

Stentowanie bifurkacji tętnic wieńcowych. Część I – dwa naczynia, jeden stent *Bifurcation stenting. Part I – two vessels, one stent*

Maciej Lesiak

I Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, Poznań

Post Kardiol Interw 2009; 5, 4 (18): 201-207

Wstęp

Zwężenia w miejscu podziału tętnic wieńcowych (bifurkacje) zawsze stanowiły wyzwanie dla kardiologów interwencyjnych. Od roku 1977, kiedy Andreas Grüntzig wykonał pierwszą balonową angioplastykę wieńcową, po dzień dzisiejszy, mimo ogromnego postępu w technice zabiegowej, interwencje przezskórne (PCI) w miejscu bifurkacji cechują się mniejszą skutecznością i obciążone są większym ryzykiem powikłań bezpośrednich i odległych. Dziś problem jest szczególnie istotny, bowiem wraz z udoskonaleniem techniki zabiegowej rośnie odsetek złożonych zmian leczonych metodą przezskórną – w doświadczonych ośrodkach bifurkacje stanowią ok. 15–20% zabiegów PCI, a wśród pacjentów z chorobą wielonaczyniową przekraczają nawet 70% [1, 2]. Wyniki angioplastyki balonowej, ze względu na powikłania okołozabiegowe i duży odsetek nawrotów (restenoza), były trudne do zaakceptowania [3]. Wprowadzenie techniki *kissing* (dwa balony wypełnione jednocześnie w naczyniu głównym i odgałęzieniu) nie poprawiło ich znacząco [4, 5]. Powszechne stosowanie stentów pod koniec lat 90. XX wieku poprawiło wyniki bezpośrednie zabiegu, nadal jednak nie ograniczyło istotnie zjawiska restenozy. Powtórna rewaskularyzacja tej samej zmiany (TLR) z powodu restenozy była konieczna u 16–40% pacjentów [6–9]. Istotną redukcję zjawiska restenozy w stencie (ISR) uzyskano dopiero po wprowadzeniu stentów uwalniających substancje antyproliferacyjne (DES), które obniżyły częstość TLR do kilku procent [10, 11]. Szybko okazało się jednak, że nawet te urządzenia są dalekie od doskonałości, zwłaszcza w przypadkach stentowania złożonych zmian, także tych obejmujących rozgałęzienia tętnic wieńcowych. Ponadto stenty DES, ze względu na swoją „klasyczną” budowę, nie mogą skutecznie zabezpieczyć jednocześnie obu naczyń w przypadku implantacji tylko jednego stentu. Implantacja dwóch stentów bywa z kolei technicznie

kłopotliwa (nie wspominając o wysokich kosztach zabiegu). Rosnąca dostępność DES zaowocowała rozwojem licznych technik stentowania bifurkacji z użyciem dwóch lub więcej stentów. Wyniki odległe takich zabiegów są nadal przedmiotem dyskusji. Pierwsze doniesienia wskazywały, że częstość restenozy w leczonym segmencie może nawet przekraczać 20% [12, 13]. W miarę postępu badań doświadczalnych na modelach (tzw. *bench tests*) techniki uległy modyfikacji i udoskonaleniu, co poprawiło wyniki zabiegów [14]. Nadal jednak wydaje się, że pojedynczy stent implantowany do głównego naczynia, z odpowiednią protekcją bocznicy, jest najlepszym rozwiązaniem w przypadku większości zmian obejmujących podział tętnicy wieńcowej.

Definicja i klasyfikacja zwężeń bifurkacji tętnic wieńcowych

○ Zwężeniu bifurkacji tętnicy wieńcowej (BL) mówimy wtedy, kiedy zmiana w naczyniu głównym (MB) znajduje się w pobliżu jego rozgałęzienia, przy czym bocznica (SB) z klinicznego punktu widzenia jest naczyniem istotnym dla zdrowia pacjenta. Innymi słowy, jest to gałąź, której nie chcemy stracić. Najczęściej przyjmuje się, że średnica jej światła w koronarografii powinna wynosić przynajmniej 2 mm, jednakże należy pamiętać, że w przypadku rozsianej miażdżycy kryterium to bywa zwodnicze. W roku 2006 Medina i wsp. zaproponowali prostą klasyfikację zmian bifurkacji, która szybko znalazła uznanie w Europie i na świecie [15]. Trzy cyfry oznaczają odpowiednio segmenty naczynia: MB przed podziałem, MB za podziałem oraz SB; cyfra „1” oznacza obecność istotnego zwężenia w danym segmencie, a cyfra „0” – jego brak. Zatem zwężenie (1,1,1) będzie oznaczać tzw. prawdziwe zwężenie bifurkacji, obejmujące bliższy i dalszy odcinek MB i początkowy odcinek SB. Medina (0,0,1) oznacza natomiast istotne zwężenie bocznicy, bez zajęcia naczynia głównego.

Adres do korespondencji/Corresponding author: dr hab. n. med. Maciej Lesiak, I Klinika Kardiologii, Uniwersytet Medyczny, ul. Długa 1/2, 61-848 Poznań, tel.: +48 61 854 91 46, faks: +48 61 854 90 94, e-mail: maciej.lesiak@sk1.am.poznan.pl
Praca wplynęła 12.11.2009, przyjęta do druku 16.11.2009.

Teoria przydatna w praktyce

Anatomia i rozkład zmian miażdżycowych bifurkacji tętnicy

Zgodnie z prawami fizyki, w naczyniach, w których płynie ciecz, osad odkłada się przede wszystkim w miejscach, w których prędkość przepływu jest najmniejsza. Tam zaś, gdzie przepływ jest szybki, siły ścinania zapobiegają odkładaniu się osadu. Zgodnie z tą regułą ostroga (*carina*) dzieląca naczynie jest rzadko zajęta przez miażdżycę, która najczęściej zajmuje odcinki przed lub za podziałem. Zwężenie



Ryc. 1. Pozorne zwężenie ostium boczny (strona lewa) jest w rzeczywistości spowodowane miażdżycą naczynia głównego (strona prawa)

Fig. 1. *Apparent stenosis of the side branch ostium (left) is often caused by the main vessel disease (right)*

boczny obejmujące tylko sam jej początek (*ostium*) jest zazwyczaj spowodowane zaawansowaną chorobą naczynia głównego (ryc. 1.).

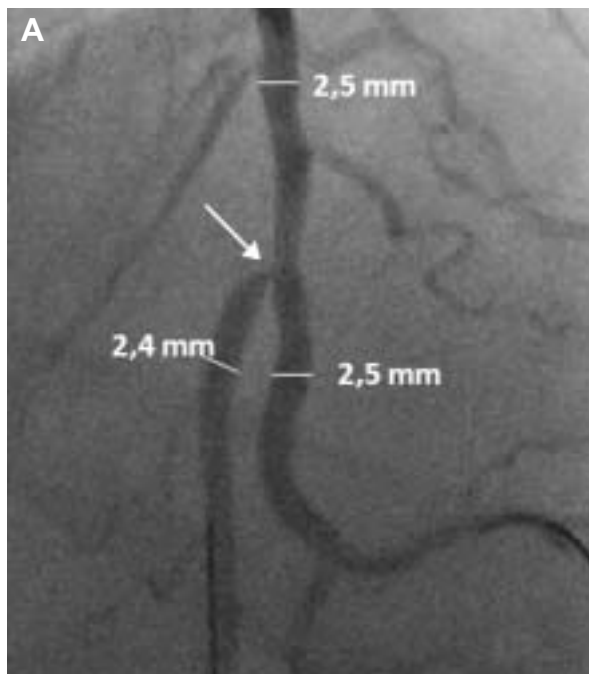
Ocena średnicy naczyń

Ważnym czynnikiem powodzenia zabiegu PCI jest właściwy dobór średnicy stentu. Tylko ultrasonografia wewnątrznaczyniowa (IVUS) pozwala dokładnie ocenić rzeczywistą wielkość naczynia. Jeśli korzystamy wyłącznie z angiografii, pomocne będzie prawo Murraya, które zostało udoskonalone przez Fineta [16]. Zgodnie z tym prawem, średnica naczynia głównego przed podziałem jest równa sumie średnic naczynia głównego za podziałem i boczny, pomnożonej przez współczynnik 0,678.

$$D_m = 0,678 \times (D_{d1} + D_{d2}),$$

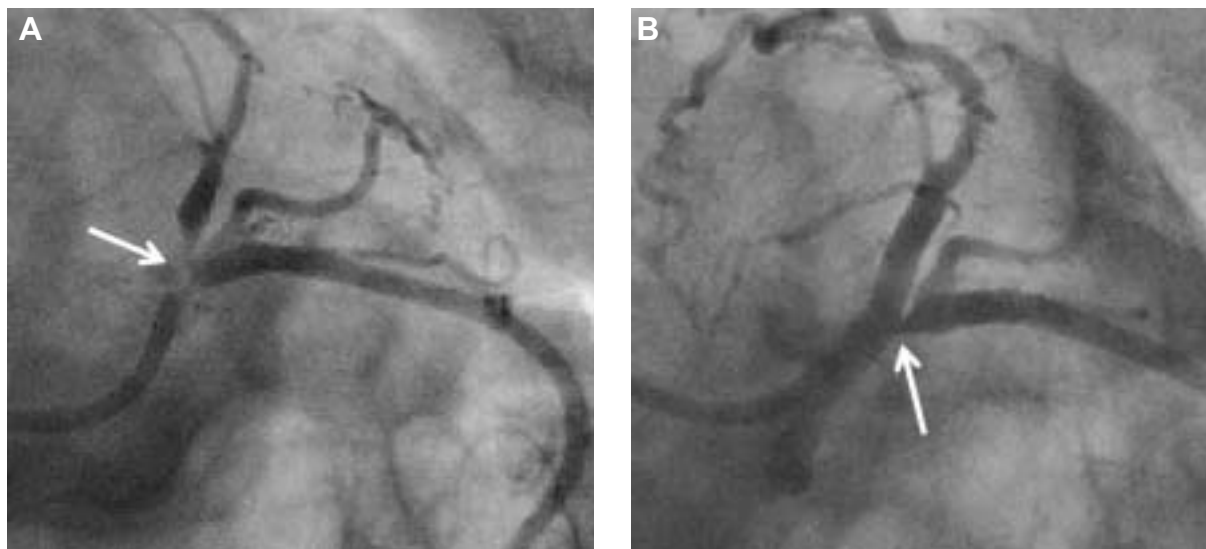
gdzie D_m oznacza średnicę naczynia przed podziałem, a D_{d1} i D_{d2} średnice obu gałęzi.

Rycina 2. przedstawia zwężenie bifurkacji tętnicy zstępującej przedniej (LAD), Medina (0,1,0). Mierząc średnicę referencyjną naczynia przed podziałem, otrzymujemy wartość 2,5 mm (ryc. 3. A). Jeśli jednak zmierzmy średnice obu gałęzi i podstawimy je do wzoru Fineta, okaże się, że rzeczywista średnica LAD wynosi 3,3 mm. Wynika stąd, że aby uzyskać optymalny wynik bezpośredni zabiegu, należy dopreżyć stent w odcinku proksymalnym balonem o średnicy 3,5 mm! (ryc. 2. B).



Ryc. 2. A – ilościowa ocena angiograficzna (QCA) wykazała, że średnica tętnicy zstępującej przedniej przed podziałem wynosi 2,5 mm. Zgodnie z regułą Fineta rzeczywista średnica naczynia wynosi 3,3 mm. **B** – obraz po dopreżeniu stentu balonem typu non compliant 3,5 × 12 mm, ciśnieniem 22 atm

Fig. 2. A – quantitative coronary analysis (QCA) showed that the proximal diameter of left anterior descending artery is 2.5 mm. According to the Finet's principle the true diameter is 3.3 mm. **B** – result after post dilatation of the proximal part of the stent with a non-compliant balloon 3.5 × 12, with pressure of 22 atm



Ryc. 3. A – ciasne zwężenie pnia lewej tętnicy wieńcowej oraz bliższego odcinka tętnicy zstępującej przedniej (strzałka). **B** – obraz po implantacji stentu Xience Prime 3,5 × 23 mm. Widoczne pozorne zwężenie ostium tętnicy okalającej (strzałka), które w ocenie cząstkowej rezerwy wieńcowej okazało się nieistotne hemodynamicznie (FFR 0,9)

Fig. 3. A – critical stenosis of left main stem and proximal left anterior descending artery (arrow). **B** – angiographic result after stenting with Xience Prime 3.5 × 23 mm. Apparent ostial stenosis of left circumflex artery (arrow). Fractional flow reserve analysis showed that the lesion is not functionally significant (FFR 0.9)

Stentowanie bifurkacji tętnic wieńcowych z użyciem pojedynczego stentu

Kiedy wystarczy jeden stent?

W ośrodku autora technika *provisional T stenting* jest metodą z wyboru leczenia ponad 90% bifurkacji. Polega ona na pokryciu stentem wyłącznie zmiany w naczyniu głównym, z zabezpieczeniem bocznicą prowadnikiem. Technikę tę stosuje się bez względu na typ zmiany wg Medina, stopień zwężenia obu gałęzi, ich rozmiar i kąt, pod jakim się rozchodzą. Dotyczy to także bifurkacji pnia lewej tętnicy wieńcowej. Jedynym wyjątkiem jest stwierdzenie istotnego zwężenia bocznicę obejmującego więcej niż pierwsze 5 mm naczynia. W takim wypadku konieczne bywa zastosowanie jednej z technik z użyciem dwóch stentów.

Kiedy zabezpieczać bocznicę?

Jeśli w bezpośrednim sąsiedztwie stentowanej zmiany odchodzi bocznicą, której nie chcemy stracić, należy ją w każdym przypadku zabezpieczyć prowadnikiem, bez względu na typ zwężenia wg klasyfikacji Medina i rozkład blaszki miażdżycowej. Do zamknięcia bocznicę może dojść, nawet jeśli ona sama nie jest zmieniona, np. w następstwie dysekcji ściany tętnicy głównej. Zazwyczaj zabezpiecza się bocznicę o średnicy przynajmniej 2 mm, jeżeli jednak jest ona jednym z nielicznych drożnych naczyń, warto ją zabezpieczyć, nawet kiedy wydaje się węższa, zwłaszcza jeśli sięga daleko na obwód (rozlane zmiany miażdżycowe).

Cewnik prowadzący

Dobierając cewnik prowadzący do zabiegu na podziale tętnic wieńcowych, należy wziąć pod uwagę dwie rzeczy: uzyskanie bardzo dobrego podparcia oraz zapewnienie możliwości wprowadzenia dwóch cewników balonowych jednocześnie. W ośrodku autora w większości przypadków stosuje się cewniki 6 F, o świetle wewnętrznym przynajmniej 0,071 cala (np. Launcher™, firmy Medtronic). Do lewej tętnicy wieńcowej używa się krzywizn o zwiększonym podparciu, najczęściej typu EBU lub AL. Do prawej tętnicy wieńcowej stosuje się standardowe cewniki Judkins Right, umożliwiające, w razie potrzeby, głęboką intubację. Rzadziej stosuje się krzywizny typu AR lub AL. Trzeba zaznaczyć, że cewniki 6 F nie umożliwiają jednoczesnego wprowadzenia dwóch stentów, zatem zakładając stentowanie techniką Crush lub SKS, należy użyć cewnika 7 F (światło wewnętrzne 0,081 cala).

Dobór prowadników

Obowiązuje zasada wprowadzania prowadnika najpierw do naczynia, do którego dostęp jest trudniejszy i będzie wymagał większej liczby rotacji. Zmiana kolejności zwiększa ryzyko splątania prowadników. Od tej reguły można odstąpić jedynie w przypadku dużego ryzyka uszkodzenia i zamknięcia naczynia głównego w trakcie manipulacji przy wprowadzaniu prowadnika do bocznicę (ciasne zwężenie o nieregularnych obrysach). W trakcie manipulacji drugim prowadnikiem należy unikać rotacji o więcej niż 180 stopni, aby nie doszło do splątania.

Po wprowadzeniu obu prowadników do dystalnych odcinków naczyń należy ich bliższe odcinki utrzymywać na stole w pozycji odpowiadającej anatomii tętnic, do których prowadzą. Prowadniki w czasie zabiegu można oznaczyć, np. podginając nieco końcówkę jednego z nich czy nakładając gazik, aby ich nie mylić. W ośrodku autora często wybiera się jeden z prowadników o innym kolorze (np. niebieski Cruiser™, firmy Biotronik). Nie zaleca się prowadników polimerowych do bocznic ze względu na możliwość perforacji drobnych gałązek w dystalnej części naczynia. Poza tym usuwanie takiego prowadnika spod stentu implantowanego do MB grozi uszkodzeniem i oderwaniem fragmentów polimeru pokrywającego drut. Końcówkę prowadnika umiejscowionego w naczyniu głównym warto wcześniej dodatkowo podgiąć na kształt haczyka lub znaku zapytania, co ułatwi późniejsze przejście do bocznic przez przęsta stentu implantowanego do MB.

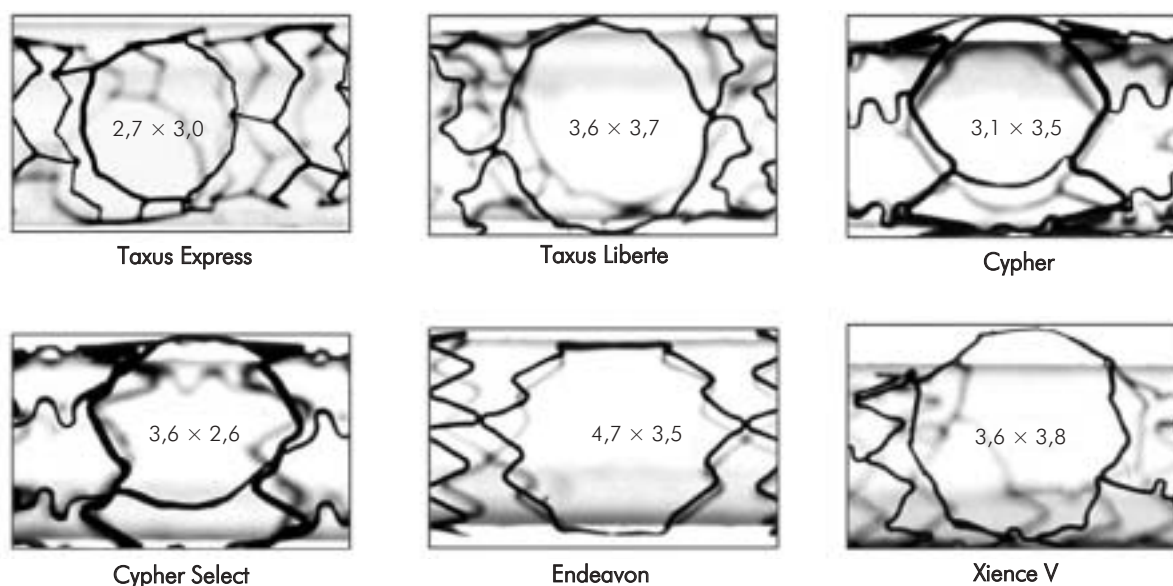
Predylatacja

Naczynie główne wymaga predylatacji, jeśli zmiana uniemożliwia bezpośrednie stentowanie lub jeśli ze względu na zwapnienia spodziewamy się kłopotów z optymalnym rozprężeniem stentu. Zazwyczaj stosuje się cewnik balonowy o średnicy nieco mniejszej niż średnica naczynia. Ważne jest, aby DES pokrył całą strefę uszkodzenia, zatem balon do predylatacji powinien być krótszy od stentu. Technika *provisional T stenting* zakłada stentowanie tylko naczynia głównego, zatem nie ma potrzeby predylatacji bocznic, nawet jeśli jej ujście jest istotnie zwężone. Predylatacja może tu być wręcz szkodliwa, ponieważ dysekcja blaszki, która zazwyczaj występuje, nawet jeśli

nie jest widoczna w angiogramie, utrudnia wprowadzenie prowadnika po stentowaniu MB. Z tych samych względów nie zaleca się predylatacji dwoma balonami na raz (*kissing balloon*). Technika ta zwiększa też ryzyko dużej dysekcji lub nawet perforacji bliższego odcinka MB w miejscu nakładania się balonów.

Stentowanie

Implantacja stentu przebiega w sposób rutynowy. Stentem z wyboru powinien być DES, a jego długość powinna wystarczyć do pokrycia całej zmiany, łącznie z miejscem podziału naczyń. Zazwyczaj nie stentuje się odcinka wyłącznie przed lub za bifurkacją, gdyż przemieszczenie ostrogi dzielącej naczynie wraz z redystrybucją blaszki miażdżycowej może prowadzić do zwężenia *ostium* bocznic, które trudno wtedy skorygować. Wyjątkiem jest zwężenie typu (0,1,0) lub (0,1,1), jeśli kąt podziału jest bliższy kątowi prostemu (lub większy) i dodatkowo istnieje duża różnica między średnicą MB przed i za bifurkacją. Sytuacja taka ma najczęściej miejsce w proksymalnym zwężeniu tętnicy zstępującej przedniej. Kiedy kąt pomiędzy gałęziami jest mniejszy niż 90 stopni, rośnie ryzyko zawężenia miejsca odejścia bocznic po implantacji stentu do MB; jest ono tym większe, im mniejszy jest ten kąt. Zjawisko to spowodowane jest głównie przemieszczeniem ostrogi przez stent w kierunku bocznic. Będzie ono zatem bardziej widoczne, jeśli rozmiar stentu dobierzemy do średnicy bliższego odcinka naczynia głównego, którego średnica za podziałem jest znacznie mniejsza. Trzeba zaznaczyć, że w większości przypadków takie zwężenie bocznic nie jest istotne hemodynamicznie. Z ba-

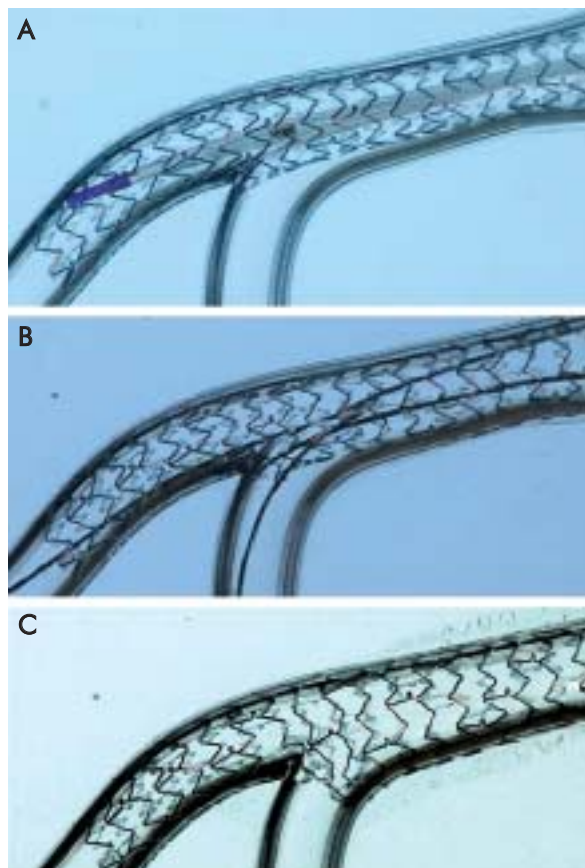


Ryc. 4. Rozmiary komórek stentów możliwe do uzyskania po rozprężeniu balonu o średnicy 4 mm (dzięki uprzejmości Johna Ormiston)
Fig. 4. Cell size of different stents after side branch dilatation with a 4 mm balloon (courtesy of John Ormiston)

dania Koo i wsp. wynika, że zwężenie ostium SB po stentowaniu MB przekraczające 75% było istotne czynnością (ocena cząstkowej rezerwy wieńcowej, FFR) zaledwie u 1/3 pacjentów [17]. Rycina 3. pokazuje ostialne zwężenie tętnicy okalającej po stentowaniu pnia lewej tętnicy wieńcowej i bliższego odcinka LAD. Mimo że angiograficznie zwężenie wygląda na istotne, badanie cząstkowej rezerwy wieńcowej wykazało, że przepływ jest prawidłowy (wskaźnik FFR 0,9). Dobierając stent, należy wiedzieć, do jakiego rozmiaru można rozprężyć jego przęsta, tak aby nie ograniczały one napływu do bocznic. Rycina 4. pokazuje rozmiary „oczek” stentów po rozprężeniu balonem 4,0. Jak widać, nie każdy stent nadaje się do pokrycia miejsca odejścia dużej bocznicy, np. przy stentowaniu bifurkacji pnia lewej tętnicy wieńcowej.

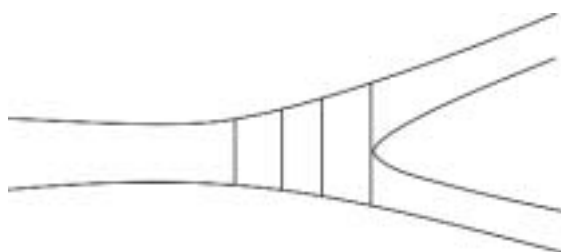
Postdylatacja

Zabieg postdylatacji ma na celu zapewnienie prawidłowego przylegania DES do ściany naczynia (zapewnienie kontaktu z lekiem) oraz odtworzenie anatomii bifurkacji naczynia zbliżonej do stanu pierwotnego. Po implantacji stentu do MB należy usunąć prowadnik znajdujący się w tym naczyniu i przełożyć go do bocznicy poprzez przęsta implantowanego stentu. Trzeba uważać, aby nie wycofać prowadnika zbyt daleko – proksymalnie do stentu, ponieważ stwarza to możliwość jego pasażu między stentem a ścianą naczynia. Najlepiej cofać prowadnik skierowany krzywizną w kierunku odchodzącej bocznicy, tak aby miejsce przejścia przez stent znajdowało się na poziomie najbardziej dystalnej komórki. Umożliwi to utworzenie korzystnej deformacji stentu po wykonaniu postdylatacji (ryc. 5.). Następnie z bocznicy usuwa się prowadnik uwięziony przez stent (*jailed wire*) i wprowadza go do naczynia głównego. W celu uniknięcia pasażu pomiędzy stentem a ścianą naczynia, należy się starać, aby w czasie tego manewru końcówka prowadnika utworzyła pętlę. Przed wprowadzeniem do bocznicy cewnika balonowego poprzez przęsta stentu trzeba dokonać wysokociśnieniowej postdylatacji balonem wprowadzonym po prowadniku znajdującym się w MB, którego średnica powinna odpowiadać średnicy bliższego odcinka MB. Autor często stosuje tu krótki balon (8–12 mm), o średnicy nieco większej niż bliższy odcinek MB, ponieważ naczynie na wysokości samej bifurkacji naturalnie się rozszerza (ryc. 6.). Manewr ten rozciąga przęsta stentu, ułatwiając pasaż balonu w kierunku SB (przejdzie nawet cewnik, którym wykonano wstępną predylatację zmiany). Aby odtworzyć anatomie bifurkacji tętnicy wieńcowej, należy rozszerzyć przęsta stentu pokrywające miejsce odejścia bocznicy. Rozprężenie balonu w kierunku do bocznicy „otworzy” stent, ale zdeformuje jego geometrię, dlatego należy zastosować technikę zwaną *kissing balloon*. Polega ona na jednoczesnym rozprężeniu dwóch balonów (jeden w MB, drugi w SB), których średnica odpowiada rozmiarowi posze-



Ryc. 5. Korzystne odkształcenie stentu w kierunku bocznicy po wybraniu dystalnej komórki do postdylatacji. **A** – implantacja stentu Vision do naczynia głównego z pokryciem bocznicy. **B** – wprowadzenie prowadnika do bocznicy poprzez najbardziej dystalną komórkę stentu. **C** – wynik ostateczny po wykonaniu postdylatacji techniką *kissing* (dzięki uprzejmości Oliviera Darremonta)

Fig. 5. A favorable stent deformation after side branch dilation through the most distal cell. **A** – vision stent implantation across the side branch. **B** – rewiring the side branch through the most distal cell. **C** – final result after kissing balloon technique (courtesy of Olivier Darremont)



Ryc. 6. Naturalny przyrost średnicy naczynia na poziomie bifurkacji
Fig. 6. Natural increase in vessel diameter at the level of bifurcation



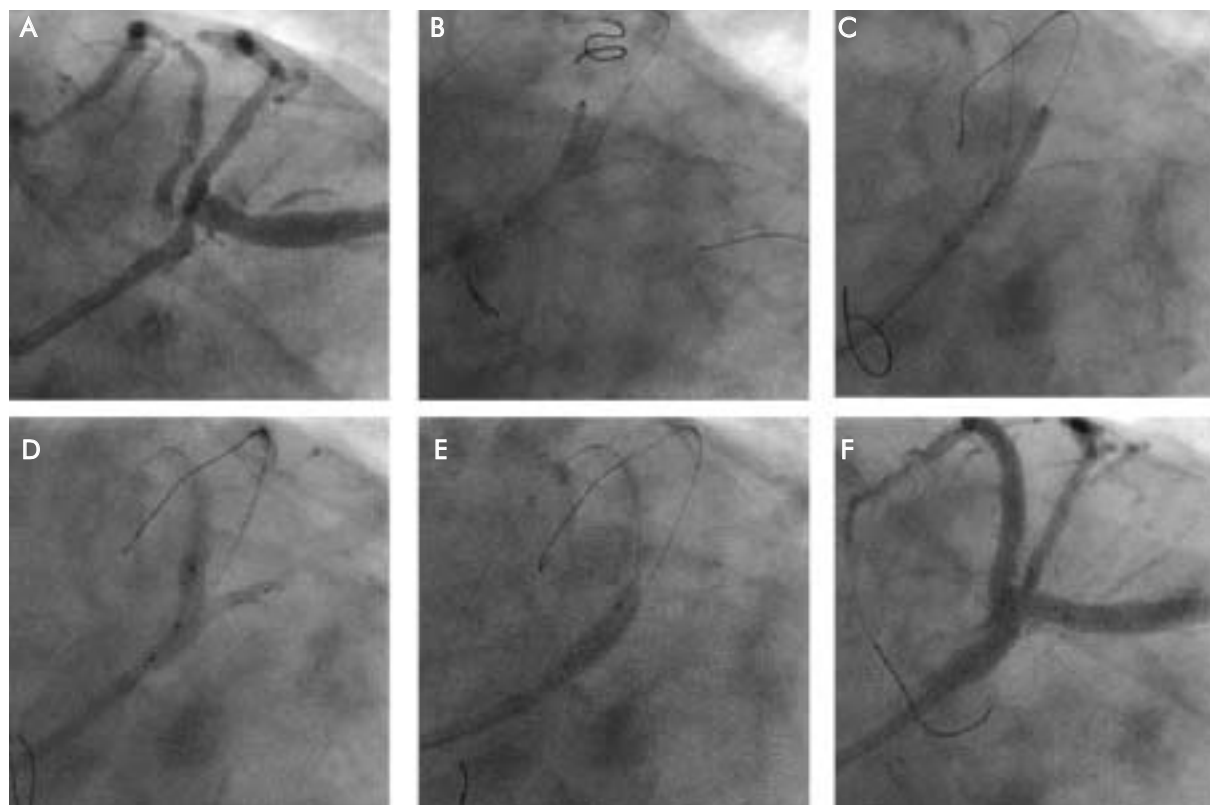
Ryc. 7. Problem z implantacją stentu do bocznic odchodzącej po kącie mniejszym niż 90 stopni. Wielkość protruzji stentu do naczynia głównego, którą można skorygować techniką TAP

Fig. 7. Problem with side branch stenting with the bifurcation angle < 90 degree. Part of the stent protruding to the main branch that may be corrected with the TAP technique

rzanych naczyń. Celem tego działania jest otwarcie stentu w kierunku bocznic, z zachowaniem jego kształtu i dobrego przylegania do ścian naczynia głównego. Balony rozpręża się jednocześnie lub najpierw balon znajdujący się w MB, a potem balon znajdujący się w SB, ciśnieniem umożliwiającym ich pełne otwarcie (zazwyczaj 6–10 atm). Ponieważ dwa nakładające się na siebie balony rozciągają proksymalny odcinek stentu, nadając mu kształt owalny, zabieg należy zakończyć postdylatacją bliższego odcinka MB balonem typu *non compliant* o rozmiarze równym średnicy naczynia, z zastosowaniem wysokich ciśnień (powyżej 16 atm). Do postdylatacji, także w technice *kissing*, używa się krótkich balonów, tak aby zminimalizować ryzyko uszkodzenia naczyń w odcinkach niepokrytych stentem.

Kiedy stentować bocznicę?

Dzięki technice przedstawionej powyżej osiąga się doskonały bezpośredni wynik zabiegu, a ryzyko powikłań jest małe. Utrzymujące się istotne angiograficznie zwężenie bocznic jest w zdecydowanej większości przypadków nieistotne hemodynamicznie, szczególnie jeśli obej-



Ryc. 8. Trifurkacja pnia lewej tętnicy wieńcowej – istotne zwężenie. **A** – obraz przed zabiegiem. **B** – pozycja stentu Xience Prime 3,5 × 23 mm. **C** – postdylatacja tętnicy pośredniej przez przęsła stentu. **D** – postdylatacja techniką *kissing balloon*. **E** – postdylatacja pnia balonem 4,0 × 15 mm. **F** – wynik ostateczny

Fig. 8. Left main stent trifurcation with significant stenosis. **A** – lesion before PCI. **B** – position of Xience Prime 3.5 × 23 mm. **C** – intermediate artery post dilatation through the stent struts. **D** – kissing balloon post dilatation. **E** – final left main post dilatation with a 4.0 x 15 mm balloon. **F** – final result

muje wyłącznie miejsce odejścia i nie spowalnia przepływu [17]. W razie upośledzenia przepływu, wystąpienia dysekcji zwężającej naczynie lub stenozы obejmującej dłuższy odcinek SB, konieczna będzie implantacja drugiego stentu. Optymalny wynik daje zmodyfikowana technika *T* lub *internal minicrush*. Obie można wykonać, używając cewnika prowadzącego 6 F. Zabiegiem stosowanym najczęściej przez autora jest zmodyfikowana technika typu *T*, zwana *TAP (T and protrusion)*. Polega ona na wprowadzeniu stentu do bocznyicy tak, aby całkowicie pokrył on jej *ostium*. W bifurkacjach typu *Y*, gdzie kąt podziału jest mniejszy od 90 stopni (> 70% przypadków), fragment stentu będzie wystawał do naczynia głównego (im mniejszy kąt podziału naczyń, tym bardziej) – ryc. 7. Aby uniknąć tego niekorzystnego zjawiska, implantacji dokonuje się z pozostawieniem balonu w naczyniu głównym na wysokości bifurkacji. Po rozprężeniu stentu w bocznyicy wypełnia się balon pozostawiony w naczyniu głównym i kończy zabieg techniką *kissing*.

Uwagi końcowe

Zdaniem autora, technika stentowania bifurkacji tętnic wieńcowych z zastosowaniem jednego stentu (*provisional T stenting*) nadaje się do leczenia zdecydowanej większości takich zwężeń. Jest ona prosta, bezpieczna i tania. Autor stosuje ją zawsze, z wyjątkiem przypadków, kiedy choroba obejmuje dłuższy odcinek bocznyicy (powyżej 3–5 mm). Rycina 8. ilustruje zastosowanie tej metody w zwężeniu trifurkacji pnia lewej tętnicy wieńcowej.

Techniki z zastosowaniem mnogich stentów oraz stentów przeznaczonych do bifurkacji zostaną przedstawione w drugiej części pracy.

Piśmiennictwo

1. Tsuchida K, Colombo A, Lefèvre T i wsp. The clinical outcome of percutaneous treatment of bifurcation lesions in multivessel coronary artery disease with the sirolimus-eluting stent: insights from the Arterial Revascularization Therapies Study part II (ARTS II). *Eur Heart J* 2007; 28: 433-442.
2. Serruys P, Morice MC, Kappetein AP i wsp. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009; 360: 961-972.
3. Zack PM, Ischinger T. Experience with a technique for coronary angioplasty of bifurcational lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1984; 10: 433-443.
4. George BS, Myler RK, Stertzer SH i wsp. Balloon angioplasty of bifurcation lesions: the kissing balloon technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1986; 12: 124-138.
5. Castriz JL, Canales ML, Reynolds DW. Kissing balloon technique in complex PTCA. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 28: 358-369.
6. Pan M, Suarez de Lezo J, Medina A i wsp. Simple and complex stent strategies for bifurcated coronary artery stenosis involving the side branch origin. *Am J Cardiol* 1999; 83: 1320-1325.
7. Al Suwaidi J, Berger PB, Rihal CS i wsp. Immediate and long-term outcome of intracoronary stent implantation for true bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 929-936.
8. Lefèvre T, Louvard Y, Morice MC i wsp. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatment and results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49: 274-283.
9. Yamashita T, Nishida T, Adamian MG i wsp. Bifurcation lesions: two stents versus one stent – immediate and follow-up results. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 1145-1151.
10. Moses J, Leon M, Popma J i wsp. (for the SIRIUS Investigators). Sirolimus-eluting stents versus standard stents in patients with stenosis in a native coronary artery. *N Engl J Med* 2003; 349: 1315-1323.
11. Stone GW, Ellis SG, Cox DA i wsp. One-year clinical results with the slow-release, polymer-based, paclitaxel-eluting TAXUS Stent The TAXUS-IV Trial. *Circulation* 2004; 109: 1942-1947.
12. Colombo A, Moses JW, Morice MC i wsp. Randomized study to evaluate sirolimus-eluting stents implanted at coronary bifurcation lesions. *Circulation* 2004; 109: 1244-1249.
13. Tanabe K, Hoya A, Lemos PA i wsp. Restenosis rates following bifurcation stenting with sirolimus-eluting stents for de novo narrowings. *Am J Cardiol* 2004; 94: 115-118.
14. Colombo A, Bramucci E, Sacc? S i wsp. Randomized study of the crush technique versus provisional side-branch stenting in true coronary bifurcations: the CACTUS (Coronary Bifurcations: Application of the Crushing Technique Using Sirolimus-Eluting Stents) Study. *Circulation* 2009; 119: 71-78.
15. Medina A, Suarez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol* 2006; 59: 183.
16. Finet G, Gilard M, Perrenot B i wsp. Fractal geometry of arterial coronary bifurcations: a quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound analysis. *Eurointervention* 2007; 3: 490-498.
17. Koo BK, Park KW, Kang HJ i wsp. Physiological evaluation of the provisional side-branch intervention strategy for bifurcation lesions using fractional flow reserve. *Eur Heart J* 2008; 29: 726-732.