

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**PCI der kalzifizierten
Koronarstenose – wann und wie nützt
welches Device? // PCI of calcified
coronary stenoses**

Harb S

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2020; 27

(6), 237-240

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

Krause & Pacherneegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Veranstaltungskalender

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

PCI der kalzifizierten Koronarstenose – wann und wie nützt welches Device?

S. Harb

Kurzfassung: Die kalzifizierte Koronarstenose gehört zunehmend zur alltäglichen Herausforderung der interventionellen Kardiologie. Die Behandlung ist anspruchsvoll und mit einer erhöhten Komplikationsrate verbunden. Zahlreiche Methoden und Devices sind dafür entwickelt worden. Welche Stärken und Schwächen haben sie und wie werden sie aktuell am besten eingesetzt? Die intrakoronare Bildgebung bietet unmittelbare Qualitätskontrolle.

Ein Algorithmus zu optimalem Einsatz und Kombination der aktuellen Möglichkeiten wird vorgeschlagen.

Schlüsselwörter: Kalzifizierte Koronarstenose, PCI, Hochdruckballon, Cutting-Ballon, Rotablation, Komplikation, Orbitale Atherektomie, Laser, Intrakoronare Lithotripsie, Shockwave, IVUS, OCT, Behandlung, Algorithmus

Abstract: PCI of calcified coronary stenoses. Calcified coronary stenoses increasingly challenge the interventional cardiologist. Treatment is demanding, complications more frequent. Traditional and more recent strategies and devices are available to prepare such lesions for stenting.

What are their advantages and shortcomings, and how can they best be applied?

Intracoronary imaging offers intraprocedural quality-control.

This is an attempt to propose an algorithm to optimize and combine the use of this armamentarium. **J Kardiolog 2020; 27 (6): 237–40.**

Key words: calcified coronary stenosis, PCI, lesion preparation, high pressure balloon, cutting-balloon, rotablation, complication, orbital atherectomy, Laser, intracoronary lithotripsy, Shockwave, IVUS, OCT, treatment, algorithm

Häufigkeit und Charakteristik kalzifizierter Koronarstenosen

Bis zum 60. Lebensjahr sieht man hormonbedingt dasselbe Ausmaß an Koronarsklerose bei Frauen etwa 10 Jahre später als bei Männern [1], ab dem 70. Lebensjahr ist sie bei allen Menschen gleichermaßen nachweisbar. Mit steigender Lebenserwartung sind wir im Katheterlabor zunehmend mit verkalkten Stenosen konfrontiert.

Verkalkte Koronarstenosen sind schwieriger interventionell zu behandeln und führen zu einer erhöhten Komplikationsrate (Kardialer Tod, Myokardinfarkt, „target lesion revascularisation“, MACE) [2].

Mit der auf inflammatorischer Basis entstehenden Atherosklerose geht vorwiegend die Verkalkung der Intima einher, während wir bei Diabetes und chronischer Niereninsuffizienz eher eine Sklerose der Media sehen [3].

Die von Andreas Grüntzig 1977 eingeführte einfache Ballondilatation stößt bei harten Plaques leicht an Grenzen.

Welche Möglichkeiten stehen uns heute offen, kalzifizierte Koronarstenosen interventionell zu behandeln?

NC-Hochdruckballon

Harte Koronarstenosen werden meist mit Hochdruckballonen mit bis zu 26 atm dilatiert, damit sich danach ein Stent gut und dauerhaft entfalten kann.

Doppelballontechnik

Statt eines großen Ballons kann man zwei kleine Ballone nebeneinander verwenden und eine Intensivierung der Druckwirkung in einer Achse erreichen. Wird damit Kalkplaque an gegenüberliegenden Wandabschnitten erfolgreich aufgebrochen, hat man eine „clamshell“-Morphologie geschaffen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine ausreichende Entfaltung des Stents ohne Recoil erlaubt.

OPN-NC-Hochdruckballon

Seit einiger Zeit stehen doppelwandige Hochdruckballone zur Verfügung, die bis zu 35 atm Druck zugelassen sind. Off-label werden sie in besonderen Situationen sogar mit noch höheren Drucken belastet.

Buddy wires, Scoring- und Cutting-Ballon

Um den lokalen Druck auf den Kalkplaque zu verstärken, können zwischen Ballon und Gefäßwand weitere Drähte („buddy-wires“) eingelegt werden [4].

Aus der Erfahrung mit der Verwendung von „buddy-wires“ wurden Scoring-Ballone entwickelt, die bereits einen oder mehrere Drahtstücke in der Ballonhaut eingebaut haben bzw. spiralförmig oder in wabenförmiger Formation von Drähten umgeben sind.

Ein Cutting-Ballon hat in Längsrichtung eingeklebte metallene Schneidekanten, die den Kalkplaque zumindest oberflächlich einkerben. Damit wird die Erweiterung des Gefäßlumens erleichtert.

Kann man trotz Einsatz spezieller Ballone und hoher Drücke keine ausreichende Weite des Lumens erreichen oder führen Rückstellkräfte zu einem Recoil, ist eine Verlängerung der Einwirkzeit des Druckes zu erwägen, um einen Creep-Effekt und damit eine dauerhafte Expansion zu erreichen [5]. Diese Möglichkeit ist natürlich an strategisch bedeutsamen Stellen wie dem linken Hauptstamm limitiert (es sei denn, mechanische Unterstützungssysteme halten den Kreislauf aufrecht) (Abb. 1).

Eingelangt am 23. Februar 2020, angenommen am 1. März 2020

Aus der Universitätsklinik für Innere Medizin, Graz

Korrespondenzadresse: Dr. Stefan Harb, Universitätsklinik für Innere Medizin, A-8036 Graz, Auenbruggerplatz 15; E-Mail: stefan.harb@medunigraz.at

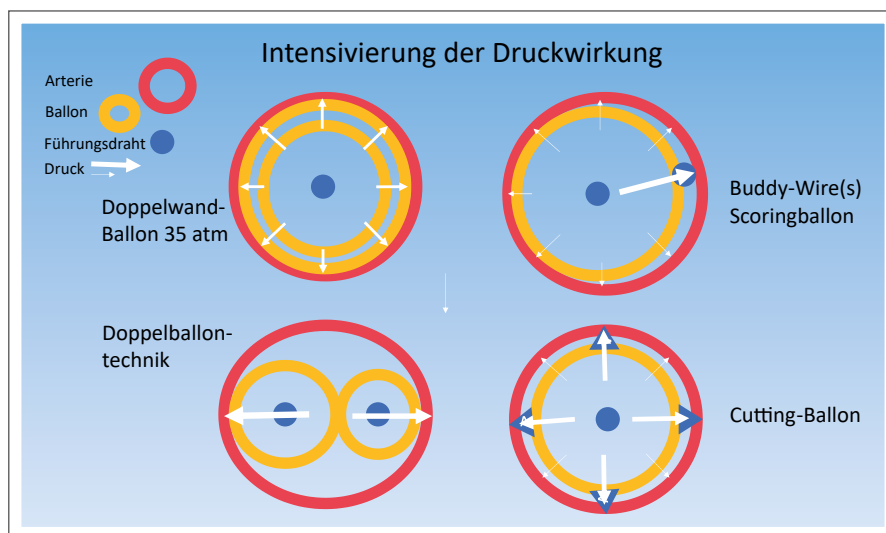


Abbildung 1: Intensivierung der Druckwirkung. © S. Harb

■ Rotationsangioplastie (RA)

Eine schon seit 1993 von der FDA zugelassene Methode, die allerdings in den vergangenen Jahren international eine Renaissance erlebt, ist die Rotationsangioplastie. Mit Diamantspänen besetzte Bohrköpfe von 1,25 bis 2,5 mm Durchmesser rotieren auf einem 0,009“ dünnen Draht mit 140.000 bis 180.000 Umdrehungen pro Minute und schneiden differenziert hartes Material ab bzw. erreichen durch Vibration und Kavitation eine gewisse Tiefenwirkung, die das Kalzium-Kollagen-Gefüge auflockert [6]. Die Anwendung erfordert Übung und Erfahrung, sonst kommt es zum Steckenbleiben des Bohrkopfes bzw. durch die Temperaturerhöhung und mechanische Wirkung zur Induktion der Gerinnungskaskade mit No-Reflow. Richtig dosiert eingesetzt, werden nur winzige Partikel erzeugt, die vom Blutstrom weggeschwemmt werden und in der Regel keine distale Obstruktion verursachen.

Die Besonderheit der Rotablation besteht darin, dass lediglich der Bohrdraht die Stenose passieren können muss, damit sie erfolgreich eingesetzt werden kann. Manchmal braucht man dazu einen Mikrokatheter. In manchen Zentren wird bei Rotablationen an der RCA ein passagerer Schrittmacher verwendet, um Phasen von passagerem AV-Block auszugleichen.

Um den Einsatz der Rotablation auch weniger erfahrenen Interventionisten zu ermöglichen und risikoärmer zu gestalten, wurde in den vergangenen Jahren die Plaquemodifikation mit kleinen Bohrköpfen propagiert. Intimakalk ist häufig und seine Beeinflussung kann ausreichen, um mit nachfolgenden Dilatationen erfolgreich zu sein. Bei tiefer liegender Mediasklerose kann diese Anwendungsstrategie naturgemäß wenig helfen.

■ Orbitale Atherektomie (OA)

Eine derzeit vor allem in den USA verbreitete Methode der Plaquemodifikation ist die Orbitale Atherektomie.

Im Gegensatz zur klassischen Rotablation ist sie für nicht passierbare Läsionen ungeeignet, kann aber durch den Einsatz einer drehzahlabhängig zunehmend exzentrisch ausschwin-

genden rotierenden Krone mit 1,25 mm Durchmesser sehr effektiv Kalkplaque abtragen und mit derselben Kronengröße deutlich weitere Gefäßdurchmesser bewirken.

Für Koronarostien wird der Einsatz nicht empfohlen.

■ Excimer-Laser

Eine elegante Methode, schwer bezwingbare Plaque vor allem in diffus betroffenen Arterien abzutragen, ist die Laserangioplastie (LA). Im Vergleich zu den ersten Geräten im vergangenen Jahrtausend erlauben die modernen Versionen wesentlich exakter dosierbare Wirkungen. Die LA ist über einen

üblichen 0,014“-Draht anwendbar und eignet sich besonders für geduldige Kardiologen, weil viele kleine Schritte zum Ziel führen und der Einsatz zeitaufwendig ist. Weniger geduldige Kardiologen verwenden sie in besonderen Fällen „off-label“ mit Kontrastmittel statt Kochsalz-Spüllösung und erreichen damit explosionsartige lokale Effekte in besonders hartnäckigen In-Stent-Restenosen [7]. Das Katheterlabor muss zusätzliche Sicherheitsauflagen erfüllen, um Laser einsetzen zu dürfen.

■ Intravaskuläre Lithotripsie (IVL, ShockWave)

Die einzig wirklich neue Methode zur Behandlung kalzifizierter Koronarstenosen ist die Intravaskuläre Lithotripsie (IVL). Da sie nur einen kleinen akkugespeisten aufladbaren Generator erfordert, ist sie ohne spezielle technische Umbauten in jedem Katheterlabor einsetzbar.

Seit Jahren gibt es mit demselben Generator, doch mit größeren Kathetern, gute Erfahrungen in der Behandlung von verkalkten peripheren Arterien [8]. Die IVL wird zunehmend verwendet, um schwer verkalkte Beckenarterien soweit vorzubereiten, dass ausreichend große Schleusen für die Passage von TAVI-Prothesen oder Impellapumpen passieren können.

Für den Einsatz in den Koronararterien gibt es derzeit 12 mm lange Ballone, die zwei Emittoren enthalten. In diesen Emittoren werden nach Entfaltung des Ballons mit 4 atm durch winzige elektrische Lichtbögen Schallwellen erzeugt, die einen ganz kurz dauernden Pressdruck von bis zu 50 Atmosphären bewirken. Bis zu 8 Serien von jeweils 10 solcher Impulse können von einem Ballon auf die Plaque übertragen werden.

Das führt vorwiegend zu typischen größeren, in OCT und IVUS sichtbaren Längsspalten im Kalk, aber auch zu vielen ganz kleinen Auflockerungen in anderen Richtungen. Die Gefäßwand wird dadurch wieder so weich, dass mit niedrigen Drücken die Entfaltung des Stents ermöglicht wird. Embolisierungen des Materials wurden im Koronargefäß nicht beobachtet.

In den bisherigen Studien sind keine gefährlichen Komplikationen der intrakoronaren Lithotripsie aufgetreten. Sie bietet

sich besonders für Läsionen an, für die große und damit potentiell gefährlichere Rotatorbohrköpfe oder die Orbitale Atherektomie erforderlich wären.

Da das Profil des koronaren Lithotripsieballons mit 1,3 mm etwa dem eines Cutting-Ballons entspricht, muss man ausreichendes Backup schaffen, damit er in die Stenose geführt werden kann. Dazu eignet sich neben der Wahl geeigneter Führungskatheter vor allem der großzügige Einsatz von Guide-extensions, also Verlängerungen des Führungskatheters, die in diesem und in der Folge in der Arterie bis nah an die Stenose herangeführt werden können.

Die Effekte der Intrakoronaren Lithotripsie sind beeindruckend. Wir haben sie mit Erfolg in Stenosen eingesetzt, die sogar mit OPN-Ballonen mit 35 atm nicht dilatierbar waren.

Da die Katheter teuer sind, können wir bislang nur sonst therapieresistente Läsionen damit behandeln. Eine ausreichende Querschnittsfläche im Stent ist der Hauptindikator für ein gutes Langzeitergebnis. Durch Vorbereitung mit Intrakoronarer Lithotripsie kann diese leicht und schonend erreicht werden. Wir erwarten daher in naher Zukunft eine rasche Verbreitung dieser Methode und eine Verringerung der Kosten.

Ein am TCT 2019 präsentierter Vergleich hat gezeigt, dass beim Einsatz von IVL unter der Indikation zirkuläre Verkalkung über 270 Grad im Vergleich zur Rotablation bereits jetzt ein geringerer Materialverbrauch und reduzierte Kosten erwartet werden können [9] (Abb. 2).

■ Rotatripsie

Es gibt Situationen, wo die verkalkte Stenose erst vorbereitet werden muss, damit der IVL-Ballon passieren kann.

Voraussetzung ist, dass ein Draht die Stenose passiert. Über einen Mikrokatheter kann man diesen Draht gegen einen Rotablationsdraht austauschen. Dieser ermöglicht, einen sich schnell drehenden Diamantbohrkopf an die Plaque zu führen, hartes Material abzutragen und in feinste Partikel zerteilt im Blutstrom wegschwimmen zu lassen. Dadurch entsteht ein Kanal, der den Eintritt des Lithotripsieballons ermöglicht.

Die kräftigen Schallwellen können nun ohne weitere Embolisation von Partikeln vorwiegend Längsrisse in der Plaque er-

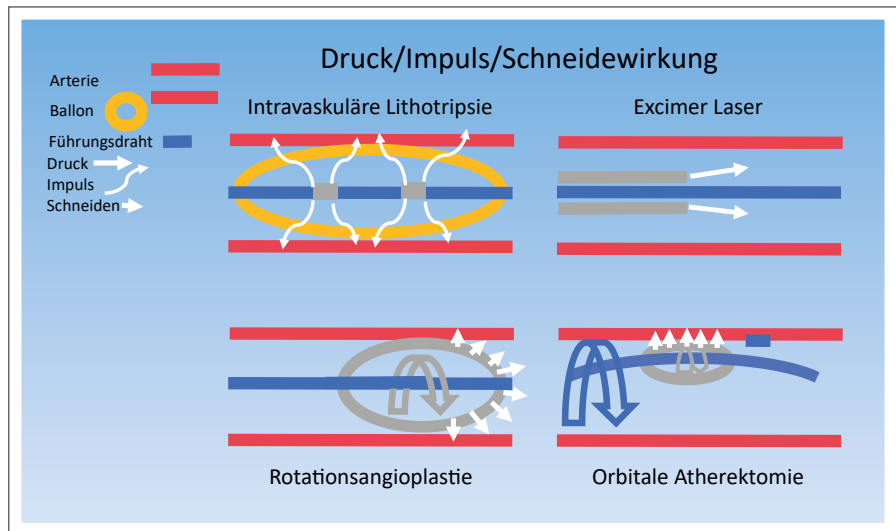


Abbildung 2: Druck/Impuls/Schneidewirkung. © S. Harb

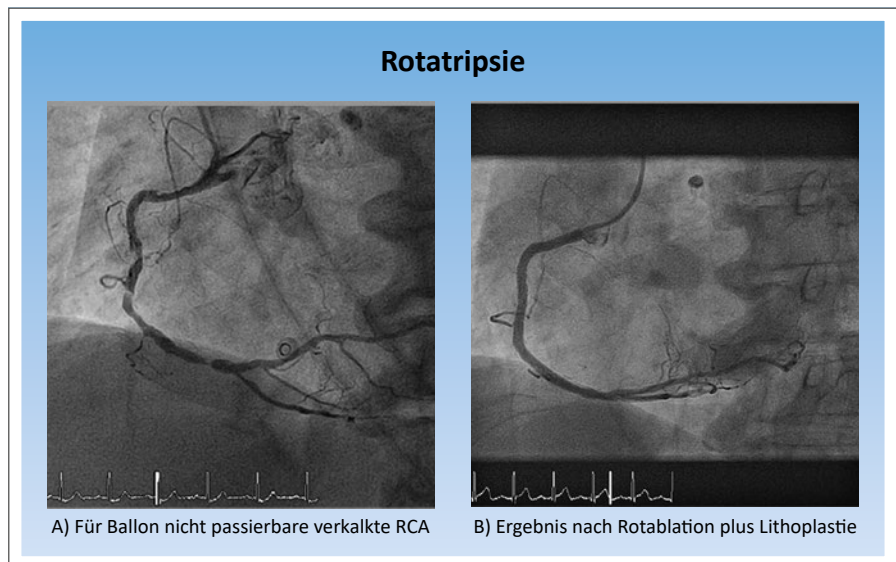


Abbildung 3: Rotatripsie. © S. Harb

zeugen. Das lockert das harte Material ausreichend auf, damit in der Folge der Stent ausreichend entfaltet werden kann. Diese Kombination von Rotablation und Lithotripsie nennt man „Rotatripsie“ [10] (Abb. 3).

■ Intravaskuläre Bildgebung

Die Rolle der intravaskulären Bildgebung (IB), vor allem von IVUS und OCT, ist in stetiger Entwicklung. Die Vorteile sind gerade bei kalzifizierten Läsionen unbestritten, weil sie die Bestimmung des Kalziumwinkels, der Kalkdicke und der Länge des Kalkplaques ermöglicht und den rationalen Einsatz der genannten Verfahren sowohl indizieren als auch vor dem Stenting kontrollieren kann. In Japan wird die IB routinemäßig eingesetzt und refundiert.

Bei uns wird noch mit Zeit- und Kostenüberlegungen für den eingeschränkten Einsatz plädiert. Um rasch und sicher interpretiert werden und damit nützlich sein zu können, braucht sie genügende Erfahrung des Untersuchers.

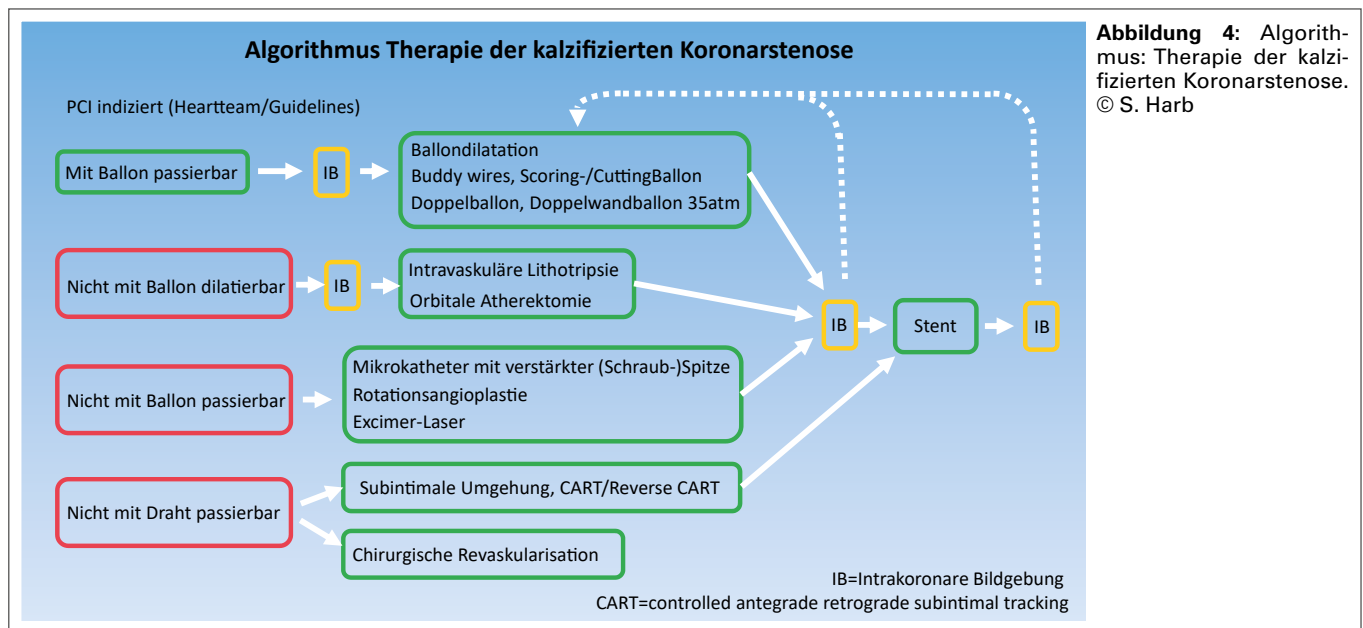


Abbildung 4: Algorithmus: Therapie der kalzifizierten Koronarstenose.
© S. Harb

■ Subintimale Umgehung einer nicht passierbaren Stenose

Lässt sich mit keiner Strategie eine kalzifizierte Stenose innerhalb des Lumens mit dem Draht passieren, kann man bewußt den subintimalen Raum eröffnen. Wie bei der Therapie chronischer Verschlüsse, umgeht man damit die harte Plaque und sucht distal davon wieder den Weg ins Lumen. Manchmal ist es sicherer, über feine Kollateralgefäße retrograd in das distale Gefäßsegment zu gelangen und mit gezielten Ballondilatationen in einen gemeinsamen Raum mit dem antegraden Draht zu kommen („controlled antegrade and retrograde subintimal tracking“, CART) [11]. Dafür gibt es einige neue Devices, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

■ Chirurgische Revaskularisation

Für alle mit potentiell höherem Risiko behafteten interventionellen Eingriffe gilt, dass sie sich an den Möglichkeiten der chirurgischen Revaskularisation messen müssen.

Gerade in einer Zeit, wo sich sowohl die interventionelle Kardiologie als auch die Herzchirurgie rasch weiterentwickeln und kombinierte Einsätze möglich sind, ist die enge Zusammenarbeit dieser Disziplinen für den Patienten von Vorteil (Abb. 4).

■ Interessenkonflikt

Organisator von Fortbildungen für Medtronic, ShockWave Medical und Cardinal Health.

Literatur:

- Burke AP, et al. Effect of menopause on plaque morphologic characteristics in coronary atherosclerosis. *Am Heart J* 2001; 141: s58–e62.
- Sharma et al. Impact of calcification on percutaneous coronary intervention: MACE-Trial 1-year results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019; 94: 187–94.
- Demer LL, Tintut Y. Inflammatory, metabolic, and genetic mechanisms of vascular calcification. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2014; 34: 715–23.
- HU XQ, et al. A novel approach to facilitating balloon crossing chronic total occlusions: the „wire-cutting“ technique. *J Interv Cardiol* 2012; 25: 297–303.
- Otsuka Y, et al. Prolonged inflation technique using a scoring balloon for severe calcified lesion. *Int Heart J* 2017; 58: 982–7.
- Barbato E, et al. State of the art: evolving concepts in the treatment of heavily calcified and undilatable coronary stenoses – from debulking to plaque modification, a 40-year-long journey. *EuroIntervention* 2017; 13: 696–705.
- Fernandez JP, et al. Beyond the balloon: excimer coronary laser atherectomy used alone or in combination with rotational atherectomy in the treatment of chronic total occlusions, non-crossable and non-expandable coronary lesions. *EuroIntervention* 2013; 9: 243–50.
- Brodmann M, et al. Primary outcomes and mechanism of action of intravascular lithotripsy in calcified, femoropopliteal lesions: Results of Disrupt PAD II. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019; 93: 335–42.
- Ali ZA, et al. Safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary stenoses: the Disrupt CAD II Study. *Circ Cardiovasc Interv* 2019; 12: e008434.
- Ielasi A, et al. „Rota-tripsy“: A successful combined approach for the treatment of a long and heavily calcified coronary lesion. *Cardiovasc Revasc Med* 2019; S1553–8389(19)30823–1.
- Rathore S, et al. Retrograde percutaneous recanalization of chronic total occlusion of the coronary arteries: procedural outcomes and predictors of success in contemporary practice. *Circ Cardiovasc Interv* 2009; 2: 124–32.

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