

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Spezielle Devices zur
Rekanalisation von chronischen
Koronarverschlüssen (CTO) //**
**Special devices for recanalisation
of chronic total occlusions (CTO)**

Frick M, Walter M

*Journal für Kardiologie - Austrian
Journal of Cardiology* 2020; 27
(6), 218-222

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Veranstungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Spezielle Devices zur Rekanalisation von chronischen Koronarverschlüssen (CTO)

M. Frick, M. Walter

Kurzfassung: Chronische Verschlüsse (CTO) von Koronargefäßen sind sowohl bei Patienten mit akutem als auch bei jenen mit chronischem Koronarsyndrom ein Marker für eine ungünstige Prognose. In den vergangenen Jahren ist die Rekanalisation von CTOs deshalb zunehmend in den Vordergrund gerückt. Technische Weiterentwicklungen im Bereich der Führungsdrähte oder Mikrokatheter sowie die Entwicklung von speziellen Devices haben unter anderem dazu geführt, dass die Erfolgsrate von CTO-Rekanalisation in spezialisierten Zentren und bei richtiger Indikationsstellung bei > 80 % liegt. Dieser

Artikel fasst die wichtigsten Entwicklungen und die neuesten Devices für CTO-Prozeduren zusammen.

Schlüsselwörter: CTO, spezielle Devices, Rekanalisation

Abstract: Special devices for recanalisation of chronic total occlusions (CTO). The presence of chronic total occlusions (CTO) in coronary arteries has a negative prognostic impact in patients with acute as well as chronic coronary syndromes. Therefore recanalisation of CTOs

has evolved in recent years. Improvements in guide wire as well as microcatheter technology and the development of special devices have led to an increase of CTO-recanalisation success rate >80% in specialised centers and meaningful indications. The present manuscript gives an overview about the most important developments and newest devices for CTO-recanalisation. *J Kardiologie* 2020; 27 (6): 218–22.

Key words: CTO, special devices, recanalisation.

Einleitung

Als chronische Verschlüsse von Koronargefäßen (CTO) werden Läsionen mit einem TIMI-0-Fluss im okkludierten Segment und einem angiographischen oder klinischen Beweis, dass dieser Verschluss bereits seit mindestens 3 Monaten besteht, definiert [1–3]. Das Myokardsegment distal der CTO wird üblicherweise durch antegrade und/oder retrograde Kollateralen versorgt. Koronare CTO sind häufig und werden bei 15–25 % der Patienten mit koronarer Herzkrankheit (KHK) im Rahmen der Katheteruntersuchung nachgewiesen [1–3]. Ungefähr die Hälfte aller CTO betreffen die rechte Kranzarterie [4]. CTO sind sowohl beim chronischen als auch beim akuten Koronarsyndrom ein Marker für ein kränkteres Patientenkollektiv [5–7]. Beim akuten Koronarsyndrom ist der Nachweis eines CTOs in einem Non-Culprit-Koronargefäß zudem ein unabhängiger Prädiktor für ein schlechteres Outcome [5, 6].

Trotzdem galten CTO bei interventionellen Kardiologen lange Zeit als nicht behandlungsbedürftig, da die Versorgung des distal gelegenen Myokardgebietes durch die Kollateralisierung als ausreichend beurteilt wurde. Sowohl in experimentellen als auch in klinischen Studien konnte aber nachgewiesen werden, dass trotz bestehender Kollateralisierung häufig eine Ischämie im CTO-zugeordneten Myokardsegment besteht [8–11]. Es konnte zudem gezeigt werden, dass die erfolgreiche Rekanalisation von CTO die Symptomatik der Patienten signifikant verbessert [2, 3]. Außerdem gibt es Hinweise aus retrospektiven Arbeiten, dass auch die klinische Ereignisrate reduziert werden kann. Laufende prospektive Studien untersuchen derzeit, ob die Rekanalisation von CTO auch mit einer Verbesserung des Outcome assoziiert ist [2, 3]. Entsprechend der Richtlinien der europäischen kardiologischen Gesellschaft zur Revaskularisation 2018 sollte die Indikation zur CTO-Re-

kanalisation aktuell wie bei anderen Koronarstenosen gestellt werden. Entscheidend ist es aber, die Viabilität des Myokards nachzuweisen [12].

Die Rekanalisation von koronaren CTO gilt weiterhin als Herausforderung in der interventionellen Kardiologie. Vor allem in den vergangenen 10–15 Jahren konnten die interventionellen Techniken optimiert und das Material sowie verschiedene Devices derart weiterentwickelt werden, dass die Revaskularisation von CTO bei erfahrenen Interventionisten mit hoher Erfolgsrate und akzeptablem Risiko durchgeführt werden kann [1–3]. Diese Übersicht fasst die wichtigsten Weiterentwicklungen an Material und Devices für eine CTO-Rekanalisation zusammen.

Allgemeine Aspekte

Voraussetzung für die Durchführung einer CTO-Rekanalisation ist ein trotz optimaler medikamentöser Therapie symptomatischer Patient, bei dem Viabilität im von der verschlossenen Arterie versorgten Myokardsegment nachgewiesen wurde [3, 12]. Wenn man die Indikation gestellt hat, ist eine genaue Planung basierend auf der diagnostischen Koronarangiographie entscheidend. Eine „ad hoc“-CTO-Prozedur sollte vermieden werden.

Es gibt verschiedene Scores, die vorab die Komplexität der CTO-Rekanalisation einzuschätzen versuchen [13–16]. Am häufigsten wird dabei der J-CTO-Score verwendet [13]. Entscheidend für die Auswahl der Materialien und Devices ist zudem die Festlegung des Zuganges. Dabei wird ein antegrader von einem retrograden Zugang prinzipiell unterschieden, wobei naturgemäß auch zwischen den beiden Techniken gewechselt werden kann (sogenannter Hybrid-Approach). Voraussetzung bei jeder CTO ist eine kontralaterale Darstellung, womit meist 2 arterielle Zugangswege und 2 arterielle Drucksysteme notwendig sind [1–3]. Da es sich bei CTO-Rekanalisationen häufig um komplexe und lange Prozeduren handelt, hat der Strahlenschutz eine hohe Priorität. Neben den für Koronarangiographien üblichen Voraussetzungen gibt es zusätzliche Möglichkeiten, vor allem die Streustrahlung zu minimieren. Dazu gehören beispielsweise

Eingelangt und angenommen am 2. März 2020

Aus der Abteilung für Innere Medizin I mit Kardiologie, Angiologie, Endokrinologie, Diabetologie und Intensivmedizin, Akademische Lehrkrankenhäuser Feldkirch, Österreich

Korrespondenzadresse: Prim. PD Dr. Matthias Frick, Abteilung für Innere Medizin I mit Kardiologie, Angiologie, Endokrinologie, Diabetologie und Intensivmedizin, Akademisches Lehrkrankenhäuser Feldkirch, A-6800 Feldkirch, Carinagasse 47; E-Mail: matthias.frick@vlkh.net

die Röntgenmatten RadPad® (Worldwide Innovations & Technologies, Inc.) oder MaxLite® (Uniray Medical LLP).

■ Führungskatheter

Im Falle einer antegraden CTO-Rekanalisation werden die üblichen Führungskatheter (100 cm) verwendet. Ist ein retrograder Zugang geplant, können kürzere Führungskatheter mit einer Länge von 90 cm von Vorteil sein. Wichtig ist, dass Führungskatheter mit einem guten Back-up verwendet werden. Im Falle der rechten Kranzarterie ist dies zumeist ein Amplatz-Katheter (AL-0,75 oder AL-1), für die linke Kranzarterie sind Extra-Back-Up- (EBU oder XB) Katheter durchwegs erforderlich. Gegebenenfalls sollten Führungskatheter mit 7F-Durchmesser verwendet werden, damit ein besseres Back-up und mehr Platz für Mikrokatheter vorhanden ist. Im Falle eines radialen Zuganges ermöglichen so genannte „Sheathless“-Katheter auch bei kleinem radialem Gefäßdurchmesser zumeist die Intervention über den Arm.

■ Mikrokatheter

Die Verfügbarkeit von Mikrokatheter hat sicherlich wesentlichen Anteil am Durchbruch der CTO-Rekanalisation und den heute möglichen Erfolgsraten. In den vergangenen Jahren hat eine dramatische technische Weiterentwicklung stattgefunden [1–3]. Mittlerweile stehen verschiedene Mikrokatheter zur Verfügung, deren Vorzüge in unterschiedlichen Situationen zum Einsatz kommen können. Die Mikrokatheter

haben sicherlich Vorteile gegenüber OTW-Ballonen (over-the-wire). Einerseits sind sie flexibler und die Führung ist besser. Andererseits ist die distale Position der Spitze eindeutig und sie knicken deutlich weniger oft als OTW-Ballone [3]. Tabelle 1 fasst die in Österreich am häufigsten verwendeten Mikrokatheter zusammen. Je nach Beschaffenheit der CTO werden die Mikrokatheter mit den entsprechenden Eigenschaften

Tabelle 1: Überblick über die aktuell verfügbaren Mikrokatheter. Erstellt nach [3].

Hersteller	Katheter	Länge	Außendurchmesser des distalen Schaftes
Asahi Intecc	Tornus	135 cm	2,1 und 2,6 Fr
	Corsair und Corsair Pro	135 cm, 150 cm	2,6 Fr
	Caravel	135 cm, 150 cm	1,9 Fr
Boston Scientific	Renegade™ 18	105 cm, 115 cm, 135 cm	2,5 Fr
IMDS	NHancer Pro X	135 cm, 155 cm	2,3 Fr
Roxwood (BTG)	MicroCross® 14 und MicroCross® 14ES	155 cm	1,6 Fr
Terumo	Finecross®	130 cm, 150 cm	1,8 Fr
Teleflex	Venture®	145 cm („rapid exchange“), 140 cm („over-the-wire“)	2,2 Fr
	SuperCross™	130 cm, 150 cm „tip angle“ (45°, 90° oder 120°)	2,1 Fr
	Turnpike®	135 cm, 150 cm	2,6 Fr
	Turnpike® LP	135 cm, 150 cm	2,2 Fr
	Turnpike® Spiral	135 cm, 150 cm	3,1 Fr
	Turnpike® Gold	135 cm	3,2 Fr
Acrostak	M-CATH	135 cm	2,25 Fr
Merit Medical	SwiftNINJA	125 cm	2,24 Fr

Asahi Intecc: Aichi, Japan; Boston Scientific Corp.: Marlborough, MA, USA; IMDS: Roden, NL; BTG: Bothell, WA, USA; Terumo Corp.: Tokio, Japan; Teleflex/Vascular Solutions: Minneapolis, MN, USA; Acrostak: Genf, CH; Merit Medical: Galway, Irland

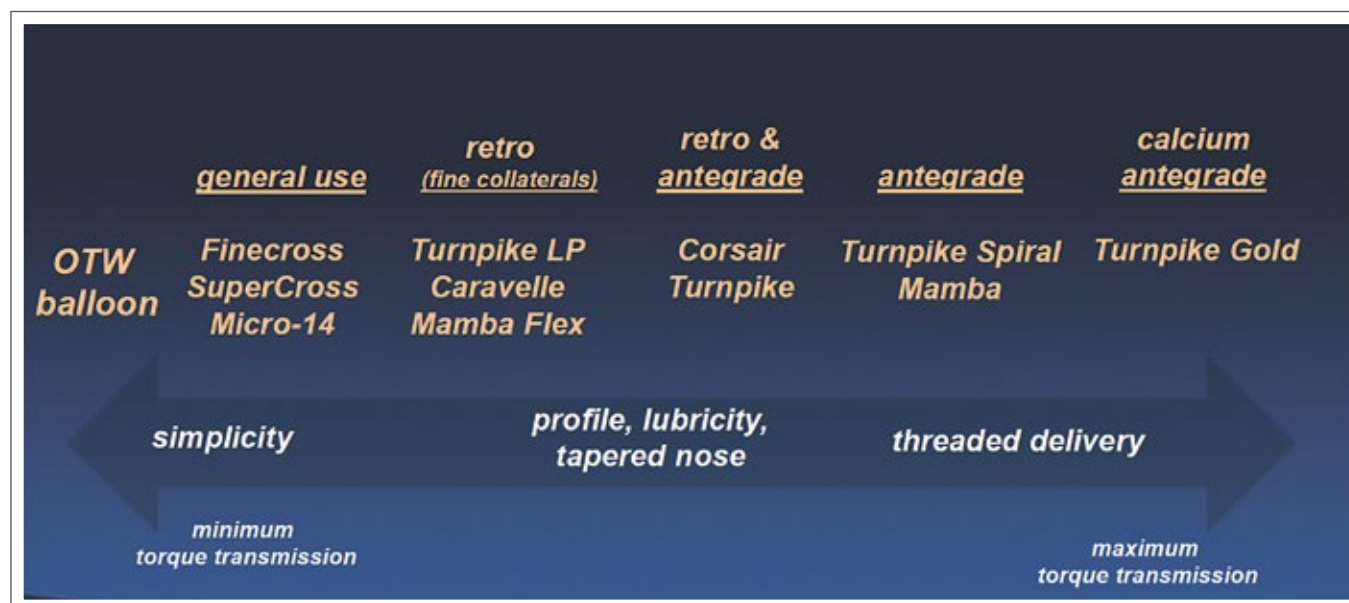


Abbildung 1: Überblick über den Einsatz von Mikrokathetern abhängig von der Komplexität bzw. dem Zugang der CTO-Prozedur. Quelle: Iley RF, The CTO PCI Toolbox in 2018, TCT 2018. Open access: www.tctmd.com

Tabelle 2: Überblick über die wichtigsten Führungsdrähte.

Funktion	Optionen
Tissue tracking niedrige „tip-load“	Fielder XT/XT-R/XT-A®, Gaia first®, Sion®
Tissue tracking intermediäre „tip-load“	Gaia second®, Gaia third®, Ultimate®
Penetration der Kappe mit hoher „tip-load“	Confianza Pro 12®, Hornet 14®
Knuckle Dissection	Fielder XT®, Pilot 200®
Dissection Re-Entry	Stingray® Draht, Confianza Pro 12®, Hornet 14®
Septale Kollaterale	Sion®, Sion Black®, Fielder XT-R®, Suoh03®
Epikardiale Kollaterale	Suoh03®
Externalisation	RG3®, R350®

ausgewählt. Bei sehr verkalkten CTO kommen andere Mikrokatheter zur Verwendung als bei einfachen Läsionen (Abb. 1). Im Falle eines retrograden Zuganges sollten längere Mikrokatheter ausgewählt werden (150 cm statt 130 bzw. 135 cm). Auch bei epikardialen Kollateralen kommen unter Umständen andere Mikrokatheter zur Anwendung als für septale Kollateralen.

In den vergangenen Jahren fanden zunehmend „Dual Lumen“-Mikrokatheter Verwendung. Zum einen bestehen diese Mikrokatheter aus einer „Rapid Exchange“-Möglichkeit sowie einem OTW-Lumen im distalen Segment. Radio-dichte Marker kennzeichnen den Ausgang der Lumina (distal der „Rapid Exchange“-Draht, proximaler der OTW-Draht). Der „Dual Lumen“-Mikrokatheter kommt in verschiedenen Indikationen zum Einsatz: beispielsweise bei der „Parallel“-Wire-Technik, andererseits bei Bifurkationen im Bereich der proximalen Kappe. Die „Dual Lumen“-Mikrokatheter werden auch in komplexen Nicht-CTO-Prozeduren immer häufiger eingesetzt.

■ Führungsdrähte

Die Führungsdrähte wurden in den vergangenen 10 Jahren enorm weiterentwickelt, die Auswahl an unterschiedlichen Drähten ist unglaublich gewachsen. Zusammen mit den Mikrokathetern hat die Weiterentwicklung im Bereich der Drähte entscheidenden Anteil an den heute möglichen Erfolgsraten [1–3]. Für CTO-Prozeduren gibt es keine „Workhorse“-Drähte mehr, sondern eine schier endlose Auswahl von Möglichkeiten. Die Drähte unterscheiden sich hauptsächlich in der so genannten „tip-load“ (< 1 g bis > 5 g) und der Kerntechnologie. Tabelle 2 fasst die wichtigsten Drähte nach ihrem Einsatzgebiet zusammen.

Für das „tissue tracking“ werden getaperte (an der Spitze verjüngte) Drähte mit niedriger „tip-load“ wie Fielder® XT/XT-R/XT-A (tip-load 0,8 g/0,6 g/1,0 g) Gaia first® (1,7 g) und gelegentlich auch Sion® (0,7 g) (alle Asahi Intecc) verwendet. Es können aber auch intermediäre Drähte mit höherer Penetrationskraft wie beispielsweise Gaia second® oder Gaia third® (3,5 g bzw. 4,5 g) bzw. Ultimate® (3 g, alle Asahi Intecc.) erforderlich sein. Im Falle einer harten sklerosierten Kappe im Bereich der CTO eignen sich Drähte mit der höchsten „tip-load“ und

Penetrationskraft wie beispielsweise Confianza Pro® 12 (Asahi Intecc) oder Hornet 14® (Boston Scientific). Naturgemäß ist mit diesen Drähten das Perforationsrisiko höher als im Vergleich zu den weicheren Führungsdrähten.

Wenn man einen so genannten „Knuckle“ mit Dissektion durchführen möchte, eignen sich vor allem Polymerummantelte Drähte wie Pilot® 200 (Abbott Vascular) und Fielder XT® (Asahi Intecc). Im Falle einer Rekanalisation mittels ADR („antegrad dissection and reentry“) unter Verwendung eines Stingray® Ballons (Boston Scientific) werden in erster Linie der Stingray Draht (Boston Scientific), Confianza Pro 12® (Asahi Intecc) und Hornet 14® (Boston Scientific) verwendet.

Generell empfiehlt es sich, nach der Drahtpassage auf einen „Workhorse“-Draht zu wechseln, und nicht weiter über den (aggressiveren) CTO-Draht zu intervenieren.

Im Falle eines retrograden Zuganges ist die Überwindung der septalen Kollateralen entscheidend. Dafür eignen sich beispielsweise der Sion®, Sion Black®, Fielder XT-R® oder auch der Suoh03® Draht (alle Asahi Intecc). Im Falle einer torquierten epikardialen Kollaterale ist der Suoh03® (sehr weich, extrem niedrige „tip-load“, besondere Handhabung) besonders gut geeignet.

Für die reverse CART- („controlled antegrade retrograde tracking“-) Prozedur wird nach Erreichen des distalen Gefäßabschnittes von retrograd zumeist ein Draht mit einer höheren „tip-load“ verwendet. In erster Linie sind es dieselben wie für das Reentry in das wahre Lumen. Zur Externalisation nach erfolgreicher retrograder Drahtpassage werden naturgemäß überlange Drähte wie der RG3® (Asahi Intecc) oder R350® (Teleflex) benötigt. Die Externalisationsdrähte sind mit 330 cm bzw. 350 cm deutlich länger als überlange Koronar-drähte mit 190 cm.

■ Katheterverlängerungen

Die Katheterverlängerungen sind in der Zwischenzeit ein unverzichtbares Tool für CTO-Rekanalisationen geworden. Zum einen können sie das Back-up deutlich verbessern und damit bei antegraden CTO-Prozeduren die Penetrationskraft erhöhen. Zum anderen können sie aber auch bei retrograden CTO-Rekanalisationen hilfreich sein, um nach retrograder Drahtpassage (z. B. mittels reverse CART oder retrograder True-to-True-Drahtpassage) einfach, sicher und schnell in den antegraden Führungskatheter zu gelangen.

■ Trapping-Ballone

Um Mikrokatheter über den Draht ins Gefäß zu bekommen bzw. wieder herauszubekommen, können mehrere Hilfsmittel zur Anwendung kommen. Zum einen kann mit einer Drahtverlängerung der Mikrokatheter entfernt werden. Dabei muss aber sehr genau auf die Drahtspitze geachtet werden, damit es nicht zu Perforationen, Dissektionen oder aber einem Drahtverlust kommt. Sehr häufig werden konventionelle Ballone (z. B. 2,5 mm semi compliant PTCA-Ballon bei 6F- und 7F-Führungskatheter) neben dem Draht im Führungskatheter bis

knapp vor das Katheterende gebracht, der Ballon dann aufgeblasen, um den Draht festzuhalten („trappen“). Mit dem so im Führungskatheter fixierten Draht kann der Mikrokatheter problemlos vorgebracht oder entfernt werden. Seit Kurzem stehen auch spezielle Trapping-Ballone zur Verfügung, der während der gesamten Prozedur im System belassen werden kann (Trapper® Exchange Device, Boston Scientific; TrapIT®, IMDS). Seit wenigen Jahren ist eine Katheterverlängerung mit integriertem Trapping-Ballon erhältlich (TrapLiner®, Teleflex).

■ Antegrad Dissection Reentry- (ADR-) Devices

Die ADR-Technik wird immer populärer, da damit die Prozedurzeit bei entsprechend ausgewählten Fällen deutlich reduziert werden kann. Früher hat man im Falle einer subintimalen Lage des Drahtes mit Hilfe von intravaskulärem Ultraschall versucht, das wahre Lumen distal des CTO-Segmentes zu punktieren. Diese Technik wird auch heute noch von einigen CTO-Experten angewandt. In der Zwischenzeit wurde aber auch ein spezielles Device für diese Indikation entwickelt. Der STINGRAY®-Ballon (Boston Scientific) wird mittels Draht subintimal hinter das okkludierte Segment gebracht [17]. Er hat 2 Röntgendichte-Marker, zwischen denen sich eine Öffnung befindet. Durch diese Öffnung kann mithilfe eines harten Penetrationsdrahtes das wahre Lumen punktiert werden (Abb. 2). In erfahrenen Händen kann mit diesem System eine antegrade CTO-Rekanalisation selbst bei initial subintimaler Drahtlage sehr schnell durchgeführt werden.

■ Spezielle CTO-Ballone

Die CTO-Rekanalisation ist mit der Drahtpassage noch nicht abgeschlossen. Gerade die initialen Ballondehnungen können eine Herausforderung sein. Dafür wurden sehr dünne Ballone (0,85 oder 1,0 mm Durchmesser) mit einer speziellen Spitze entwickelt, die extrem hilfreich sein können. Zu diesen speziellen Ballon zählen beispielsweise der NIC Nano® (SIS Medical) oder der SAPPHIRE® Ballon (OrbusNeich).

Naturgemäß werden bei CTO-Prozeduren auch häufig Scoring-Ballone verwendet. Diese unterscheiden sich aber nicht von den Scoring-Ballonen, wie sie auch bei komplexen Nicht-CTO-Interventionen eingesetzt werden.

■ Snares

Bei retrograden CTO-Rekanalisationen ist es manchmal notwendig, mit Hilfe von Snares den retrograden Draht in der Aorta zu fangen. Durch den Einsatz der Katheterverlängerungen ist der Einsatz der Snares nur mehr selten erforderlich.

■ Atherektomie-Devices

Gerade bei verkalkten CTO kommen häufig Atherektomie-Devices in Verwendung. In Europa ist dies vor allem die Rotablation (ROTAPRO®, Boston Scientific). Im Falle einer antegraden CTO-Prozedur wird über den Mikrokatheter der ROTAWire® (Boston Scientific) in den distalen Gefäßabschnitt eingeführt und dann die Prozedur wie bei Nicht-CTO-Läsionen durchgeführt. Im Falle einer retrograden Prozedur kann

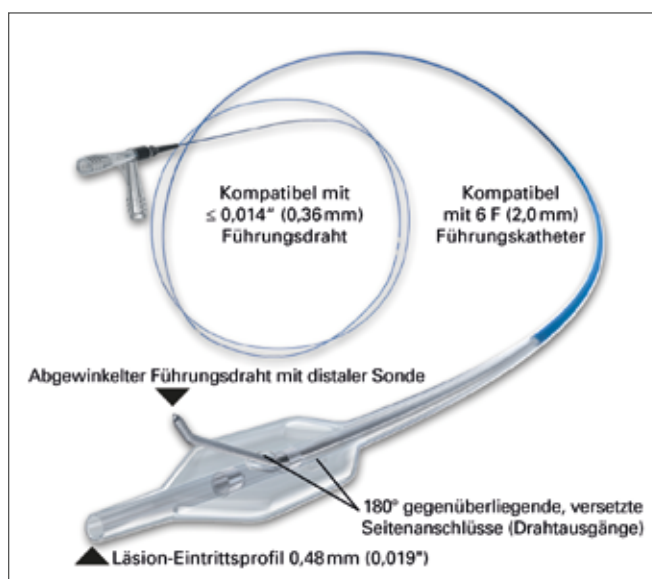


Abbildung 2: Stingray™ LP

Image provided courtesy of Boston Scientific. ©2020 Boston Scientific Corporation or its affiliates. All rights reserved.

über den langen Draht ein Mikrokatheter vorgebracht werden und dann der ROTAWire® nach distal gelegt werden. In manchen Fällen ist es aber nicht möglich, den Mikrokatheter vorzubringen. In dieser Situation ist es auch zugelassen, über den RG3®-Draht (Asahi Intecc) zu rotablieren und die Prozedur wie üblich abzuschließen.

■ Perforationskit

Das Risiko für Perforationen ist im Falle einer CTO-Rekanalisation höher als bei konventionellen Interventionen. Aus diesem Grund sollte ein entsprechendes Equipment für diese Komplikation vorbereitet sein. Neben einem konventionellen Perikardiozenteset und gecoverten Stents gehören vor allem Microcoils dazu. Man sollte unbedingt darauf achten, Microcoils zu verwenden, die durch die verwendeten Mikrokatheter an die Perforationsstelle auch vorgebracht werden können (z. B. Concerto ev3®, Medtronic).

■ Interessenkonflikt

MF und MW haben Vortragshonorare und/oder Reisegrants der Firmen Boston Scientific, Novomed, Terumo und Teleflex erhalten.

Literatur:

1. Di Mario C, Werner GS, Sianos G, et al. European perspective in the recanalisation of Chronic Total Occlusions (CTO): consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention* 2007; 3: 30–43.
2. Sianos G, Werner GS, Galassi AR, et al.; EuroCTO Club. Recanalisation of chronic total coronary occlusions: 2012 consensus document from the EuroCTO club. *EuroIntervention* 2012; 8: 139–45.
3. Galassi AR, Werner GS, Boukhris M, et al. Percutaneous recanalisation of chronic total occlusions: 2019 consensus document from the EuroCTO Club. *EuroIntervention* 2019; 15: 198–208.
4. Azzalini L, Jolicœur EM, Pighi M, et al. Epidemiology, management strategies, and outcomes of patients with chronic total coronary occlusion. *Am J Cardiol* 2016; 118: 1128–35.
5. Claessen BE, van der Schaaf RJ, Verouden NJ, et al. Evaluation of the effect of a concurrent chronic total occlusion on long-term mortality and left ventricular function in patients after primary percutaneous coronary intervention. *JACC Cardiovasc Interv* 2009; 2: 1128–34.
6. Gierlotka M, Tajstra M, Gajsiar M, et al. 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; 168: 250–4.

7. Jeroudi OM, Alomar ME, Michael TT, et al. Prevalence and management of coronary chronic total occlusions in a tertiary veterans affairs hospital. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014; 84: 637–43.
8. Flameng W, Schwarz F, Hehrlein FW. Intraoperative evaluation of the functional significance of coronary collateral vessels in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1978; 42: 187–92.
9. Sachdeva R, Agrawal M, Flynn SE, et al. The myocardium supplied by a chronic total occlusion is a persistently ischemic zone. *Catheter Cardiovasc Interv* 2014; 83: 9–16.
10. Galassi AR, Tomasello SD, Crea F, et al. Transient impairment of vasomotion function after successful chronic total occlusion recanalization. *J Am Coll Cardiol* 2012; 59: 711–8.
11. Werner GS, Surber R, Ferrari M, et al. The functional reserve of collaterals supplying long-term chronic total coronary occlusions in patients without prior myocardial infarction. *Eur Heart J* 2006; 27: 2406–12.
12. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2019; 40: 87–165.
13. Morino Y, Abe M, Morimoto T, et al; JCTO Registry Investigators. 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* 2011; 4: 213–21.
14. Alessandrino G, Chevalier B, Lefèvre T, et al. A clinical and angiographic scoring system to predict the probability of successful first-attempt percutaneous coronary intervention in patients with total chronic coronary occlusion. *JACC Cardiovasc Interv* 2015; 8: 1540–8.
15. Galassi AR, Boukhris M, Azzarelli S, et al. Percutaneous coronary revascularization for chronic total occlusions: A novel predictive score of technical failure using advanced technologies. *JACC Cardiovasc Interv* 2016; 9: 911–22.
16. Christopoulos G, Kandzari DE, Yeh RW, et al. Development and validation of a novel scoring system for predicting technical success of chronic total occlusion percutaneous coronary Interventions: The PROGRESS CTO (Prospective Global Registry for the Study of Chronic Total Occlusion Intervention) Score. *JACC Cardiovasc Interv* 2016; 9: 1–9.
17. Wu EB, Brilakis ES, Lo S, et al. Advances in CrossBoss/Stingray use in antegrade dissection reentry from the Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019; [Epub ahead of print].

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)