

Interwencyjne zamknięcie drożnego przewodu tętniczego – kiedy, jak i czym?

Patent arterial duct closure – indications, techniques and device selection

STRESZCZENIE

Drożny przewód tętniczy stanowi do 10% wrodzonych wad serca. U większości objawowych pacjentów, poza okresem noworodkowym, interwencyjne zamknięcie przewodu tętniczego stanowi preferowaną metodę leczenia. Do tego celu z powodzeniem wykorzystywane są różnego rodzaju sprężynki wewnątrznaczyniowe lub dedykowane zestawy dyskowe. W szczególnych sytuacjach zastosowanie znajdują również zestawy do zamykania ubytków międzyprzedsionkowych lub międzykomorowych, a sporadycznie stenty pokryte łąką. W artykule omówiono wskazania, scharakteryzowano najczęściej wykorzystywany sprzęt oraz opisano typowe techniki interwencyjnego zamknięcia drożnego przewodu tętniczego.

Słowa kluczowe: drożny przewód tętniczy, zamykanie percutaneous, powikłania

Kardiol. Inwazyjna 2016; 11 (6): 22–28

ABSTRACT

Up to 10% of congenital heart defects is patent ductus arteriosus. Apart from newborns, in most of symptomatic patients, interventional closure of the ductus arteriosus is the preferred method of treatment. For this purpose, different types of endovascular coils or dedicated duct occluders are successfully applied. In rare situations devices for interatrial or interventricular defect closure or covered stents are used. In the current paper the indications, most commonly used devices and interventional techniques for closure of the ductus arteriosus have been discussed.

Key words: patent ductus arteriosus, percutaneous closure, complications

Kardiol. Inwazyjna 2016; 11 (6): 22–28

Wstęp

Drożny przewód tętniczy występuje z częstością 1:2000 do 1:5000 donoszonych noworodków i stanowi 5–10% wrodzonych wad serca [1]. Uwzględniając tak zwany klinicznie niemy drożny przewód tętniczy częstość występowania zwiększa się kilkukrotnie, do 1:500 żywych urodzeń. W populacji pediatrycznej drożny przewód tętniczy często współistnieje z innymi wadami serca, w przeciwieństwie do pacjentów dorosłych, gdzie zwykle jest wadą izolowaną.

Po urodzeniu zwiększona prężność tlenu we krwi wraz ze spadkiem krążących prostaglandyn prowadzi do skurczu mięśni gładkich przewodu tętniczego [2]. Ten potencjalnie odwracalny proces ma miejsce w ciągu pierwszych 48 godzin życia i określany jest jako czynnościowe zamknięcie przewodu tętniczego. W kolejnych dobach, zwykle do zakończenia 2. tygodnia życia, dochodzi do tak zwanego anatomicznego zamknięcia, polegającego na przekształceniu przewodu w więzadło tętnicze. Dochodzi wtedy do martwicy wewnętrznej ściany przewodu, następnie zwłóknienia, a niejednokrotnie również zwapnienia. Wiele czynników genetycznych i środowiskowych

Sebastian Góreczny¹, Paweł Dryżek¹,
Marek Grygier², Tomasz Moszura¹

¹Klinika Kardiologii, Instytut Centrum Zdrowia
Matki Polki, Łódź

²Klinika Kardiologii Katedry Kardiologii,
Uniwersytet Medyczny Poznań

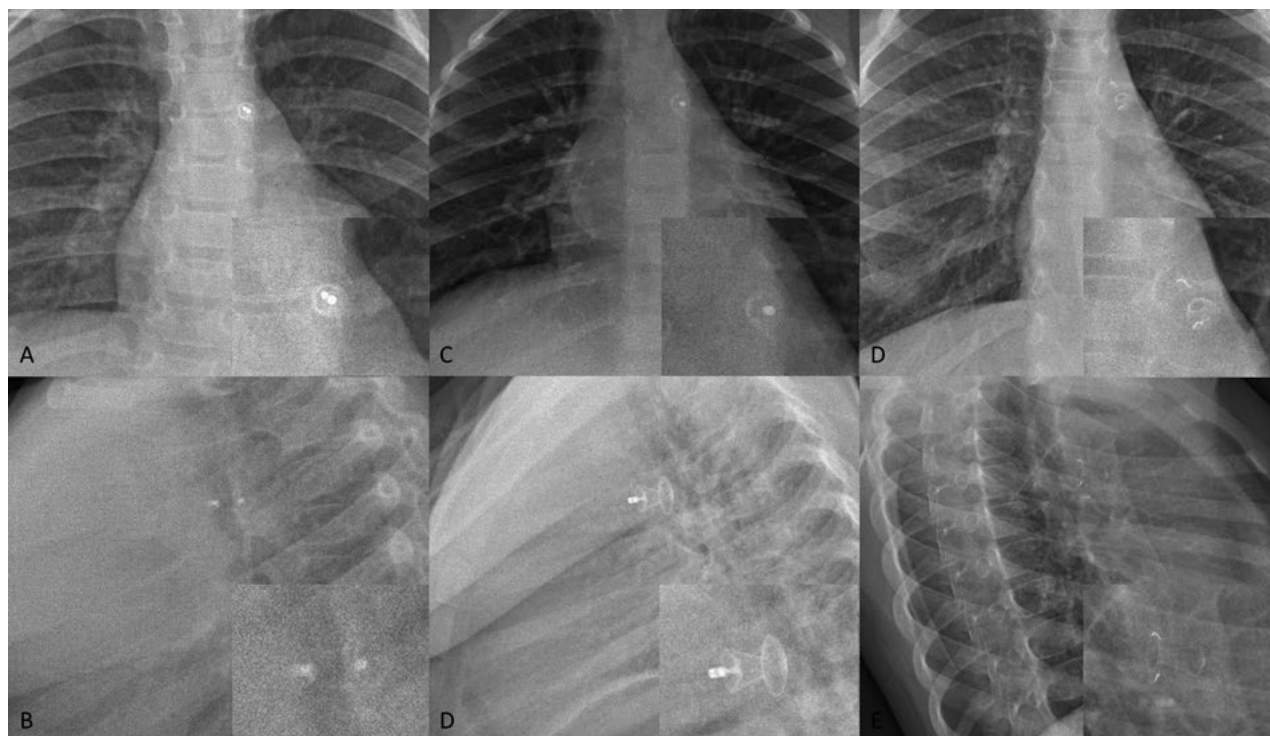
może prowadzić do zaburzenia procesu zamykania przewodu, skutkując utrzymującym się przeciekiem lewo–prawym. Wcześnieactwo, niska masa ciała czy też choroby płuc istotnie zwiększają częstość występowania drożnego przewodu tętniczego.

Drożny przewód tętniczy może manifestować się szeregiem objawów klinicznych, poczynając od izolowanego skurczowego szmeru w lewej okolicy podobojczykowej czy też bardziej charakterystycznego, choć rzadziej występującego „maszynowego”, to jest skurczowo-rozkurczowego szmeru, aż do zastoinowej niewydolności krążenia wynikającej ze zwiększonego przepływu płucnego oraz przeciążenia objętościowego struktur lewej części serca. W pojedynczych przypadkach duży lub długo utrzymujący się przeciek przez przewód tętniczy może doprowadzić do zespołu Eisenmengera. Na obraz kliniczny wpływają przede wszystkim średnica przewodu oraz opór naczyniowy w łożysku płucnym. Pacjenci z małym lub umiarkowanym przeciekiem mogą przez lata pozostawać bezobjawowi, jednak w wieloletnich obserwacjach wykazano, że nawet niewielkie, przewlekłe przeciążenie objętościowe może prowadzić do istotnych powikłań, takich jak niewydolność serca czy zaburzenia rytmu. U niemowląt i dzieci młodszych mogą wystąpić trudności w karmieniu, opóźniony przyrost masy czy infekcje układu oddechowego.

Wskazania do zamknięcia

Wystąpienie objawów klinicznych lub cech przeciążenia objętościowego lewego serca (powiększenie lewego przedsionka i/lub lewej komory) u pacjenta z przewodem tętniczym stanowi wskazanie do zamknięcia. Zamknięcie przewodu tętniczego jest również zalecane u pacjenta z tętniczym nadciśnieniem płucnym, po potwierdzeniu jego odwracalności. Dyskusyjna pozostaje kwestia leczenia zabiegowego pacjentów z izolowanym szmerem, bez objawów klinicznych oraz bez powiększenia struktur lewego serca w badaniu echokardiograficznym [3]. W przeszłości takie „nieme” klinicznie przewody tętnicze zamykano z obawy o zwiększone ryzyko infekcyjnego zapalenia wsierdza. Obserwacje z ostatnich lat z krajów wysoko uprzemysłowionych nie potwierdzają tej zależności. Biorąc pod uwagę konieczność narażenia pacjenta na znieczulenie, środek kontrastowy i promieniowanie jonizujące oraz możliwe powikłania, w chwili obecnej nie zaleca się zamykania przewodu tętniczego u bezobjawowych pacjentów.

Klasyfikacja angiograficzna według Kirchenko wyróżnia 5 typów przewodu tętniczego, uwzględniając obecność i lokalizację zwężeń oraz długość przewodu tętniczego [4]. Najczęstszy typ A charakteryzuje się zwężeniem na końcu płucnym oraz bańką od strony aortalnej.



Rycina 1. Przykłady obrazów radiologicznych asymetrycznych zestawów do zamykania przewodu tętniczego. Amplatzer Duct Occluder (St. Jude) z charakterystycznymi dwoma znacznikami, kulka na dysku lewostronnym oraz gwint mocujący od strony płucnej (A, B). Zestaw Occlutech PDA Occluder (Occlutech) posiada tylko jeden znacznik, czyli element mocujący od strony płucnej (C, D). Widoczne jest również charakterystyczne przewężenie w części środkowej, tuż przy dysku lewostronnym (D). Zestaw Nit-Occlud PDA-R (PFM) kształtem zbliżony jest do Amplatzer Duct Occluder (D, E). Charakteryzuje się płaską powierzchnią dysku lewostronnego oraz końcem płucnego, bez znaczników typowych dla poprzednich implantów

Zestawy zamykające

Do interwencyjnego zamknięcia przewodu tętniczego najczęściej wykorzystywane są coile wewnątrznaczyniowe lub dedykowane zestawy dyskowe typu Amplatzer Duct Occluder (St. Jude, Stany Zjednoczone) [5, 6]. W szczególnych sytuacjach zastosowanie znajdują także zestawy typu Amplatzer Septal Occluder (St. Jude, Stany Zjednoczone) lub stenty pokryte łąką [7, 8]. Na wybór konkretnego zestawu decydujący wpływ mają średnica i morfologia przewodu tętniczego, możliwy do uzyskania dostęp naczyniowy oraz doświadczenie i preferencje operatora.

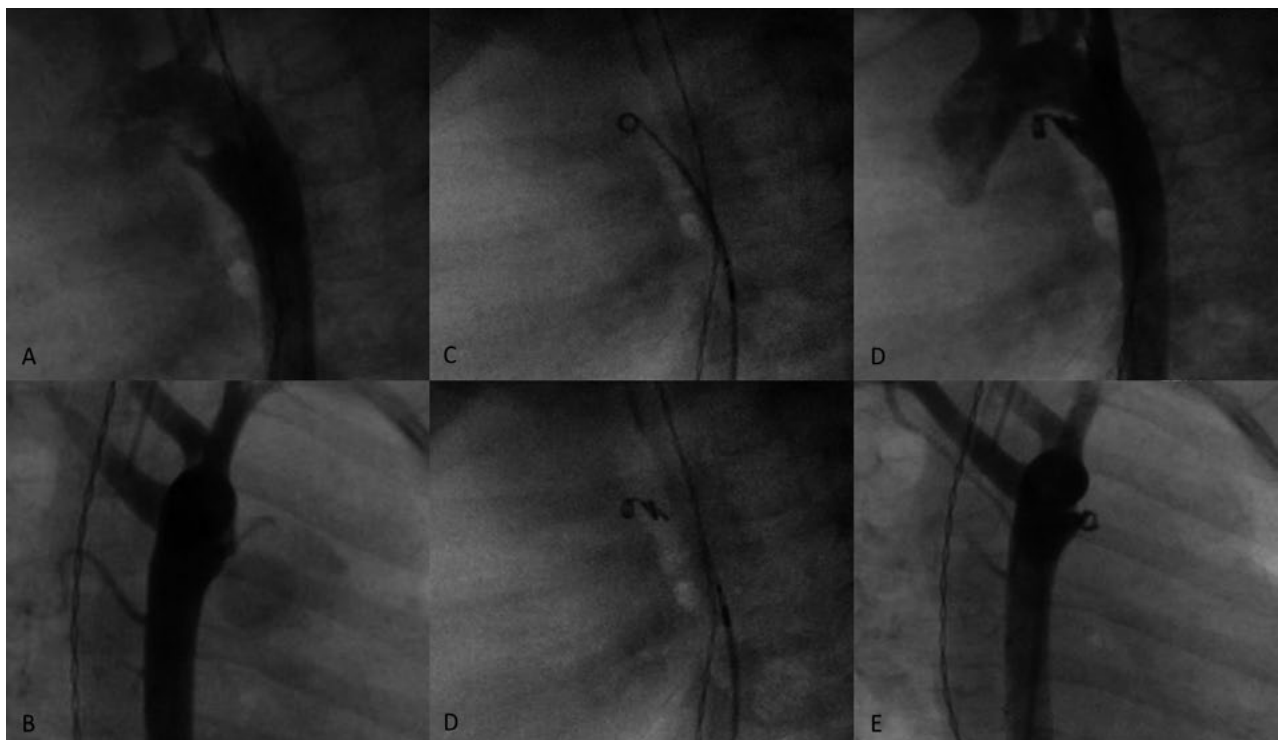
Coile wewnątrznaczyniowe

Najczęściej są wykorzystywane do zamknięcia małych lub średnich przewodów tętniczych, czyli o średnicy minimalnej 2,5–3,0 mm, z obecnym wyraźnym przewężeniem [5, 6]. Ich podstawową zaletą jest mały profil umożliwiający implantację przez cewnik o rozmiarze 4 Fr. Coile mogą być implantowane zarówno od strony tętniczej, jak i żyłnej. Najczęściej wykorzystywane są sprężynki typu Gianturco lub Detachable (Cook), Nit-Occlude (PFM), Gianturco-Grifka bag (Cook). W przypadku małych przewodów tętniczych zamknięcie sprężynką daje bardzo dobre wyniki ze znikomym odsetkiem przecieków resztkowych. Im większa średnica przewodu, tym większe ryzyko embolizacji lub przecieku resztkowego, rzadziej hemolizy. Podobnie implantacja sprężynki do tubularnego przewodu lub typu „okienka aortalno-płucnego” wiąże się z większym

ryzykiem przemieszczenia zestawu lub częściowego zamknięcia przewodu. Sporadycznie w przewodach o takiej anatomii oraz w sytuacji, gdy minimalna średnica przewodu przekracza 3 mm, możliwe jest jednoczesne lub sekwencyjne implantowanie 2 lub więcej sprężynek. Ze względu na szeroką dostępność innych typów zestawów zamykających ta technika zabiegu jest obecnie rzadziej stosowana.

Amplatzer Duct Occluder (ADO)

Jest to pierwszy zestaw z „rodziny” Amplatzer (St. Jude, Stany Zjednoczone) przeznaczony do zamykania przewodu tętniczego [9, 10]. Dedykowany jest do okluzji średnich i dużych przewodów tętniczych, to jest o średnicy 3–12 mm. Zbudowany jest z nitinolowego drutu uformowanego na kształt zbliżony do korka od szampana. Umieszczona wewnątrz poliesterowa łąka zwiększa skuteczność całkowitej eliminacji przecieku. Asymetryczna budowa, z większym „aortalnym” dyskiem oraz tubularną częścią, której koniec płucny jest o 1–2 mm mniejszy od końca bezpośrednio przylegającego do dysku aortalnego, wymusza implantację od strony żyłnej. Wraz ze wzrostem średnicy zestawu (5–16 mm od strony aortalnej) zwiększa się również jego długość (5–8 mm). Średnica zestawu powinna być około 2 mm większa od najmniejszej średnicy przewodu. Podobnie jak pozostałe zestawy typu Amplatzer, posiada on dwa znaczniki, jeden w kształcie kulki na dysku aortalnym oraz drugi w postaci gwintu mocującego od strony płucnej. Wymaga względnie



Rycina 2. Zamknięcie małego przewodu tętniczego sprężynką wewnątrznaczyniową. Angiografia w projekcji lewej skośnej (A) oraz prawej skośnej (B). Pierwsze dwa zwoje coila zostały uformowane od strony płucnej przewodu (C), następnie kolejne dwa w przewodzie tętniczym (D). Cień dróg oddechowych służy jako punkt orientacyjny w trakcie implantacji sprężynki. Końcowa angiografia w projekcji lewej bocznej (D) oraz prawej skośnej dokumentuje skuteczność zabiegu z całkowitym zamknięciem przewodu tętniczego

większego dostępu naczyniowego, 5–7 Fr, co w połączeniu ze sztywnością zestawu wprowadzającego, koniecznością przejścia przez zastawkę trójdzielną oraz płucną, sprawia, że jest on obecnie sporadycznie wykorzystywany u niemowląt i dzieci młodszych. Mocowanie za pomocą gwintu sprawia, że w trakcie uwolnienia może dojść do zmiany położenia zestawu, co sporadycznie wymaga jego repozycji.

Amplatzer Duct Occluder II (ADO II)

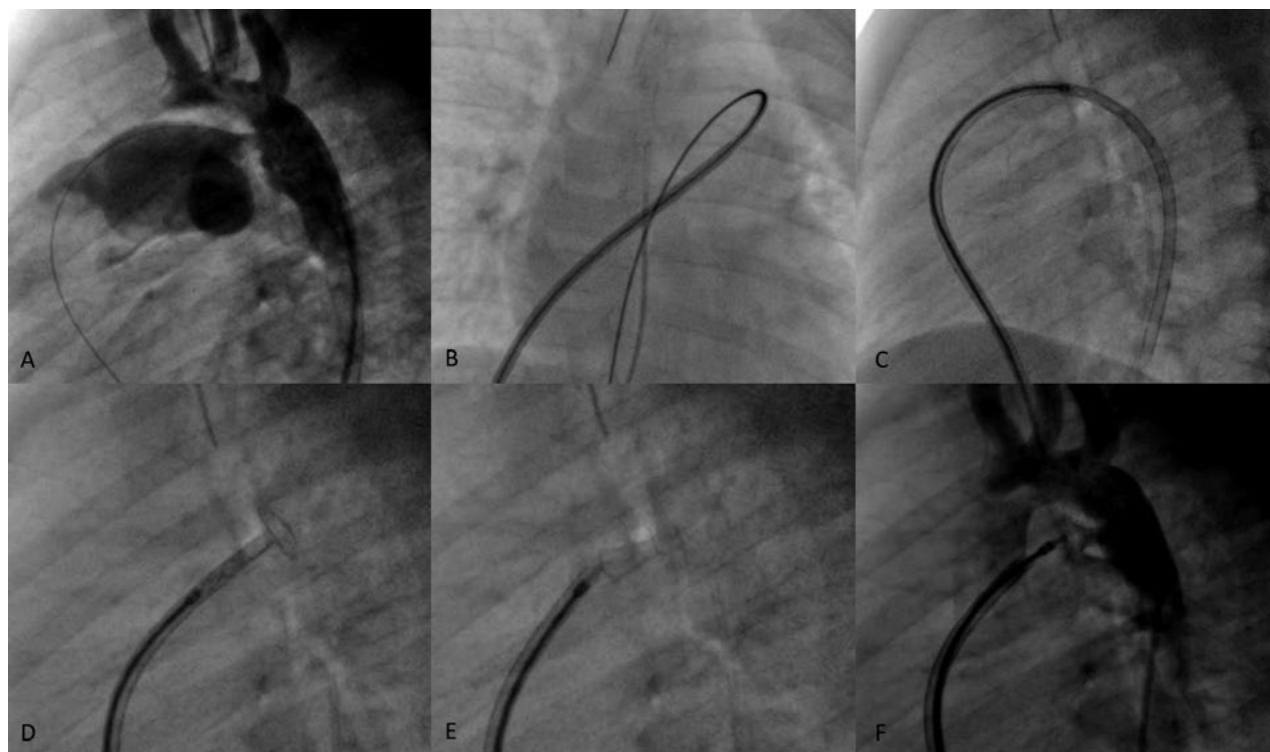
Jest to zestaw o symetrycznej budowie przeznaczony do zamykania małych i średnich przewodów, czyli o minimalnej średnicy 2,5–5 mm [11]. Rezygnacja z wewnętrznej łaty poliestrowej pozwoliła na zmniejszenie profilu zestawu, dzięki czemu można go implantować przez koszulkę o średnicy 4 lub 5 Fr. Dodatkowo zastosowanie drutu nitinolowego o mniejszej średnicy oraz elastycznego połączenia dysków ze środkową, tubularną częścią, istotnie zwiększyło podatność zestawu. Symetryczna konstrukcja tego zestawu pozwala na implantację od strony aortalnej, jak i płucnej. Dyski większe od części łączącej o 6 mm sprawiają, że ADO II z powodzeniem jest wykorzystywany do zamykania przewodów bez wyraźnego zwężenia lub typu okienka aortalno-płucnego. Wybór odpowiedniego rozmiaru uzależniony jest od średnicy oraz długości przewodu.

Amplatzer Duct Occluder II AS (ADO II AS)

Jest to zmodyfikowana wersja ADO II, dedykowana do zamykania małych przewodów tętniczych, o minimalnej średnicy nieprzekraczającej 4 mm [12, 13]. Konstrukcja wykorzystująca mniejsze dyski „retencyjne” (większe od części łączącej zaledwie o 1–1,5 mm), zmniejsza ryzyko zwężenia aorty zstępującej lub tętnicy płucnej. Cieńszy i bardziej elastyczny zestaw wprowadzający pozwala na optymalne ułożenie zapinki przed uwolnieniem, zmniejszając tym samym ryzyko przemieszczenia. Możliwość implantacji przez cewnik o średnicy 4 Fr dopełnia zalety tego zestawu, czyniąc go preferowanym implantem u noworodków i niemowląt.

Occlutech PDA Occluder

Jest to asymetryczny zestaw konstrukcyjnie zbliżony do ADO [14]. Również składa się z dysku aortalnego oraz części cylindrycznej, z różnicą polegającą na tym, że koniec aortalny ma mniejszą średnicę, w porównaniu z końcem płucnym. Kolejne cechy odróżniające ten zestaw to: płaska powierzchnia dysku aortalnego (bez znacznika), elastyczne mocowanie do przewodu wprowadzającego (bez gwintu) oraz zewnętrzna warstwa tlenku tytanu odpowiedzialna za złoty kolor zestawu. Przykrycie nitinolu dodatkową powłoką sprawia, że do krążenia uwalniane są znikome ilości niklu. Zastosowanie tego typu



Rycina 3. Zamknięcie średniego przewodu tętniczego zestawem zamykającym Occlutech PDA Occluder. Angiografia w projekcji lewej bocznej uwiadcza kręty przewód tętniczy, z obfitym przeciekiem lewo–prawym (A). Zakontrastowaniu uległ cały pień tętnicy płucnej. Po kaniulacji przewodu tętniczego od strony tętnicy płucnej i umieszczeniu prowadnika w aorcie zstępującej wprowadzona została długa koszulka naczyniowa (B), a następnie zestaw zamykający (D). Cofając koszulkę naczyniową, uwolniono dysk lewostronny (D), a następnie prawostronny (E). Angiografia w projekcji lewej bocznej przed odcięciem zestawu prezentuje prawidłowe położenie okludera z niewielkim przeciekiem resztkowy (E)

implantów należy rozważyć u pacjentów z uczuleniem na ten metal.

Inne zestawy

Do rzadziej stosowanych, choć posiadających zalety w określonych sytuacjach klinicznych, należą zestawy Nit-Occlud PDA Coil (PFM), Nit-Occlud PDA-R (PFM), Cardio-O-Fix (COF). U pacjentów z nadciśnieniem płucnym odwracalnym i przewodem o dużej średnicy do zamknięcia można wykorzystać zestawy typu Amplatzer Septal Occluder, Occlutech ASD Occluder lub Amplatzer Muscular Occluder [5]. Są to zestawy dwudyskowe, o zróżnicowanej średnicy, pierwotnie przeznaczone do zamykania nieprawidłowych połączeń wewnątrzsercowych. Większa, w porównaniu z implantami dedykowanymi do leczenia drożnego przewodu tętniczego, średnica części łączącej pozwala zamknąć duże przewody tętnicze, a dwa dyski stabilizują i zapobiegają embolizacji zestawu zamykającego.

W sytuacji współistniejącej koarktacji aorty z drożnym przewodem tętniczym implantacja stentu pokrytego łąką pozwala jednocześnie wyeliminować zwężenie oraz nieprawidłowy przeciek [8]. Z uwagi na konieczność zastosowania dużego dostępu naczyniowego (10–12 Fr), tego typu rozwiązanie możliwe jest u pacjentów o masie ciała przekraczającej 30 kg.

Technika zabiegu

Zabieg wykonywany jest z dostępu do tętnicy udowej, w przypadku wykorzystania coilu lub jednego z symetrycznych zestawów zamykających, lub z dostępu do tętnicy i żyły udowej, gdy planowane jest implantowanie asymetrycznego zestawu zamykającego. Możliwe jest również wykonanie zabiegu wyłącznie do strony żyły udowej. W tej sytuacji konieczna jest ocena echokardiograficzna, zamiast podania środka kontrastowego, położenia zestawu zamykającego od strony aorty oraz wielkości ewentualnego przecieku resztkowego. Wykorzystywanie wyłącznie dostępu dożylnego wymaga dużego doświadczenia operatora wykonującego zabieg.

Zamknięcie coilom

Typowo zabieg wykonywany jest z dostępu do tętnicy udowej. Po wprowadzeniu krótkiej koszulki wewnątrznaczyniowej podaje się heparynę (100 j.m./kg) oraz antybiotyk, zgodnie z lokalnym protokołem profilaktyki około operacyjnej. Cewnik angiograficzny, typu *pigtail* lub bez otworu końcowego, wprowadza się wstecznie do dalszej części łuku aorty, tuż powyżej odejścia przewodu tętniczego. Angiografia w projekcji lewej skośnej 70–90° pozwala uwidocznić morfologię przewodu. U części pacjentów odejście odaortalne przewodu tętniczego może nakładać się na dalszą część łuku aorty. W takim przypadku

dotądowa projekcja prawa skośna, zwykle 30–40°, pozwala lepiej uwidocznić tak zwaną bańkę aortalną przewodu tętniczego. Dobór rozmiaru coilu, czyli średnicy pojedynczego zwoju oraz liczby zwojów lub długości wydłużonej sprężynki, dokonuje się na podstawie pomiarów minimalnej średnicy oraz długości przewodu tętniczego. Następnie cewnik z otworem końcowym, na przykład typu MPA, zostaje wprowadzony przez przewód tętniczy do pnia tętnicy płucnej i wykonywane są pomiary ciśnienia. Implantację coilu rozpoczyna się od uformowania 1–2 zwojów w pniu tętnicy płucnej, a następnie cofnięciu i zablokowaniu częściowo zwiniętej sprężynki od strony płucnej przewodu tętniczego. Kolejne zwoje formuje się w świetle przewodu tętniczego, dbając, aby ostatnia pętla została umieszczona w bańce przewodu. Uwolnienie coilu poprzedza test stabilności, polegający na delikatnym pociągnięciu, a następnie popchnięciu sprężynki. Ostateczne położenie i ewentualny przeciek resztkowy ocenia się w angiografii lub alternatywnie w przezklatkowym badaniu echokardiograficznym. Po zamknięciu przewodu tętniczego sprężynką wewnątrznaczyniową zalecana jest profilaktyka infekcyjnego zapalenia wsierdzia przez 6 miesięcy. W typowych przypadkach nie stosuje się leczenia antyagregacyjnego.

Zamknięcie zestawem zamykającym

Zwykle wykorzystywany jest dostęp dożylny, jak i dotętniczy. Zabieg rozpoczyna się od wykonania angiografii według zasad opisanych powyżej. Następnie cewnik z otworem końcowym wprowadza się od strony żyły udowej przez prawy przedsionek, prawą komorę do pnia płucnego. Po wykonaniu pomiarów ciśnień cewnik wprowadza się przez przewód tętniczy do aorty zstępującej. W razie trudności z kaniulacją przewodu tętniczego pomocne może być zastosowanie hydrofilnego przewodnika z niewielkim zagięciem końcowym. W kolejnym etapie długą koszulkę naczyniową, w rozmiarze odpowiednio dobranym do planowanego zestawu zamykającego, wprowadza się od strony żyły udowej przez prawe serce, przewód tętniczy do aorty zstępującej. Odpowiednio przygotowany i obficie przepłukany roztworem soli fizjologicznej i heparyny zestaw zamykający umieszcza się w długiej koszulce wewnątrznaczyniowej i wprowadza do aorty zstępującej. Następnie, cofając koszulkę, formuje się dysk lewostronny i wciąga go do bańki aortalnej przewodu tętniczego. Dalsze cofanie koszulki, przy niezmiennym położeniu zestawu, prowadzi do jego całkowitego odsłonięcia z uformowaniem części łączącej i/lub dysku prawostronnego. Przed uwolnieniem zestawu wykonuje się test stabilności oraz angiografię przez cewnik umieszczony w aorcie, tuż powyżej odejścia przewodu tętniczego. W obrazie angiograficznym ocenia się przeciek resztkowy oraz położenie zestawu wewnątrz przewodu tętniczego.

W razie podejrzenia wystawiania dysku lewostronnego do aorty przydatna jest dodatkowa projekcja prawa skośna, lepiej eksponująca bańkę przewodu tętniczego. Alternatywnie do oceny skuteczności zamknięcia przewodu wykorzystuje się przezklatkowe badanie echokardiograficzne. W przypadku części zestawów zamykających po uwolnieniu dochodzi do niewielkiej zmiany położenia, co wynika z typu mocowania oraz sztywności elementów wprowadzających. W takiej sytuacji konieczne jest wykonanie kontrolnej angiografii lub ponowna ocena echokardiograficzna. Po zamknięciu przewodu tętniczego zestawem zamykającym zalecana jest profilaktyka infekcyjnego zapalenia wsierdzia przez 6 miesięcy.

Powikłania

Interwencyjne zamknięcie przewodu tętniczego jest zabiegiem niskiego ryzyka, a jego powikłania występują sporadycznie [5–15]. Najczęściej dochodzi do embolizacji coila lub zestawu zamykającego. W każdym przypadku należy podjąć próbę przezskórnego usunięcia przemieszczonego zestawu lub sprężynki. Większy rozmiar zestawów zamykających sprawia, że nie ulegają one przemieszczeniu do odległych naczyń, jednak powodują większe zaburzenia przepływu krwi i wymagają szybkiego i sprawnego usunięcia. Mechanizm mocujący w postaci gwintu lub kulki stanowi względnie łatwy element do zahaczenia pętli wewnątrznaczyniowej. Wyzwanie stanowi zwykle wciągnięcie zestawu do koszulki wewnątrznaczyniowej. Ułatwić to może wprowadzenie koszulki 1–2 Fr, większej od pierwotnie wykorzystanej, i/lub skośne ścięcie końcówki koszulki dla zwiększenia przekroju otworu końcowego.

Sprężynki wewnątrznaczyniowe trafiają z prądem krwi do drobnych odgałęzień tętnic płucnych, rzadziej tętnic kończyn dolnych, powodując mniej nasilone zaburzenia hemodynamiczne. Odnalezienie odpowiedniego naczynia, do którego przemieściła się sprężynka jest zwykle bardziej czasochłonne, natomiast wciągnięcie jej do cewnika lub koszulki wewnątrznaczyniowej o większym świetle nie stanowi zwykle problemu.

Błędne dopasowanie kształtu lub rozmiaru zestawu zamykającego do anatomii i wielkości przewodu tętniczego może prowadzić do zwężenia aorty zstępującej lub bliższego odcinka lewej tętnicy płucnej. Podobnie częściowe przemieszczenie zestawu, zwykle jako konsekwencja błędnie dobranego rozmiaru okludera, może skutkować utrudnieniem przepływu w aorcie lub tętnicy płucnej przez wystający dysk, odpowiednio lewo- lub prawostronny. Porównanie ciśnień powyżej i poniżej odejścia przewodu tętniczego pozwala określić istotność hemodynamiczną zwężenia aorty. Ocena zwężenia lewej tętnicy płucnej jest utrudniona z uwagi na fakt, że istotnemu zaburzeniu dystrybucji przepływu krwi do tętnic

płucnych może towarzyszyć niewielki lub całkowity brak różnicy ciśnień.

Pozostawienie przecieku resztkowego zwiększa ryzyko hemolizy, opóźnia lub wręcz uniemożliwia pełną epitelializację implantu, a w konsekwencji zwiększa ryzyko infekcyjnego zapalenia wsierdzia [15]. Odpowiednie dopasowanie zestawu do morfologii przewodu tętniczego oraz ocena angiograficzna i/lub echokardiograficzna ewentualnego przecieku resztkowego przed uwolnieniem coila lub zestawu zamykającego pozwalają ograniczyć częstość występowania tego powikłania. Preferowanym postępowaniem jest wymiana zestawu na większy lub innego typu, rzadziej równoległa implantacja sprężynki wewnątrznaczyniowej.

Uszkodzenie naczyń udowych, perforacja przewodu tętniczego, zator powietrzny lub infekcja uzupełniają wachlarz możliwych powikłań. Kaniulacja naczyń udowych pod kontrolą ultrasonograficzną, stosowanie możliwie najmniejszych koszulek wewnątrznaczyniowych, heparynizacja, profilaktyka antybiotykowa istotnie ograniczają możliwość wystąpienia wymienionych powikłań.

Piśmiennictwo

- Schneider D.J. The patent ductus arteriosus in term infants, children, and adults. *Semin. Perinatol.* 2012; 36: 146–153.
- Gournay V. The ductus arteriosus: physiology, regulation, and functional and congenital anomalies. *Arch. Cardiovasc. Dis.* 2011; 104: 578–585.
- Fortescue E.B., Lock J.E., Galvin T., McElhinney D.B. To close or not to close: the very small patent ductus arteriosus. *Congenit. Heart Dis.* 2010; 5: 354–365.
- Krichenko A., Benson L.N., Burrows P., Möes C.A., McLaughlin P., Freedom R.M. Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am. J. Cardiol.* 1989; 63: 877–880.
- Baruteau A.E., Hascoët S., Baruteau J. i wsp. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus: past, present and future. *Arch. Cardiovasc. Dis.* 2014; 107: 122–132.
- Anil S.R., Sivakumar K., Kumar R.K. Coil occlusion of the small patent arterial duct without arterial access. *Cardiol. Young* 2002; 12: 51–56.
- Moszura T., Niwald M., Dryzek P., Moll J., Sysa A. Successful closure of a large PDA with an Amplatzer septal occluder in a child with heart failure and pulmonary hypertension — a case report. *Kardiol. Pol.* 2006; 64: 1284–1286.
- Góreczny S., Dryzek P., Moszura T. i wsp. Rotational angiography in monitoring of covered CP stent implantation in patient with critical aortic coarctation and patent ductus arteriosus. *Kardiol. Pol.* 2012; 70: 505–507.
- Hong T.E., Hellenbrand W.E., Hijazi Z.M. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus in adults using the Amplatzer duct occluder: initial results and follow-up. *Indian Heart J.* 2002; 54: 384–389.
- Al-Hamash S.M., Wahab H.A., Khalid Z.H., Nasser I.V. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using

- ado device: retrospective study of 149 patients. *Heart Views* 2012; 13: 1–6.
11. Kang S.L., Morgan G., Forsey J., Tometzki A., Martin R. Long-term clinical experience with Amplatzer Ductal Occluder II for closure of the persistent arterial duct in children. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2014; 83: 1102–1108.
 12. Goreczny S., Morgan G.J., Dryzek P. Live 3D image overlay for arterial duct closure with Amplatzer Duct Occluder II additional size. *Cardiol. Young* 2016; 26: 605–608.
 13. Agnoletti G., Marini D., Villar A.M., Bordese R., Gabbarini F. Closure of the patent ductus arteriosus with the new duct occluder II additional sizes device. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2012; 79: 1169–1174.
 14. Kudumula V., Taliotis D., Duke C. The new occlutech duct occluder: immediate results, procedural challenges, and short-term follow-up. *J. Invasive. Cardiol.* 2015; 27: 250–257.
 15. Anil S.R., Sivakumar K., Philip A.K., Francis E., Kumar R.K. Clinical course and management strategies for hemolysis after transcatheter closure of patent arterial ducts. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2003; 59: 538–543.

Adres do korespondencji:

Dr n. med. Sebastian Góreczny
Klinika Kardiologii, Instytut Centrum Zdrowia Matki Polki
ul. Rzgowska 281/289, 93–347 Łódź
e-mail: sebastiangoreczny@yahoo.pl