

Otwieranie przewlekłej okluzji tętnicy wieńcowej – dlaczego, kiedy i jak?

Recanalisation of chronic total occlusions – why, when and how?

Radosław Kręcki, Jan Z. Peruga, Maria Krzemińska-Pakuła, Jarosław D. Kasprzak

II Katedra i Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, Łódź

Kardiologia Pol 2009; 67: 190-195

Wprowadzenie

Rozwój technik kardiologii inwazyjnej i ich lepsza dostępność rozszerzyły wskazania do diagnostyki inwazyjnej choroby wieńcowej. Prowadzi to do nowych dylematów terapeutycznych, przed jakimi staje operator. Chory z izolowaną, ogniskową, o idealnym angiograficznie profilu zmianą w tętnicy wieńcowej, który jest najlepszym kandydatem do zabiegu przezskórnej angioplastyki (ang. *percutaneous coronary intervention*, PCI), stanowi coraz większą rzadkość. Chorzy ze znacznie zaawansowaną miażdżycą we wszystkich tętnicach nasierdziowych pojawiają się coraz częściej w pracowniach kardiologii inwazyjnej. Wybór właściwej strategii leczenia tej populacji musi być poprzedzony nie tylko dogłębną analizą anatomii angiograficznej tętnic wieńcowych, ale również oceną innych schorzeń współistniejących czy – nie mniej ważnych – preferencji chorego. Decyzja o kwalifikacji do pomostowania aortalno-wieńcowego jest często trudna do zaakceptowania dla chorego z uwagi na zazwyczaj wyższe ryzyko okołozabiegowe, a etapowy zabieg PCI stanowi bardzo interesującą alternatywę. Nierzadko jednak etapowa procedura PCI nie jest możliwa, a obecność przewlekłej okluzji tętnicy wieńcowej (ang. *chronic total occlusion*, CTO) jest jednym z czynników, które dyskwalifikują chorego jako kandydata do leczenia choroby wieńcowej metodą przezskórną. Nie jest rzeczą zaskakującą, że z uwagi na czas procedury, koszt, gorsze szanse sukcesu, jak również nie do końca ugruntowane dowody w świetle medycyny opartej na faktach, większość kardiologów interwencyjnych unika decyzji o otwieraniu CTO. Ostatnie analizy bazy NHLBI wykazały nawet spadek liczby zabiegów PCI w przewlekłych okluzjach z 9,4 do 5,7% między 1997 a 2004 r. [1, 2].

Definicje i obraz kliniczny

Mianem przewlekłej okluzji określamy zamknięcie tętnicy wieńcowej trwające ponad 3 miesiące. Okluzja tętnicy wieńcowej jest zjawiskiem dość powszechnym, znajdowana jest bowiem u prawie 30% chorych z miażdżycą w tętnicach wieńcowych w trakcie angiografii, z czego tylko 10–15% osób kwalifikowanych jest do zabiegu PCI, a znaczna większość jest przekazywana kardiochirurgom lub kwalifikowana do dalszego leczenia farmakologicznego [1]. Tematyka CTO cieszy się jednak rosnącym zainteresowaniem kardiologów interwencyjnych. Coraz szersza gama przewodników angioplastycznych (Tabela I), balonów, technik otwierania CTO, jak również coraz więcej dowodów na poprawę rokowania chorych po udanych zabiegach udrożnienia tętnicy wieńcowej skłania nawet najbardziej sceptycznych kardiologów do weryfikacji poglądów na temat otwierania CTO i korzyści z tym związanych.

Celem leczenia osób ze stabilną chorobą wieńcową jest z jednej strony poprawa jakości życia osiągnięta poprzez redukcję objawów choroby, z drugiej ograniczenie liczby powikłań sercowo-naczyniowych, w tym zawału mięśnia sercowego i zgonu sercowo-naczyniowego w obserwacji krótko- i długoterminowej. Obraz kliniczny CTO może przybierać bardzo różne warianty. W większości są to osoby ze zmiennie nasiloną postacią stabilnej choroby wieńcowej, rzadziej – bez objawów dusznicy bolesnej czy z dominującymi objawami niewydolności krążenia. Przewlekła okluzja jest jednym z patomorfologicznych wariantów miażdżycy stwierdzanej w trakcie angiografii i jak w każdym przypadku, także tu decyzja o kwalifikacji do rewaskularyzacji winna być poprzedzona dokładną analizą danych z badania podmiotowego i wyników nieinwazyjnych testów oceniających żywotność mięśnia sercowego w dorze-

Adres do korespondencji:

dr n. med. Radosław Kręcki, II Katedra i Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, ul. Kniaźewicza 1/5, 91-347 Łódź, tel.: +48 42 251 60 11, e-mail: rkracki@gazeta.pl

Praca wpłynęła: 15.09.2008. Zaakceptowana do druku: 17.09.2008.

Tabela I. Dostępne na rynku przewodniki angioplastyczne przeznaczone do otwierania CTO

Producent	Nazwa przewodnika	Średnica końcówki [mm]/ sztywność [g]	Charakterystyka
Guidant	HT Standard	0,014/2	hydrofilny
	HT Intermediate	0,014/4	hydrofilny
	Crossit 100, 200, 300, 400	0,014–0,01/2–4	hydrofilny
	Whisper LS, MS	0,014/1	pokryty polimerem
	Pilot 50, 150, 200	0,014/2–5	pokryty polimerem
Cordis J&J	Shinobi	0,014/2	pokryty polimerem
	Shinobi Plus	0,014/4	pokryty polimerem
Asami	Intermediate	0,014/3	niehydrofilny
	Miracle 3, 4.5, 6, 12	0,014/3, 6, 12	niehydrofilny
	Confianza Pro 9, 12	0,009–0,014/9, 12	hydrofilny z wyjątkiem końcówki
	Confianza Pro 8–20	0,008–0,014/8–20	hydrofilny z wyjątkiem końcówki
	Felder	0,014/1	pokryty polimerem
Medtronic	Persuader	0,014/3, 6, 9	hydrofilny

czu zmienionej miażdżycowo tętnicy wieńcowej [3–5]. Nierzadko diagnoza CTO stawiana jest całkowicie przypadkowo, najczęściej u chorych z objawami ostrego zespołu wieńcowego, u których oprócz okluzji tętnicy dozawałowej, zaopatrywanej metodą pierwotnej angioplastyki, stwierdza się również istotne zmiany w pozostałych tętnicach nasierdżiowych [4, 5]. Współistnienie CTO ze zwężeniami w pozostałych tętnicach wieńcowych, o ile nie dotyczą one pnia lewej tętnicy wieńcowej, nie powinno całkowicie wykluczać takich chorych z leczenia metodą przeszskórną, szczególnie w obecności względnych lub bezwzględnych przeciwwskazań do operacji. Z drugiej strony chorzy z izolowaną przewlekłą okluzją tętnicy wieńcowej, u których farmakoterapia pozwala zminimalizować objawy choroby, nie powinni być kierowani na zabieg udrożnienia w sposób automatyczny. Obecność nawet najlepiej rozwiniętego krążenia obocznego (w wizualnej ocenie angiograficznej), przytaczana jako główne uzasadnienie kwalifikacji chorych do leczenia zachowawczego, tylko u 7% chorych pozwala na uzyskanie w dystalnym odcinku naczyń perfuzji porównywalnej z prawidłową, czego pośrednim dowodem są pozytywne wyniki testów oceniających obecność wysiłkowego, rezydualnego niedokrwienia w dorzeczu zamkniętego naczynia [6–8].

Wskazania kliniczne

Opublikowano wiele badań potwierdzających istotną poprawę rokowania, poprawę funkcji lewej komory, zmniejszenie ryzyka zawału mięśnia sercowego czy redukcję objawów dusznicy u chorych poddanych skutecznemu zabiegowi otwarcia CTO w porównaniu z chorymi zakwalifikowanymi do leczenia farmakologicznego. Również chorzy po udanym udrożnieniu mają istotnie lepsze rokowanie długoterminowe od tych, u których zabieg zakończył się niepowodzeniem, a kwalifikacja do rewaskularyzacji chirurgicznej jest znamienne rzadsza [9–12]. Suero i wsp. odnotowali istotnie lepsze rokowanie w trakcie 10-letniej ob-

serwacji osób ze stabilną chorobą wieńcową poddanych udanemu zabiegowi rekanalizacji CTO w odniesieniu do tej grupy chorych, u których zabieg zakończył się niepowodzeniem – całkowita przeżywalność w obu grupach wyniosła odpowiednio 74 vs 65%, $p=0,002$ [13]. Pewne wątpliwości co do celowości rekanalizacji przewlekłych okluzji, szczególnie w zakresie prawej tętnicy wieńcowej (RCA) i gałęzi okalającej (Cx), przyniosła retrospektywna obserwacja ponad 36 tys. chorych poddanych procedurze PCI CTO. Istotną korzyść w postaci zmniejszenia śmiertelności w trakcie 5-letniej obserwacji odnieśli tylko chorzy po udanej próbie rekanalizacji CTO w zakresie gałęzi przedniej zstępującej (LAD), w odniesieniu do grupy chorych, u których zabieg w zakresie tej tętnicy zakończył się niepowodzeniem (40-procentowa redukcja śmiertelności, $p < 0,001$). Nie odnotowano natomiast istotnych różnic dotyczących przeżycia w grupach poddanych zabiegowi udrożnienia RCA i Cx. Niewątpliwie bardzo ważnym ograniczeniem cytowanej obserwacji Safleya i wsp., mimo dużej populacji pacjentów, utrudniającym wyciągnięcie wiarygodnych wniosków jest fakt, iż tylko u 18% chorych zabieg rekanalizacji CTO zakończony był implantacją stentu metalowego, a żaden z chorych nie otrzymał stentu uwalniającego lek (DES) [14]. Bardziej kompleksowym spojrzeniem na problematykę rekanalizacji CTO jest retrospektywna obserwacja prawie 500 chorych przeprowadzona przez R. Valentiego i wsp. Aż 85% chorych miało wielonaczyniowy wariant choroby wieńcowej ze współistniejącą co najmniej jedną przewlekłą okluzją (u 12% stwierdzono obecność dwóch okluzji). U 344 (71%) chorych PCI CTO zakończyła się sukcesem, 71% spośród tych osób poddanych było pełnej przeszskórnej rewaskularyzacji. Kwalifikacja do PCI odbywała się na podstawie potwierdzonej nieinwazyjnie żywotności mięśnia sercowego w dorzeczu zamkniętej tętnicy, a zabieg zakończony był implantacją DES u wszystkich chorych. W trakcie 2-letniej obserwacji całkowita przeżywalność chorych po skutecznej rekanalizacji CTO była istotnie wyższa w odniesieniu do grupy chorych po nie-

udanej próbie PCI CTO (91,6 vs 87,4%, $p=0,025$). Co ciekawe, nie odnotowano istotnych różnic dotyczących przeżycia w podgrupie osób z jednonaczyniową chorobą wieńcową po udanej lub nieudanej próbie rekanalizacji CTO. Również chorzy z pełną rewaskularyzacją mieli istotnie lepsze przeżycie w porównaniu z grupą z niepełną rewaskularyzacją (94 vs 83,8%; $p < 0,001$). Skumulowana częstość restenozy w DES wyniosła 11,2% (w większości u chorych, którym implantowano stenty o długości >50 mm oraz w tętnicach o średnicy $<2,5$ mm) [15]. Badanie to świadczy o akceptowalnych wynikach klinicznych zabiegu i znaczących obiektywnych korzyściach pod warunkiem oceny czynnościowej w tej grupie chorych – badano żywotność i niedokrwienie miokardium w dorzeczu zamkniętej tętnicy. Odrębnego komentarza wymagają także wyniki badania OAT, przytaczane jako główny kontrargument przeciwników leczenia CTO. W tym prospektywnym, przeprowadzonym metodą podwójnie ślepej próby badaniu z randomizacją grupę badaną stanowili bowiem rzadko spotykani w realiach praktyki bezobjawowi chorzy z wywiadem STEMI krótszym niż 30 dni, a testy mające na celu ocenę żywotności mięśnia sercowego czy jego niedokrwienia nie były uwzględnione w protokole badania na żadnym jego etapie [16]. Badanie nie dotyczyło zatem CTO.

Techniki rekanalizacji CTO oraz implantacja stentu

Techniki zabiegów PCI w CTO w ciągu kilku ostatnich lat uległy ogromnej ewolucji. Jednak pomimo stworzenia całej gamy nowych przewodników, balonów angioplastycznych, rosnącego doświadczenia operatorów, opracowania najrozmaitszych strategii stosowanych w różnych morfologicznych wariantach CTO, odsetek zabiegów zakończonych sukcesem jest wciąż daleki od uzyskiwanego w in-

nych typach zabiegów PCI – waha się w granicach 60–70%. Okluzja tętnicy wieńcowej jest bardzo heterogenną grupą zmian miażdżycowych i strategia zabiegu PCI powinna być gruntownie przemyślana w każdym szczególe i podejmowana indywidualnie w każdym przypadku. Nie istnieje bowiem jedna, uniwersalna metoda otwierania przewlekłych okluzji. Zidentyfikowano grupę czynników zmniejszających szanse sukcesu, których obecność wymaga od operatora szczególnej ostrożności przy kwalifikacji chorego do zabiegu PCI. Są to m.in.: długość okluzji, czas jej trwania, znaczny stopień uwapnienia, rozgałęzienie naczynia w miejscu okluzji, tępo zakończony kikut okluzji czy krętość naczynia w miejscu okluzji (Tabela II). Skuteczność zabiegu PCI przeprowadzanego przez doświadczonego operatora spada poniżej 60% w razie obecności jednego lub więcej z omawianych wyżej czynników [17, 18]. Najważniejszym momentem każdego zabiegu otwierania CTO jest przejście przewodnikiem angioplastycznym przez okluzję, dlatego jego właściwy dobór jest tak niewątpliwym punktem procedury. Oczywiście nawet najlepiej dobrany przewodnik przy niewystarczającym podparciu cewnika prowadzącego (w skrajnych przypadkach „zakotwiczonego” na balonie napompowanym w jednej z kolaterali leczonego naczynia) nie jest gwarantem sukcesu – komponenty wybranej strategii leczenia winny układać się w harmonijną całość. Specyfika zabiegów otwierania CTO, ich odmiennosć od klasycznych zabiegów PCI zmusza operatora do wyboru takiej techniki, która umożliwi uzyskanie lepszego podparcia cewnikiem i tym samym większej siły dla pokonania okluzji przewodnikiem angioplastycznym. Drugim, niezwykle istotnym elementem, jest odnalezienie prawdziwego światła naczynia, bardzo często bowiem dochodzi do penetracji przewodnikiem angioplastycznym pod śródbłonek tętnicy czy wręcz poza światło naczynia. Zastosowanie drugiego przewodnika ułatwia odnalezienie właściwego światła naczynia i jego penetrację na obwód (ang. *parallel wire method*). Niedawno opracowaną, budzącą dużo kontrowersji techniką przeznaczoną do otwierania CTO jest wsteczne pokonanie okluzji przy wykorzystaniu dobrze rozwiniętego układu kolaterali zaopatrującego dystalny odcinek tętnicy, za miejscem jego zamknięcia (ang. *retrograde approach*, RA). Z uwagi na większe ryzyko powikłań okołoproceduralnych, często znacznie dłuższą ekspozycję na promieniowanie rentgenowskie, jak również większą ilość zastosowanego środka kontrastowego, omawiana technika zarezerwowana jest dla chorych po nieudanej próbie pokonania proksymalnego odcinka okluzji. Istotą techniki RA jest odmienna morfologia blaszki miażdżycowej w jej odcinku dystalnym (mniej uwapniona i bogatsza w elementy łącznotkankowe), co zwiększa szanse przejścia przewodnikiem angioplastycznym [19, 20]. Modyfikacją metody RA jest technika CART (ang. *controlled antegrade and retrograde subintimal tracking*), wykorzystywana w przypadku przejścia przewodnikiem angioplastycznym z dostępu dystalnego przez rzekome światło naczynia [21]. Przy-

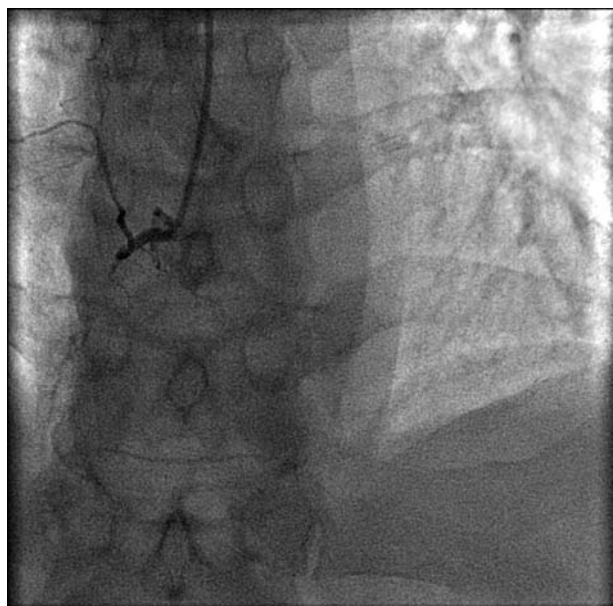
Tabela II. Czynniki obniżające szanse sukcesu rekanalizacji CTO

	Korzystna morfologia	Niekorzystna morfologia
Długość okluzji [mm]	<20	<20
Krętość zamkniętego segmentu naczynia	brak lub niewielka	duża
Stopień uwapnienia	brak lub niewielki	duży
Czas od zamknięcia tętnicy	krótki	długi
Proksymalny kikut okluzji	zwężony	tępy
Rozgałęzienia w miejscu okluzji	brak	obecne
Lokalizacja ostialna lub proksymalna	nie	tak
Dobrze widoczny dystalny odcinek tętnicy	tak	nie
Krętość naczynia proksymalnie w stosunku do okluzji	nie	tak
Niewydolność nerek	nie	tak

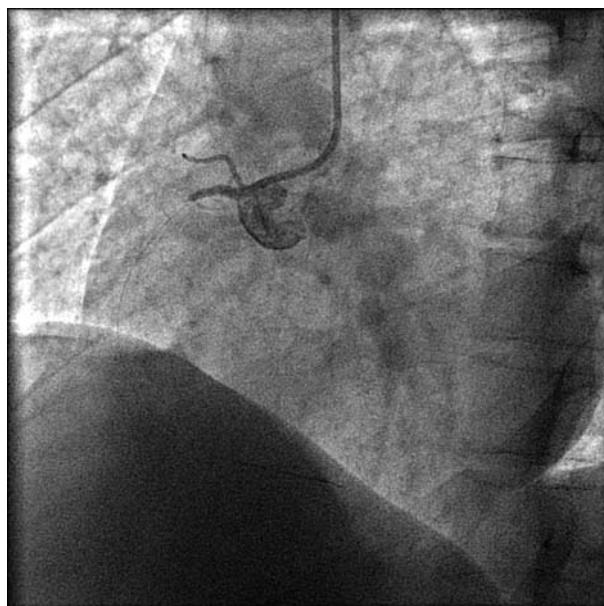
czyną niepowodzenia rekanalizacji CTO u ok. 10–15% chorych poddanych zabiegowi PCI jest niemożność przejścia przez miejsce okluzji balonem angioplastycznym. Rozwiązanie problemu zaproponowali Y. Han i wsp. – technika miażdżenia blaszki miażdżycowej dzięki użyciu dwóch lub więcej przewodników angioplastycznych (ang. *multi-wire plaque crush technique*). Metoda ta polega na poszerzaniu kanału w okluzji przy użyciu kolejnych przewodników, tak aby jego średnica umożliwiła ostatecznie wprowadzenie

balonu. W prospektywnej obserwacji 152 chorych poddanych próbie rekanalizacji CTO uzyskano znacznie lepsze wyniki przy użyciu omawianej techniki [22].

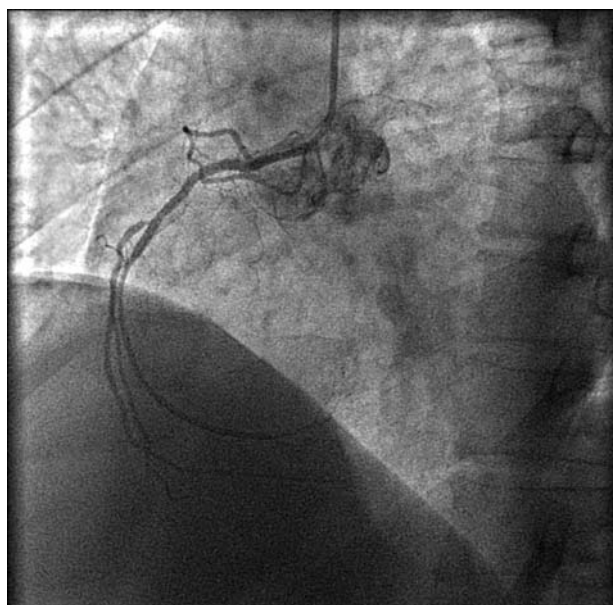
Przy leczeniu CTO wczesny dobry efekt angiograficzny często niwelowany jest dużym odsetkiem nawrotu zwężenia w obserwacji długoterminowej. Wprowadzenie stentów znacznie poprawiło rokowanie, odsetek restenoz był jednak wciąż trudny do zaakceptowania, bowiem wynosił 22–57%. Dopiero wprowadzenie stentów typu DES do le-



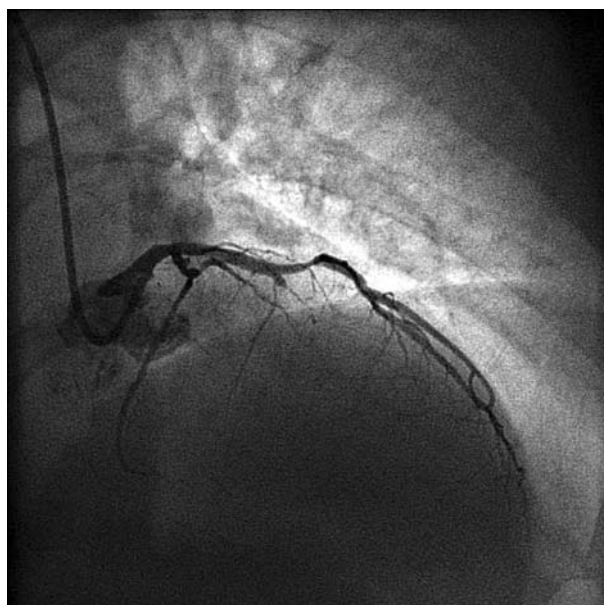
Rycina 1. CTO w proksymalnym segmencie prawej tętnicy wieńcowej z fragmentarycznym obwodem naczynia wypełniającym się z krążenia mostkowego – TIMI I (LAO 50°)



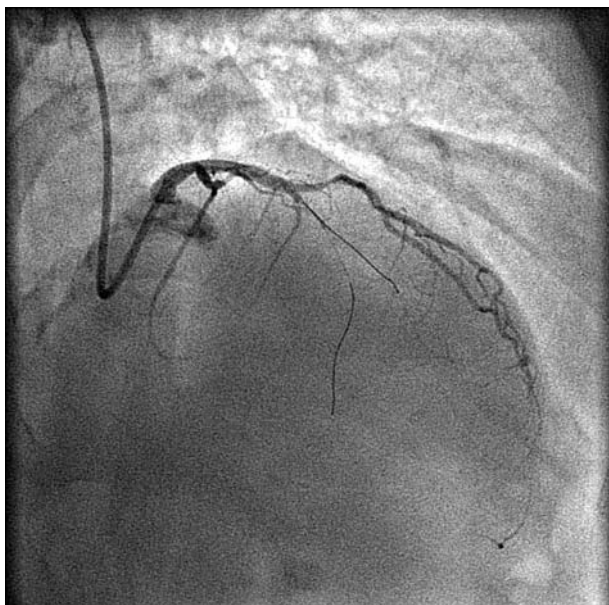
Rycina 2. Pokonanie okluzji przewodnikiem Pilot 50 (Guidant), cewnik prowadzący AR 2 (LAO 50°)



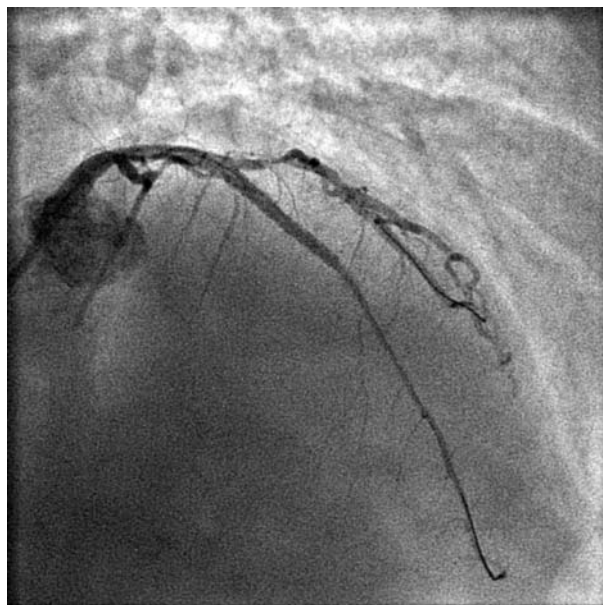
Rycina 3. Obraz prawej tętnicy wieńcowej po implantacji stentu uwalniającego lek (LAO 50°)



Rycina 4. CTO w segmencie 7. gałęzi przedniej zstępującej (CRA 30°, RAO 25°)



Rycina 5. Pokonanie okluzji przy użyciu dwóch przewodników Pilot 50 (Guidant) techniką *parallel wire*; cewnik prowadzący EBU 4,0 (CRA 30°, RAO 25°)



Rycina 6. Obraz lewej tętnicy wieńcowej po implantacji stentu uwalniającego lek (CRA 30°, RAO 25°)



Rycina 7. Technika *buddy wire* pozwalająca na uzyskanie lepszego podparcia w trakcie próby rekanalizacji CTO w zakresie gałęzi okalającej (CAU 30°)

czenia CTO pozwoliło znacznie poprawić trwałość efektu zabiegu u tych chorych. W prospektywnym badaniu z randomizacją PRISON II w grupie chorych, którym implantowano stent uwalniający sirolimus, w porównaniu z grupą chorych, którym implantowano stent metalowy, uzyskano zmniejszenie ryzyka restenozy z 41 do 11% ($p < 0,001$) [23]. Z tej przyczyny reprezentujemy pogląd, że każdy zabieg PCI w CTO powinien być zakończony implan-

tacją DES, o ile chory nie ma przeciwwskazań do długotrwałej, agresywnej profilaktyki przeciwplatekowej (Ryciny 1–7.).

Podsumowanie

Wzrastająca liczba dowodów na poprawę rokowania chorych po udanych zabiegach otwarcia CTO, ugruntowane podstawy patofizjologiczne, rosnące doświadczenie operatorów, rosnąca liczba urządzeń i technik angioplastycznych przeznaczonych do otwierania CTO skłaniają do zrewidowania poglądów na temat zasadności kwalifikacji chorych do niewątpliwie często czasochłonnej i kosztownych procedur. Niemniej jednak kwalifikacja do PCI winna być poprzedzona z jednej strony dokładną analizą wyników badań nieinwazyjnych, potwierdzających obecność rezydualnego niedokrwienia w dorzeczu zmienionej miażdżycowo tętnicy wieńcowej, z drugiej strony zaplanowaną precyzyjnie w każdym punkcie (poczynając od cewnika prowadzącego, kończąc na stencie) strategią procedury, z uwzględnieniem obecności czynników obniżających szanse sukcesu. Niezwykle istotny wydaje się również wybór tętnicy poddawanej próbie rekanalizacji. Jak wynika z cytowanego piśmiennictwa, otwarcie okluzji w zakresie gałęzi międzykomorowej przedniej przynosi większe korzyści w obserwacji długoterminowej w porównaniu z innymi tętnicami wieńcowymi. Niewątpliwie, biorąc pod uwagę globalną liczbę procedur PCI w CTO i poprawę skuteczności, jesteśmy świadkami rozwoju nowego działu kardiologii inwazyjnej dopiero na jego wczesnym etapie. Z drugiej strony, różnorodność technik rekanalizacji CTO, selektywna kwalifikacja chorych z uwzględnieniem aspektu żywotności i rutynowe zastosowanie DES pozwoliły uzyskać znaczną poprawę wyników w ciągu kilku ostatnich lat.

Piśmiennictwo

1. Di Mario C, Werner SG, Siano G, et al. EuroCTO Club Members. European perspective In the recanalisation of chronic total occlusions: consensus document from the EuroCTO Club. *Euro Interv* 2007; 3: 30-43.
2. Abbott JD, Kip KE, Vlachos HA, et al. Recent trends in the percutaneous treatment of chronic total coronary occlusions. *Am J Cardiol* 2006; 97: 1691-6.
3. Christofferson RD, Lehmann KG, Martin GV, et al. Effect of chronic total coronary occlusion on treatment strategy. *Am J Cardiol* 2005; 95: 1088-91.
4. Stone GW, Kandzari DE, Mehran R, et al. Percutaneous recanalization of chronically occluded coronary arteries: a consensus document: part I. *Circulation* 2005; 112: 2364-72.
5. Stone GW, Reifart NJ, Moussa I, et al. Percutaneous recanalization of chronically occluded coronary arteries: a consensus document: part II. *Circulation* 2005; 112: 2530-7.
6. Werner GS, Surber R, Ferrari M, et al. The functional reserve of collaterals supplying long term chronic total occlusions in patient without prior myocardial infarction. *Eur Heart J* 2006; 27: 1088-91.
7. Ho PC, Tsuchikane E. Improvement of regional ischemia after successful percutaneous intervention of bypassed native coronary chronic total occlusion: an application of the CART technique. *J Invasive Cardiol* 2008; 20: 305-8.
8. Werner GS, Emig U, Mutschke O, et al. Regression of collateral function after recanalization of chronic total coronary occlusions: a serial assessment by intracoronary pressure and Doppler recordings. *Circulation* 2003; 108: 2877-82.
9. Sirnes PA, Myreng Y, Molstad P, et al. Improvement in left ventricular ejection fraction and wall motion after successful recanalization of chronic coronary occlusions. *Eur Heart J* 1998; 19: 273-81.
10. Hoye A, van Domburg RT, Sonnenschein K, Serruys PW. Percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions: the Thoraxcenter experience 1992-2002. *Eur Heart J* 2005; 26: 2630-6.
11. Noguchi T, Miyazaki MD S, Morii I, et al. Percutaneous transluminal coronary angioplasty of chronic total occlusions. Determinants of primary success and long-term clinical outcome. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49: 258-64.
12. Werner GS, Surber R, Kuethe F, et al. Collaterals and the recovery of left ventricular function after recanalization of a chronic total coronary occlusion. *Am Heart J* 2005; 149: 129-37.
13. Suero JA, Marso SP, Jones PG, et al. Procedural outcomes and long-term survival among patients undergoing percutaneous coronary intervention of a chronic total occlusion in native coronary arteries: a 20-year experience. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 409-14.
14. Safley MD, Mouse AJ, Marso PS, et al. Improvement in survival following successful percutaneous coronary interventions of coronary chronic total occlusions: variability by target vessel. *J Am Coll Cardiol* 2008; 3: 294-303.
15. Valenti R, Migliorini A, Signorini U, et al. Impact of complete revascularization with percutaneous coronary intervention on survival in patients with at least one chronic total occlusion. *Eur Heart J* 2008; 29: 2336-42.
16. Hochman JS, Lamas GA, Buller CE, et al. Coronary intervention for persistent occlusion after myocardial infarction. *N Engl J Med* 2006; 10: 1056-66.
17. Dong S, Smorgick Y, Nahir M, et al. Predictors for successful angioplasty of chronic totally occluded coronary arteries. *J Interv Cardiol* 2005; 18: 1-7.
18. Barlis P, Kaplan S, Dimopoulos K, et al. An indeterminate occlusion duration predicts procedural failure in the recanalization of coronary chronic total occlusions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 71: 621-8.
19. 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. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 69: 826-32.
20. Biondi-Zoccai GG, Bollati M, Moretti C, et al. Retrograde percutaneous recanalization of coronary chronic total occlusions: Outcomes from 17 patients. *Int J Cardiol* 2007; 27: 11-7.
21. Surmely JF, Tsuchikane E, Katoh O, i wsp. New concept for CTO recanalization using controlled antegrade and retrograde subintimal tracking: the CART technique. *J Invasive Cardiol* 2006; 18: 334-8.
22. Han Y, Li Y, Wang SL, et al. Multi-wire plaque crushing as a novel technique In treating chronic total occlusions. *Chin Med J* 2008; 121: 518-21.
23. Suttorp MJ, Laarman GJ, Rahel BM, et al. Primary Stenting of Totally Occluded Native Coronary Arteries II (PRISON II): a randomized comparison of bare metal stent implantation with sirolimus-eluting stent implantation for the treatment of total coronary occlusions. *Circulation* 2006; 114: 921-8.