

# Perforacja septalnej kolaterali w trakcie wstecznej rekanalizacji prawej tętnicy wieńcowej

## Perforation of septal collaterals during retrograde RCA recanalization

### STRESZCZENIE

Wyniki wielu badań obserwacyjnych dowodzą poprawy rokowania u chorych po skutecznym zabiegu udrożnienia przewlekłych niedrożności (CTO) obejmujących zmniejszenie objawów dławicowych, poprawę jakości życia, tolerancji wysiłku. W codziennej praktyce spotykamy coraz „trudniejszych” pacjentów, w podeszłym wieku, z zespołem kruchości, z licznymi obciążeniami, historią rewaskularyzacji, którzy nadal są objawowi, a lecząc ich zachowawczo nie uzyskujemy zadowalających efektów. Wprowadzenie techniki wstecznej rekanalizacji w 1990 roku i jej ciągle udoskonalanie wpłynęło na znaczącą poprawę skuteczności wykonywanych udrożnień. Z uwagi na rozległość takiego zabiegu, konieczność pasażu przez najdrobniejsze połączenia w łożysku naczyniowym serca — częściej w porównaniu ze stosowaniem tylko technik klasycznej rekanalizacji mogą być spotykane możliwe powikłania okołoproceduralne. Wsteczna rekanalizacja jest właściwą opcją zabiegową w przypadku zamknięć o niejasnej anatomii CTO i zmian ostialnych, przy dobrze wykształconych „interwencyjnych” kolateralach. W technice wstecznej używane są gałęzie septalne, pomosty naczyniowe po pomostowaniu i połączenia epikardialne, w części przypadków skuteczne jest skojarzenie tych dostępów. Najczęściej używaną opcją dostępu do dystalnego czepka CTO są kolaterale septalne, niemniej ich przebieg jest zwykle wymagający nawet dla skonstruowanych dla tego celu przewodników. Uszkodzenia tych połączeń są uważane przez operatorów za bezpieczne z uwagi na drenowanie potencjalnej perforacji do jamy serca w przeciwieństwie do uszkodzenia kolaterali epikardialnej mogącej skutkować następczą tamponadą. W pracy opisano przebieg rekanalizacji proksymalnego zamknięcia prawej tętnicy wieńcowej z wykorzystaniem drogi wstecznej przez drugą gałąź septalną, powikłaną jej perforacją i skutecznym rozwikłaniem tego problemu. Zabieg został przeprowadzony przez M. Yamane w trakcie X edycji International Expert to Expert CTO Forum w dniach 28 i 29 marca 2019 roku.

**Słowa kluczowe:** przewlekłe zamknięcie tętnicy wieńcowej, zabieg rekanalizacji wstecznej, perforacja gałęzi septalnej

Kardiol. Inwazyjna 2020, 15 (1), 38–42

### ABSTRACT

Many observational studies prove better prognosis in patients after successful chronic total occlusion (CTO) recanalization including reduction of angina symptoms, improvement of quality of life, exercise tolerance. In everyday practice, we meet increasingly “difficult” patients, with the fragility syndrome, with numerous strains, history of revascularization who are still symptomatic, and treating them conservatively do not achieve satisfactory results. The introduction of retrograde techniques in 1990 and its continuous improvement resulted in a significant improvement in the effectiveness of the recanalization. Due to the extent of such procedure, the necessity of passage through the smallest connections in the vascular of the heart, possible complicated complications can be encountered more often compared to the use of only classical recanalization techniques. Retrograde recanalization is the right treatment option for closures with unclear CTO anatomy and ostial lesions with well-formed “intervention” collateral. In the retrograde technique, septal branches, vascular grafts after CABG and epicardial connections are used, in some

Marek Jankiewicz<sup>1</sup>, Jarosław Wójcik<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinika Kardiologii Uniwersytet Medyczny w Lublinie

<sup>2</sup>Szpital Kardiologii Inwazyjnej Ikardia w Nałęczowie

cases the combination of these accesses is effective under the condition of favorable anatomy. The most commonly used option to access the distal CTO cap are the septal collaterals. Their course is usually demanding even for the purpose-built guide. Damage to these connections is considered by operators to be safe due to the drainage of potential perforation into the heart cavity as opposed to damage to epicardial collaterals that may result in subsequent cardiac tamponade. We describe the recanalization case of the proximal right coronary artery CTO using the retrograde path through the second septal branch, complicated by its perforation and effective solution to this problem. The treatment was carried out during the 10th edition of International Expert to CTO Forum Expert on 28-29 March 2019 by M. Yamane.

**Key words:** chronic total occlusion, retrograde recanalization, septal collateral rupture

Kardiol. Inwazyjna 2020, 15 (1), 38–42

## Wstęp

Wyniki wielu badań obserwacyjnych dowodzą poprawy rokowania u chorych po skutecznym zabiegu udrożnienia przewlekłych niedrożności (CTO, *chronic total occlusion*) obejmującego zmniejszenie objawów dławicowych, poprawę jakości życia czy tolerancji wysiłku [1–3]. Otwarcie przewlekłej okluzji ma wpływ na redukcję niedokrwienia, funkcję skurczową lewej komory i możliwość rezygnacji z konieczności wykonania operacji pomostowania [4–6]. Wprowadzenie techniki wstecznej rekanalizacji w 1990 roku i jej ciągłe udoskonalanie wpłynęło na znaczącą poprawę skuteczności wykonywanych udrożeń. Z uwagi na rozległość takiego zabiegu, konieczność pasażu przez najdrobniejsze połączenia w łożysku naczyniowym serca możliwe powikłania okołoproceduralne spotykane mogą być częściej w porównaniu ze stosowaniem tylko technik klasycznej rekanalizacji [7, 8]. Wprowadzenie techniki wstecznej rekanalizacji w 1990 roku i jej ciągłe udoskonalanie wpłynęło na znaczącą poprawę skuteczności wykonywanych udrożeń [9]. Z uwagi na rozległość takiego zabiegu, konieczność pasażu przez najdrobniejsze połączenia w łożysku naczyniowym serca możliwe powikłania okołoproceduralne spotykane mogą być częściej w porównaniu ze stosowaniem tylko technik klasycznej rekanalizacji [10]. Wsteczna rekanalizacja jest właściwą opcją zabiegową w przypadku zamknięć o niejasnej anatomii CTO i zmian ostialnych, przy dobrze wykształconych „interwencyjnych” kolateralach [11]. W technice wstecznej używane są gałęzie septalne, pomosty naczyniowe po pomostowaniu i połączenia epikardialne, w części przypadków skuteczne jest skojarzenie tych dostępu. Najczęściej używaną opcją dostępu do dystalnego czepka CTO są kolaterale septalne, niemniej ich przebieg jest zwykle wymagający nawet dla skonstruowanych dla tego celu przewodników (Suoh3, Asahi). Uszkodzenia tych połączeń uważane są przez operatorów za bezpieczne z uwagi na drenowanie potencjalnej perforacji do jamy serca w przeciwieństwie do uszko-

żenia kolaterali epikardialnej mogącej skutkować następczą tamponadą [10, 11].

Rekanalizacja proksymalnego zamknięcia prawej tętnicy wieńcowej w obrębie implantowanych wcześniej stentów mogłaby się wydawać prostym do przeprowadzenia zabiegiem z uwagi na widoczny *road map* w postaci wytapetowania ściany tętnicy stentami. Czas trwania okluzji (potwierdzone angiograficznie 6 miesięcy) także sugeruje skuteczność pokonania okluzji. Tak szybkie zamknięcie tętnicy sugeruje jednak nieprawidłowości techniki lub sprzętu przy pierwotnej naprawie tętnicy. Stent umieszczony w ostium prawej tętnicy wieńcowej (RCA, *right coronary artery*) może wystawać do aorty, co wiąże się z niedoskonałym podparciem cewników prowadzących, trudnościami z ich osiowym ustawieniem przy wprowadzaniu sprzętu do rekanalizacji, penetracją przewodników od samego ostium śródściennie. W opisywanym przypadku lokalizacja niedrożności prawej tętnicy wieńcowej była źródłem trudności uniemożliwiających jej skuteczną rekanalizację antegrade w styczniu 2019 roku. Cewnik prowadzący AL1 7F dawał wystarczające podparcie jedynie do uzyskania około 15 mm pasażu przewodników (AWE: Gaia Third, Confianza Pro12, Asahi). Po pierwszym podejściu odstąpiono od rekanalizacji antegrade i zakwalifikowano chorą do hybrydowej rekanalizacji w trakcie warsztatów International Expert to Expert CTO Forum w Nałęczowie.

## Opis przypadku

Zabieg wykonywano u chorej 72-letniej po przebytej w czerwcu 2018 roku angioplastyce ostium RCA z powodu ostrego zespołu wieńcowego. Zwapienia w ostium prawej tętnicy przyczyniły się do suboptymalnej pozycji i niedoprężenia stentu w odcinku początkowym. Próba optymalizacji balonem NC skończyła się jego migracją poniżej stentu, spowodowaniem wymagającej leczenia długiej dyssekcji sięgającej do odcinka środkowego tętnicy. Implantowano dwa kolejne stenty i chorą zakwalifikowano do następnego planowego etapu przezskórnej interwencji wieńcowej (PCI, *percutaneous coronary intervention*) gałęzi okalającej. Podczas tego etapu dwa miesiące później stwierdzono w kontrolnej koronarografii zamknięcie prawej tętnicy w obrębie stentów. Pierwsza próba rekanalizacji drogą klasyczną — nieskuteczna — została przeprowadzona w styczniu 2019 roku, z dostępu promieniowego tylko techniką antegrade metodą stopniowania siły działania przewodnika dostępu (AWE, *antegrade wire escalation*). Wśród czynników ryzyka należy wymienić kontrolowane nadciśnienie, hipercholesterolemię i nadczynność tarczycy w wywiadzie. Chora pozostawała cały czas w klasie czynnościowej CCS II/III, bez jawnych objawów niewydolności krążenia — ustalono wskazania do rekanalizacji w trakcie

warsztatów International Expert to CTO Forum Expert w marcu 2019 roku w Nałęczowie.

## Technika i sprzęt

Zabieg wykonywał Masahisa Yamane doświadczony operator z Japonii (Sekishinkai Sayama Hospital). Po analizie koronarografii kwalifikującej do rekanalizacji (zamknięcie RCA w odcinku początkowym, „blunt stump” w obrębie implantowanych stentów i wypełnianie się obwodu tętnicy wstecznie przez septalne kolaterale do miejsca zamknięcia przed krzyżem serca — ok. 70 mm) zdecydowano w pierwszym etapie o technice AWE. Zastosowano dostęp dwuudowy, w ujściu prawej tętnicy wieńcowej umieszczono cewnik prowadzący AL1 7F SH, w lewej EBU 3.5 7F. Standardowo utrzymywano Czas częściowej tromboloplastyny po aktywacji (APTT, *activated partial thromboplastin time*) na poziomie > 300 sekund. Pierwsze próby z dostępu „antegrade” (klasyczny) odbyły się przy wykorzystaniu przewodników Gaia Third i Confianza Pro12 wspartych na mikrocewniku Corsair Pro (Asahi, Japan). Prezentowane projekcje nie potwierdzały obecności przewodników w zachęcającej do dalszego pasażu pozycji, migrowały śródściennie pomiędzy okami stentu. Po około 15 min prób uzyskania właściwego kierunku przez przewodniki dokonano zmiany techniki zabiegu na retrograde. Przez cewnik prowadzący w ujściu lewej tętnicy wieńcowej (EBU 3.5) wprowadzono roboczy przewodnik Sion wraz z kolejnym mikrocewnikiem Corsair Pro (Asahi) uzyskując dostęp do drugiej gałęzi septalnej. Po sprowadzeniu mikrocewnika do początkowego odcinka kolaterali konieczna była zmiana przewodnika na Suoh 3, który bezpośrednio podparty końcówką mikrocewnika pokonał środkowy, kręty odcinek gałęzi septalnej i uzyskał dostęp do gałęzi tylnej zstępującej (PDA, *posterior descending artery*). Sprowadzenie mikrocewnika do PDA było trudne i także wymagało zmiany przewodnika na Sion (Asahi). Technika RWE było bardzo trudno uzyskać postęp, dystalny czepek okluzji był oporny na większość przewodników z rodziny Gaia, także Next, oraz Confianza i Miracle. Po kolejnej wymianie przewodnika na Pilot 200 (Abbott) i uformowaniu pętli udało się przesunąć mikrocewnik w okolice ostatniego stentu, niestety przewodnik utknął pomiędzy ścianą tętnicy i okami stentu, jego końcówka uległa zniszczeniu i urwaniu na skutek zaklinowania. Po potwierdzeniu braku wynaczynienia kontrastu przez selektywne podanie przez mikrocewnik zabieg kontynuowano dzięki lepszej pozycji mikrocewnika uzyskanej bardzo silnym poparciem dzięki zaklinowaniu poprzedniego (urwanego) przewodnika. Ostatecznie przewodnik Gaia 3Next uzyskał właściwy kierunek i udało się go wprowadzić aż do ujścia RCA i aorty (niemożność wprowadzenia przewodnika antegrade w dogodne miejsce uniemożliwiło manewr CART [*controlled antegrade and retrograde tracking*]). Z uwagi na prawie

ostialną lokalizację zamknięcia i modyfikacji ujścia przez implantowany stent eksternalizacji dokonano dzięki pętli naczyniowej, po wcześniejszym usunięciu z ujścia prawej tętnicy wieńcowej cewnika AL1 i wymianie go na AR1 7F na wysokości łuku aorty. Po zakończonej eksternalizacji początkowy odcinek RCA poddano angioplastyce balonowej 2,0 mm i 3,5 mm uzyskując obrazowanie dystalnego odcinka RCA. Drogą antegrade wprowadzono kolejny przewodnik Sion (Asahi) i wykonano angioplastykę rozwidlenia PLA(*posterior lateral artery* — gałąź tylna-boczna)/PDA. Dalsze etapy to już rutynowa PCI z oceną za pomocą ultrasonografii wewnątrznaczyniowej (IVUS, *intravascular ultrasound*) i implantacją trzech stentów DES. Uzyskano pełne otwarcie naczynia z drożnościami PLA i PDA, bez zwężenia rezydualnego > 20%. Ostatnie podania kontrastu do RCA uwidocznili jednak niewielkie zacinienie w rzucie przewodnika retrograde na wysokości odejścia drugiej gałęzi septalnej. Podciągnięcie mikrocewnika „retro” do początkowego odcinka tętnicy przedniej zastępującej (LAD, *left anterior descending artery*) i podanie kontrastu od strony lewej tętnicy wieńcowej (LCA, *left coronary artery*) uwidocznili dużą perforację gałęzi septalnej z przepływem kontrastu prawdopodobnie do prawej komory. Stan chorej pozostawał do tej pory stabilny, ostatnie podanie kontrastu było równoczesne ze zgłoszonym bólem w kłp o średnim nasileniu. Kontrola echokardiograficzna nie wykazała istotnej patologii, bez separacji blaszek osierdzia, nie uwidoczniono poszerzenia istotnego przegrody międzykomorowej ani przetoki. W tej stabilnej sytuacji klinicznej operator zdecydował się na manewr fenestracji okolicy perforacji. Po wymianie mikrocewnika na cewnik dwuświatłowy (Sasuke, Asahi), uzyskując tym samym zabezpieczenie LAD kolejnym przewodnikiem i mając do dyspozycji lepsze podparcie, dostępnymi przewodnikami wchodząc w okolice gałęzi septalnej wytwarzał potencjalne kanały zabezpieczające przed wytworzeniem krwiaka przegrody. W trakcie obserwacji i badania echokardiograficznego na stole zabiegowym przez 40 min nie zaobserwowano zmiany w stanie pacjentki, dolegliwości bólowe w klatce piersiowej ustąpiły. Zabieg zakończono po 260 min, zużyto 330 ml kontrastu. Chorą wypisano po 3 dniach hospitalizacji ze znaczącym wzrostem markerów niedokrwienia, ale bez innych czynników nakazujących rozpoznanie zawału serca NSTEMI (*non-ST elevation myocardial infarction*).

## Dyskusja

Rekanalizacja *retrograde* to element postępowania hybrydowego, czyli płynnego przejścia od jednej do kolejnej metody udrażniania CTO i jest najważniejszym czynnikiem, który poprawił skuteczność zabiegów rekanalizacji do 90–95% w dedykowanych do tego typu zabiegów ośrodkach [12–14]. Powikłania

rekanalizacji wstecznej są związane ze stosowaniem podwójnego instrumentarium, zwykle dwa dostępy, dwa cewniki prowadzące, jednoczasowa obecność kilku przewodników i mikrocewników w tętnicy udrażnianej i dostępowej (*donor artery*). Istnieje jednak konieczność ścisłej kontroli czasu krzepnięcia po aktywacji (ACT, *activated clotting time*) > 300 sekund, aby uniknąć powikłań zakrzepowych. W trakcie retro rekanalizacji należy więc zadbać także o tętnicę doprowadzającą, potencjalne niedokrwienie spowodowane dyssekcją lub zakrzepicą może być katastrofalne. Najtrudniejszym elementem zabiegu zwykle jest pokonanie kolaterali łączących, nie tylko pod kątem niejasnego, wymagającego przebiegu ale także ochroną tych kolaterali w trakcie pasaży mikrocewnika czy usuwania sprzętu na koniec zabiegu [15]. Przytaczając wyniki metaanalizy przeprowadzonej przez utworzoną do tego celu naukową japońską organizację Retrograde Summit, należy stwierdzić, że dostęp retro jest procedurą bezpieczną, z niskim ryzykiem powikłań [11]. Dane z wieloośrodkowego rejestru (1166 procedur retro) skupiającego doświadczonych operatorów CTO z 28 japońskich ośrodków szacują ryzyko szpitalnych poważnych zdarzeń sercowych i mózgowych (MACCE, *major adverse cardiac and cerebrovascular events*) na 1,5% z ryzykiem śmierci wynoszącym 0,1%, a konieczność stosowania perikardiocentezy/drenażu worka osierdziowego na 0,3% [11]. Opisywane w prezentowanej pracy powikłanie — septalna perforacja — występowało w analizie stosunkowo często, bo w 9,5% przypadków, zaś leczenia wymagało jedynie 2,1% chorych. Niezależnymi czynnikami wystąpienia tego zdarzenia były stopień trudności według skali J-CTO i płeć żeńska [11]. Przewaga dostępu septalnego w porównaniu z epikardialnym to mniejsze istotnie ryzyko perforacji i zawału non-Q (0,1% v. 1,1%), na niekorzyść przemawia zaś dłuższy czas fluoroskopii [11]. Europejskie doświadczenia z rejestru ERCTO (*European Registry of Chronic Total Occlusion*) (2008–2012) reprezentują nieco niższą skuteczność na poziomie 75% skutecznych zabiegów retro rekanalizacji, co jest związane z włączeniem do rejestru wielu ośrodków i operatorów [10]. Całkowita liczba niekorzystnych zdarzeń sercowo-mózgowych wśród osób po skutecznej rekanalizacji sięga 8,7% z ryzykiem śmierci 0,6% i zawału 2,3%. Perforacja kolaterali septalnej wydarzyła się w 1,5% przypadków zakończonych sukcesem i odpowiednio 3,3% w przypadku niepowodzenia [10]. Zdobywanie dalszego doświadczenia i dostępność dedykowanego dla CTO instrumentarium powinny pozytywnie wpłynąć na dalsze zmniejszenie ryzyka powikłań związanych z tą zaawansowaną technicznie metodą udrażniania. Z przytoczonych badań jednoznacznie wynika zależność pomiędzy doświadczeniem ośrodka, odsetkiem skutecznych zabiegów a te czynniki

mają bezpośrednie przełożenie na częstotliwość wystąpienia powikłań dostępu retro.

## Piśmiennictwo:

- Rossello X, Pujadas S, Serra A, et al. Assessment of Inducible Myocardial Ischemia, Quality of Life, and Functional Status After Successful Percutaneous Revascularization in Patients With Chronic Total Coronary Occlusion. *Am J Cardiol.* 2016; 117(5): 720–726, doi: [10.1016/j.amjcard.2015.12.001](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.12.001), indexed in Pubmed: 26747733.
- Christakopoulos GE, Christopoulos G, Carlino M, et al. Meta-analysis of clinical outcomes of patients who underwent percutaneous coronary interventions for chronic total occlusions. *Am J Cardiol.* 2015; 115(10): 1367–1375, doi: [10.1016/j.amjcard.2015.02.038](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2015.02.038), indexed in Pubmed: 25784515.
- Safley D, Grantham J, Hatch J, et al. Quality of life benefits of percutaneous coronary intervention for chronic occlusions. *Catheterization and Cardiovascular Interventions.* 2013; 84(4): 629–634, doi: [10.1002/ccd.25303](https://doi.org/10.1002/ccd.25303).
- Hoebbers LP, Claessen BE, Elias J, et al. Meta-analysis on the impact of percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions on left ventricular function and clinical outcome. *Int J Cardiol.* 2015; 187: 90–96, doi: [10.1016/j.ijcard.2015.03.164](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.03.164), indexed in Pubmed: 25828320.
- Stuijzand WJ, Biesbroek PS, Rajmakers PG, et al. Effects of successful percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions on myocardial perfusion and left ventricular function. *EuroIntervention.* 2017; 13(3): 345–354, doi: [10.4244/EIJ-D-16-01014](https://doi.org/10.4244/EIJ-D-16-01014), indexed in Pubmed: 28242588.
- Christopoulos G, Menon RV, Karpaliotis D, et al. Application of the „hybrid approach” to chronic total occlusions in patients with previous coronary artery bypass graft surgery (from a Contemporary Multicenter US registry). *Am J Cardiol.* 2014; 113(12): 1990–1994, doi: [10.1016/j.amjcard.2014.03.039](https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2014.03.039), indexed in Pubmed: 24793678.
- Baks T, van Geuns RJ, Duncker DJ, et al. Prediction of left ventricular function after drug-eluting stent implantation for chronic total coronary occlusions. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47(4): 721–725, doi: [10.1016/j.jacc.2005.10.042](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.10.042), indexed in Pubmed: 16487835.
- Galassi AR, Boukhris M, Toma A, et al. Percutaneous Coronary Intervention of Chronic Total Occlusions in Patients With Low Left Ventricular Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017; 10(21): 2158–2170, doi: [10.1016/j.jcin.2017.06.058](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.06.058), indexed in Pubmed: 29055762.
- Toma A, Gebhard C, Gick M, et al. Survival after percutaneous coronary intervention for chronic total occlusion in elderly patients. *EuroIntervention.* 2017; 13(2): e228–e235, doi: [10.4244/EIJ-D-16-00499](https://doi.org/10.4244/EIJ-D-16-00499), indexed in Pubmed: 27867143.
- Galassi AR, Sianos G, Werner GS, et al. Euro CTO Club. 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; 65(22): 2388–2400, doi: [10.1016/j.jacc.2015.03.566](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.03.566), indexed in Pubmed: 26046732.
- Okamura A, Yamane M, Muto M, et al. Complications during retrograde approach for chronic coronary total

- occlusion: Sub-analysis of Japanese multicenter registry. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016; 88(1): 7–14, doi: [10.1002/ccd.26317](https://doi.org/10.1002/ccd.26317), indexed in Pubmed: [26616576](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26616576/).
12. Bakker EJ, Maeremans J, Zivelonghi C, et al. RECHARGE Investigators. The Hybrid Algorithm for Treating Chronic Total Occlusions in Europe: The RECHARGE Registry. *J Am Coll Cardiol.* 2016; 68(18): 1958–1970, doi: [10.1016/j.jacc.2016.08.034](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.08.034), indexed in Pubmed: [27788851](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27788851/).
  13. Nombela-Franco L, Urena M, Jerez-Valero M, et al. Validation of the J-chronic total occlusion score for chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in an independent contemporary cohort. *Circ Cardiovasc Interv.* 2013; 6(6): 635–643, doi: [10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000447](https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000447), indexed in Pubmed: [24254710](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24254710/).
  14. Christopoulos G, Karpaliotis D, Alaswad K, et al. Application and outcomes of a hybrid approach to chronic total occlusion percutaneous coronary intervention in a contemporary multicenter US registry. *Int J Cardiol.* 2015; 198: 222–228, doi: [10.1016/j.ijcard.2015.06.093](https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2015.06.093), indexed in Pubmed: [26189193](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26189193/).
  15. Brilakis ES, Grantham JA, Rinfret S, et al. A percutaneous treatment algorithm for crossing coronary chronic total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012; 5(4): 367–379, doi: [10.1016/j.jcin.2012.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2012.02.006), indexed in Pubmed: [22516392](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22516392/).

---

**Adres do korespondencji:**

Marek Jankiewicz  
Klinika Kardiologii UM  
ul. Jaczewskiego 8, 20–954 Lublin  
e-mail: [marek.jankiewicz@wp.pl](mailto:marek.jankiewicz@wp.pl)