gramaje se busca reentrar al lumen verdadero en el sitio y punto elegidos por el operador⁷. Últimamente se promueve la técnica de Carlino modificada como opción en casos con tortuosidad severa, calcificación o en tercios distales en los que con las otras opciones no se logra reentrar. Consiste en inyectar suavemente contraste a través del microcatéter de manera que se visualice el lumen claramente y así mismo la anatomía donde se encuentra el microcatéter; en algunas ocasiones incluso se logra entrar al lumen verdadero por medio de los microcanales que se tiñen con el contraste^{11,12}.

Técnicas de recanalización retrógrada

Desde finales de los años 80 Hartzler detectó la aproximación retrógrada para dilatación de arterias coronarias cuando describió la dilatación de una arteria nativa proximal a una anastomosis distal del injerto de vena safena. Con la implementación de la angiografía bilateral en los años 90 se propuso dejar una guía retrógrada para orientar el paso de la guía anterógrada, pero fue solo hasta el año 2000 cuando se hicieron los primeros intentos por cruzar la porción distal de la oclusión con el balón de angioplastia. En 2005 Katoh fue reconocido como el pionero en introducir la técnica de disección anterógrada y retrógrada controlada (Controlled Anterograde and Retrograde subintimal Tracking CART), con lo cual se estableció una nueva alternativa para la recanalización de las oclusiones totales crónicas¹³. Sin embargo, cabe destacar que la recanalización retrógrada es un procedimiento técnicamente exigente y dispendioso, que requiere seguir diferentes pasos de forma metódica y progresiva.

Es fundamental el análisis individual adecuado del caso y la correcta planeación basada en la angiografía con dos catéteres, descrita previamente en el algoritmo híbrido adoptado por esta guía. Una vez se define que la estrategia más adecuada es la vía retrógrada, se identifica el canal más apropiado para hacer el abordaje.

El procedimiento de recanalización retrógrada se divide en siete pasos de los cuales los dos primeros y los dos finales son comunes al algoritmo híbrido, de ahí que se hará énfasis en los tres que son exclusivos del abordaje retrógrado¹⁴. Estos tres pasos fundamentales son: el abordaje del segmento distal a la oclusión a intervenir a partir del vaso donador del flujo colateral (en la mayoría de los casos el vaso contralateral), para el cual se requiere la selección correcta de los microcanales, que además deben reunir características que permitan efectuar el procedimiento; estas condiciones son: estar conectado con el segmento distal del vaso a tratar, tener un diámetro adecuado o la capacidad de ser dilatados, ser poco tortuosos y con angulaciones menores a 70 grados, en caso de angulaciones mayores la realización del abordaje tiene un alto grado de dificultad pero no está contraindicado. En las diferentes

series se ha documentado mayor tasa de éxito cuando se seleccionan canales intramiocárdicos o septales. Efectuar el procedimiento a través de colaterales epicárdicas conlleva mayor riesgo de perforación¹⁵. Se seleccionará el canal que reúna las mejores características según la arteriografía con dos catéteres en múltiples proyecciones. En algunos casos es necesario hacer una inyección de medio de contraste de forma selectiva con el microcatéter con el fin de aclarar la anatomía del canal.

Para llevar el microcatéter a la rama donadora del microcanal, se sugiere el uso de una guía de punta *floppy* de uso rutinario; una vez posicionado el microcatéter en la rama donadora del canal, se intercambia la guía por una que tenga mejor respuesta al torque, con bajo poder de penetración y cobertura hidrofílica en la punta (similar a las guías Sion o Sion Blue Asahi Intecc), con el fin de deslizarse a través del canal hasta llegar al vaso objetivo y disminuir la posibilidad de perforación o daños en el canal. En algunas ocasiones es necesaria la utilización de guías con terminación cónica y cobertura hidrofílica (tipo Fielder XT Asahi Intecc); sin embargo, dado el riesgo de complicaciones adicionales, esta estrategia se reserva para casos en los cuales los primeros intentos han sido fallidos y la anatomía del canal es favorable. Una vez alcanzado el vaso objetivo con la guía, se avanza de manera muy sutil y delicada el microcatéter, el cual debe ser de punta cónica y cobertura hidrofílica (similar al microcatéter Corsair Asahi Intecc) con longitud de 150 mm para facilitar la manipulación posterior¹³.

Se debe tener especial cuidado en cuanto a las características anatómicas del vaso distal para avanzar con el paso número dos o cruce de la oclusión total, para lo cual deben seleccionarse puntos de ingreso que tengan poca angulación con relación al segmento distal de la oclusión total y evitar las bifurcaciones, o todas las características anatómicas que puedan disminuir el poder de penetración de la guía al muñón distal. Para la recanalización se emplean en primera instancia técnicas de guías escaladas con poder de penetración progresivamente mayor. Estudios de anatomía patológica de pacientes con oclusiones totales, demuestran que la resistencia, el contenido de colágeno tipo 4 y la calcificación del muñón distal es menor que la del muñón proximal, así que la posibilidad de lograr el cruce retrógrado de la guía es mayor. Para los casos en los cuales se logra cruzar el muñón distal de la oclusión, se recomienda realizar un intento de avance de la guía anterógrada utilizando como referencia la guía retrógrada o mediante técnicas de guías paralelas¹⁶. Para los casos en los cuales no se logra alcanzar el muñón proximal de la oclusión total se progresa a las técnicas de disección retrógrada y anterógrada controlada, las cuales se pueden ejecutar de la forma clásica o reversa (CART o CART reverso)¹⁶. Estas técnicas consisten en la inserción de guías de manera anterógrada y retrógrada dentro de la oclusión total y luego del inflado del balón dentro de la oclusión con el fin de generar una disección controlada que permita reingresar al lumen verdadero con la manipulación de la guía. La técnica clásica de CART implica el avance del balón a través del muñón distal, pasando por el microcanal; sin embargo, en la actualidad es más frecuente el uso del CART reverso, en el que el balón se avanza a través del muñón proximal y la guía retrógrada se manipula para lograr reingresar al lumen verdadero¹⁷.

Es importante recordar que una vez se logra llegar al muñón proximal, se avanza el microcatéter hasta este segmento con el fin de proseguir con el tercer y último paso, que consiste en la externalización e implante del stent.

Externalización

Una vez la guía retrógrada ha logrado atravesar la oclusión total crónica y ubicarse en la porción proximal del vaso, se lleva hasta el catéter guía anterógrado y se introduce dentro de éste, y de igual manera se avanza el microcatéter que viene por el vaso donador y se introduce aproximadamente 5 a 7 cm en el catéter guía anterógrado. Una vez el microcatéter está dentro de éste, se hace el intercambio por la guía de externalización, cuya principal característica es su longitud por encima de 300 cm; las más conocidas son: Viper Wire Advance 335-cm 0.014'' (Cardiovascular Systems Inc, St Paul, MN, USA), Rota Wire 330-cm 0.010'' (Boston Scientific, Natick, MA, USA), y RG3 330-cm 0.010'' (Asahi Intecc, Nagoya, Japan). Si debido a la tortuosidad del vaso o la estrechez del vaso colateral no es posible avanzar el microcatéter, se opta por anclar la guía retrógrada dentro del catéter guía anterógrado con la técnica de "trapping wire", la cual da soporte para lograr avanzar el microcatéter dentro del catéter guía. Esta técnica requiere precaución con el fin de no producir una intubación profunda del vaso donador, que pueda generar disección proximal¹⁸.

Una vez recuperado el segmento distal de la guía se implanta el stent de manera usual, dejando el microcatéter dentro del vaso donador, de manera que proteja el microcanal. Solo hasta retirar la guía del canal se hace tracción suave y lenta para permitir la salida del microcatéter del canal de la forma menos traumática posible. Es importante efectuar inyecciones de control, tanto en el vaso donador como en el vaso intervenido, para descartar o identificar complicaciones que puedan estar en relación con el procedimiento.

Si no es posible llevar a cabo el intercambio dentro del catéter guía anterógrado, o solo se puede avanzar la guía retrógrada, se lleva la guía hasta el *ostium* de la arteria y

se deja en la aorta, para luego desenganchar el catéter guía anterógrado y por medio de un sistema de asa recuperadora (SNARE), enlazar la guía retrógrada, en cuyo caso el más recomendado es el multiSNARE que tiene 3 asas (ENS-nare; Merit Medical Systems, South Jordan, UT, USA) (fig. 3). Una vez se logre enlazar la guía retrógrada se ubica nuevamente el catéter guía anterógrado en el ostium y se procede a externalizar la guía con precaución de no traccionarla, sino solo empujarla con el fin de evitar intubación profunda del catéter ubicado en el vaso donador de la colateral¹⁹.

El éxito de los procedimientos requiere un grado de entrenamiento y experiencia que está en relación directa con el número de procedimientos efectuados por el operador, lo cual mejora de forma progresiva las tasas de éxito y disminuye de forma simultánea las posibilidades de complicaciones, de ahí que se sugiera reservar estos procedimientos para operadores con gran experiencia, altos volúmenes o en compañía de un operador experto y en centros de referencia que cuenten con respaldo quirúrgico¹⁷.

Recomendación del Colegio Colombiano de Hemodinamia

- Los intentos de recanalización retrógrada requieren de una selección y planeación adecuada de los pacientes.
- La realización de estos procedimientos se reservará idealmente para operadores con alta experiencia y en centros especializados en el manejo de complicaciones.
- Se recomienda el acompañamiento con un operador experto para los operadores que inician un programa de oclusión total crónica.
- Se recomiendan los canales septales sobre los canales epicárdicos como acceso inicial para la recanalización retrógrada.

Técnicas adjuntas

En la técnica de abordaje anterógrado con microcatéter (Finewire o Corsair) de soporte, una vez se ha logrado

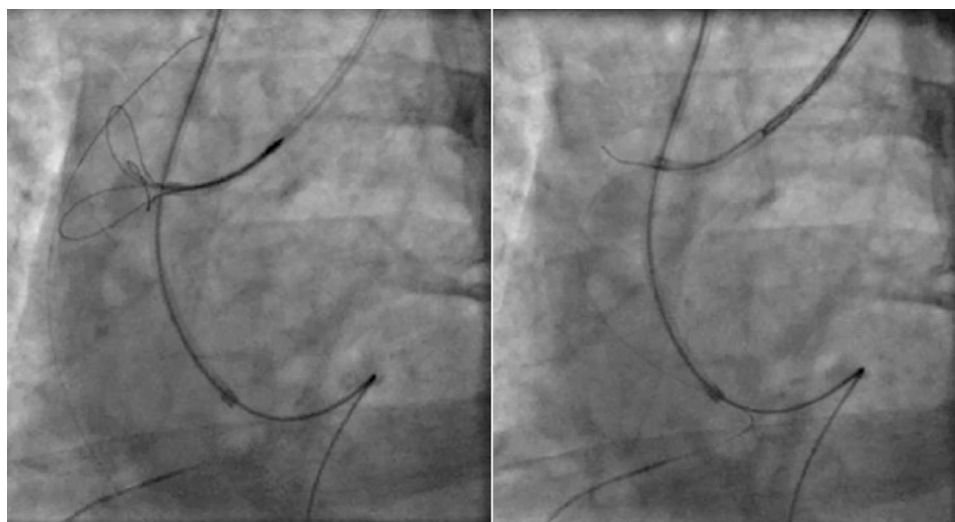


Figura 3 Sistema de asa recuperadora (MultiSnare), cazado con guía para externalización.

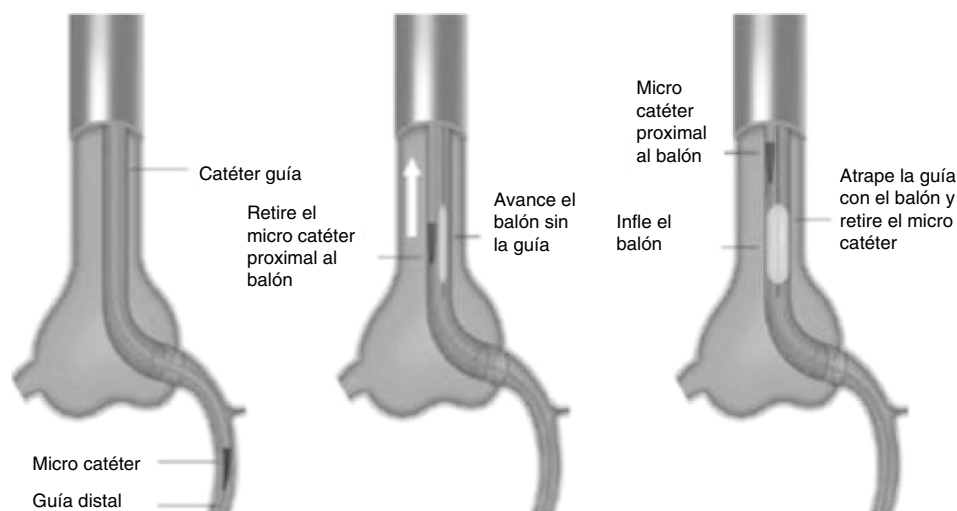


Figura 4 Técnica de "trapping" o atrapamiento para intercambio de catéteres con guías 0.014 de longitud estándar.

flanquear la oclusión total crónica y se ha posicionado la guía en la luz verdadera del vaso, se retira el microcatéter para continuar con los pasos de predilatación e implante de stents. El retiro del dispositivo se hace mediante el intercambio de la guía por una guía larga (300 cm) o utilizando extensiones de guías, las cuales se acoplan a la porción distal de la guía que se usó para el abordaje anterógrado, permitiendo extraer el microcatéter sin perder el control de la guía²⁰; en los casos que no se cuente con ninguna de estas dos opciones se pueden utilizar dos técnicas que se describen a continuación. La primera se denomina "trapping technique", y consiste en avanzar un balón según el diámetro del catéter guía (2,0 para un 6 Fr, 2,5 mm para un 7 Fr y 3,0 mm para un 8 Fr) hasta el tercio distal del catéter, que será inflado a presión nominal para atrapar la guía anterógrada contra el lumen del catéter, retirar el microcatéter en su totalidad y volver a tener control del extremo distal de la guía para continuar con la angioplastia (fig. 4).

La segunda técnica consiste en retirar el microcatéter hasta perder el control del extremo distal de la guía anterógrada. Una vez se llega a este punto se conecta la jeringa insufladora previamente cargada con agua y se procede a inyectarla a la mayor presión posible a fin de deslizar el microcatéter sobre la guía, manteniendo la posición de la misma; esto se logra mediante tracción suave del microcatéter con el fin de mantener la posición de la guía. En general, la sola presión del agua retira el microcatéter hasta lograr nuevamente el control de la guía²⁰. Es ideal llevar a cabo estas dos técnicas con guía fluoroscópica para mantener el control de la guía.

Conflictos de interés

Ninguno.

Bibliografía

- Alaswad K. Toolbox and inventory requirements for chronic total occlusion percutaneous coronary interventions. *Int Cardiol Clin.* 2012;1:281-97.
- García S, Abdullah S, Banerjee S, Brilakis ES. Chronic total occlusions: patient selection and overview of advanced techniques. *Curr Cardiol Rep.* 2013;15:334.
- Thompson CA. The hybrid approach for percutaneous revascularization of coronary chronic total occlusions. *Int Cardiol Clin.* 2012;1:349-53.
- Brilakis ES, Grantham JA, Rinfret S, et al. A percutaneous treatment algorithm for crossing coronary chronic total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012;5:367-79.
- Yamane M. Current percutaneous recanalization of coronary chronic total occlusion. *Rev Esp Cardiol. (English Edition).* 2012;65:265-77.
- Journal of EuroPCR in collaboration with the Working Group on Interventional Cardiology of the European Society of Cardiology-Sianos G, Werner GS, Galassi AR, et al. Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention.* 2012;8:139-45.
- Wyman RM. Anterograde dissection and reentry. *Int Cardiol Clin.* 2012;1:315-24.
- Whitlow PL, Burke MN, Lombardi WL, et al. Use of a novel crossing and re-entry system in coronary chronic total occlusions that have failed standard crossing techniques: results of the FAST-CTOs (Facilitated Anterograde Steering Technique in Chronic Total Occlusions) trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012;5:393-401.
- Touma G, Ramsay D, Weaver J. Chronic total occlusions — Current techniques and future directions. *IJC Heart & Vasculture.* 2015;7:28-39.
- Sumitsuji S, Inoue K, Ochiai M, et al. Fundamental wire technique and current standard strategy of percutaneous intervention for chronic total occlusion with histopathological insights. *JACC Cardiovasc Interv.* 2011;4:941-51.
- Carlino M, Ruparelina N, Thomas G, et al. Modified contrast microinjection technique to facilitate chronic total occlusion recanalization. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;87:1036-41.
- Amsavelu S, Carlino M, Brilakis ES. Carlino to the rescue: Use of intralesion contrast injection for bailout anterograde and retrograde crossing of complex chronic total occlusions. *Cath Cardiovasc Int.* 2016;87:1118-23.
- Tsuchikane E, Katoh O, Kimura M. The first clinical experience with a novel catheter for collateral channel tracking in retrograde approach for chronic coronary total occlusions. *JACC Cardiovasc Int.* 2010;3:165-71.
- Christ G, Glogar D. Successful recanalization of a chronic occluded left anterior descending coronary artery with a modification

- of the retrograde proximal true lumen puncture technique: the antegrade microcatheter probing technique. *Catheterization and cardiovascular interventions: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2009;73:272–5.
15. Surmely JF, Katoh O, Tsuchikane E, et al. Coronary septal collaterals as an access for the retrograde approach in the percutaneous treatment of coronary chronic total occlusions. *Catheterization and cardiovascular interventions: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2007;69:826–32.
 16. Rathore S, Katoh O, Matsuo H, et al. Retrograde percutaneous recanalization of chronic total occlusion of the coronary arteries: procedural outcomes and predictors of success in contemporary practice. *Circ Cardiovasc Int*. 2009;2:124–32.
 17. Wu EB, Chan WW, Yu CM. Retrograde chronic total occlusion intervention: tips and tricks. *Catheterization and cardiovascular interventions: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2008;72:806–14.
 18. Morino Y, Kimura T, Hayashi Y, et al. 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). *JACC Cardiovascular interventions*. 2010;3:143–51.
 19. Joyal D, Thompson CA, Grantham JA, et al. The retrograde technique for recanalization of chronic total occlusions: a step-by-step approach. *JACC Cardiovasc Int*. 2012;5:1–11.
 20. Rinfret S, Joyal D, Spratt JC, et al. Chronic total occlusion percutaneous coronary intervention case selection and techniques for the antegrade-only operator. *Catheterization and cardiovascular interventions: official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2015;85:408–15.