

## Techniki przezskórne stosowane w leczeniu wad układu sercowo-naczyniowego u dzieci

Grażyna Brzezińska-Rajszyś, Joanna Książyk

### 9.1. Wstęp

W ciągu ostatnich lat doszło do istotnych zmian w pediatricznej kardiologii inwazyjnej. Wprowadzenie do standardów leczenia wad serca u dzieci zabiegów z zakresu kardiologii interwencyjnej zmieniło charakter pediatricznych pracowni kardiologii inwazyjnej z diagnostycznego na diagnostyczno-terapeutyczny. Jednocześnie stały postęp w zakresie diagnostyki (w tym diagnostyki prenatalnej) i leczenia wad serca spowodował istotne obniżenie wieku pacjentów (zwiększenie liczby noworodków i niemowląt), zwiększenie liczby pacjentów ze złożonymi wadami serca, dzieci badanych w ciężkim stanie ogólnym, pacjentów po leczeniu chirurgicznym i interwencyjnym ze zmianami wtórnymi.

Ze względu na szerokie możliwości nieinwazyjnego zdiagnozowania wad wrodzonych serca (echokardiografia, tomografia komputerowa, tomografia rezonansu magnetycznego), diagnostyczne cewnikowanie serca jest obecnie wykonywane jedynie w wybranych sytuacjach. Interwencyjne zabiegi kardiologiczne stanowią do 70% wszystkich zabiegów, wykonywanych w poszczególnych pracowniach. Mogą one być ostatnim zabiegiem leczniczym, etapem leczenia w złożonych wadach serca lub zabiegiem paliatywnym o charakterze zabiegu etapowego lub definitywnej paliacji. Zabiegi te są bardziej kosztowne, obciążone wyższym ryzykiem i najczęściej bardziej czasochłonne niż diagnostyczne. Dodatkowo wymagają szczególnych kwalifikacji personelu. Ze względu na stopień trudności niektóre z procedur interwencyjnych mogą wymagać planowego zabezpieczenia kardiologicznego, inne – ze względu na możliwość istotnych powikłań – natychmiastowego zamienienia pracowni hemodynamicznej w sterylną salę operacyjną, jeszcze inne, o niskim ryzyku powikłań, mogą być przeprowadzane bez zabezpieczenia kardiologicznego. W każdym przypadku może zaistnieć konieczność natychmiastowego chirurgicznego leczenia wady serca lub ewentualnych powikłań zabiegów zarówno diagnostycznych, jak leczniczych.

Powyższe powody zdecydowały o powszechnie przyjętej zasadzie umiejscowienia pediatricznych pracowni kardiologii inwazyjnej w referencyjnych ośrodkach kardiologiczno-kardiologicznej opieki pediatricznej.

### 9.2. Zakres działalności medycznej

W pracowni zajmującej się pediatriczną kardiologią inwazyjną powinny być wykonywane diagnostyczne cewnikowanie serca, biopsje mięśnia sercowego, ratujące życie przezskórne zabiegi interwencyjne oraz standardowe zabiegi z zakresu kardiologii interwencyjnej stosowane w leczeniu wad serca u dzieci. Ze względu na małe liczne grupy pacjentów kierowanych na niektóre zabiegi interwencyjne, zabiegi o wysokim stopniu trudności, wymagające szczególnego doświadczenia powinny być wykonywane w wyznaczonych pracowniach. Zakres zabiegów interwencyjnych w poszczególnych pracowniach jest ustalony przez kierownika pracowni. Powinien on zabezpieczać potrzeby pacjentów i uwzględniać zakres działalności ośrodka kardiologicznego. Dodatkowe wykorzystywanie pracowni do potrzeb radiologii interwencyjnej lub kardiologii dorosłych jest powszechnie przyjęte i stanowi efekt porozumienia pomiędzy zainteresowanymi.

### 9.3. Ogólne zasady organizacyjne

Dzieci z wadami serca stanowią złożony problem diagnostyczno-leczniczy i dlatego istnieje powszechna opinia, że powinny być leczone przez wysoko specjalistyczny zespół lekarsko-pielęgniarsko-techniczny, obejmujący kilka specjalności (kardiologię dziecięcą, pediatrię, kardiologię, anestezjologię). Ustalenie wskazań do zabiegu interwencyjnego u danego dziecka powinno być indywidualną decyzją zespołu planującego postępowanie lecznicze. Postępowanie to powinno uwzględniać zarówno aktualny stan wiedzy, jak też możliwości i doświadczenia ośrodka leczącego. Po-

wszechnie uznaje się, że kardiologiczne zabiegi interwencyjne u dzieci powinny być wykonywane w ośrodkach dysponujących odpowiednią aparaturą oraz wykwalifikowanym zespołem medycznym, z możliwością kardiochirurgicznego zabezpieczenia zabiegów.

Nadrzędnym celem jest jakość wykonywanych zabiegów. Jej sprawdzianem może być jedynie porównanie wyników własnych z uzyskanymi w innych wiodących ośrodkach kardiologii pediatricznej. Analiza porównawcza powinna dotyczyć zarówno liczby zabiegów, ich rodzajów, wyników, powikłań oraz czasu fluoroskopii. Konieczne jest także uwzględnienie danych dotyczących wskazań do zabiegów i stanu klinicznego pacjentów. Wyniki analizy danych powinny być podstawą planów pracy poszczególnych pracowni pediatricznej kardiologii inwazyjnej.

W 2005 r. Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego zatwierdził dokument przygotowany przez ekspertów Sekcji Kardiologii Inwazyjnej PTK, dotyczący warunków akredytacji pediatricznych pracowni kardiologii inwazyjnej (patrz rozdział 11.).

### 9.3.1. Personel medyczny

Pediatriczne pracownie kardiologii inwazyjnej powinny być kierowane przez kardiologa dziecięcego, przeszkolonego w zakresie samodzielnego wykonywania kardiologicznych zabiegów inwazyjnych (diagnostycznych i leczniczych) u pacjentów z wadami wrodzonymi serca w każdym wieku.

Kierownik pracowni jest odpowiedzialny za organizację pracy, szkolenie personelu lekarskiego i techniczno-pielęgniarskiego, zakres i poziom prowadzonych zabiegów, wprowadzanie nowych technik diagnostyczno-leczniczych, prowadzenie bazy danych umożliwiającej ocenę wyników bezpośrednich, powikłań, czasu fluoroskopii itp. Ze względu na różnorodność procedur wykonywanych u dzieci z wadami serca istotne jest odpowiednie, specjalistyczne szkolenie całego personelu pracowni (lekarze, pielęgniarki, technicy elektroradiologii).

Liczba personelu zatrudnionego w pracowni zależy od liczby wykonywanych procedur diagnostycznych i interwencyjnych, od zakresu zabiegów interwencyjnych oraz czasu pracy.

Przyjęte jest, że diagnostyczne cewnikowanie serca wymaga bezpośredniego zaangażowania lekarza – kardiologa inwazyjnego wykonującego zabieg, 4 osób personelu średniego, ewentualnie lekarza anestezjologa. Zabiegi interwencyjne wymagają bezpośredniego zaangażowania drugiego kardiologa inwazyjnego. Większość zabiegów powinna być wykonywana w znieczuleniu. Idealem jest stała obecność anestezjologa.

Kierownik pracowni odpowiada za obsadę poszczególnych zabiegów. Uznane jest, że jeden operator powinien wykonywać rocznie co najmniej 50 procedur interwencyjnych.

W rozdziale 11. znajdują się szczegółowe zasady szkolenia dziecięcego kardiologa inwazyjnego.

### 9.3.2. Wyposażenie aparaturowe

Spełnienie warunków aparaturowo-technicznych pracowni hemodynamicznych jest podstawą bezpiecznego wykonywania zabiegów interwencyjnych u dzieci z wrodzonymi wadami serca. W skład podstawowego wyposażenia pracowni wchodzi:

- 1) wysokiej jakości kardioangiograf umożliwiający uzyskanie obrazów o wysokiej rozdzielczości, stosowanie fluoroskopii pulsacyjnej, łatwe wykonywanie projekcji osiowych, rejestrację obrazu z możliwością bieżącego odtwarzania, opracowanie obrazu (wykonywanie pomiarów, obliczanie parametrów czynnościowych), archiwizację na trwałych nośnikach obrazu. W sytuacji idealnej wskazany jest system dwupłaszczyznowy (lepsza kontrola pozycji używanego sprzętu diagnostycznego i terapeutycznego, zmniejszenie ilości środka cieniującego, skrócenie czasu zabiegu), chociaż jako akceptowalne minimum uznawany jest jednopłaszczyznowy angiograf cyfrowy;
- 2) strzykawka automatyczna do wykonywania angiografii;
- 3) polifizjograf do pomiarów i rejestracji ciśnienia wewnątrzmacicznego i wewnątrzsercowego oraz dokonywania obliczeń hemodynamicznych z możliwością jednoczesnego zapisu co najmniej dwóch krzywych ciśnienia;
- 4) hemoksymetr;
- 5) aparat do znieczulania z możliwością monitorowania funkcji życiowych dziecka (elektrokardiografia, pomiary nieinwazyjne ciśnienia tętniczego, saturacji, temperatury, analiza ilościowa gazów wydychanych);
- 6) pełen zestaw specjalistycznego sprzętu medycznego służącego do wykonywania diagnostycznych i leczniczych cewnikowań serca, w tym sprzęt do usuwania ciał obcych z układu sercowo-naczyniowego. Sprzęt ten musi być fabrycznie przeznaczony do zastosowania u dzieci i swoją charakterystyką techniczną dostosowany do różnych patologii i indywidualnych parametrów fizycznych pacjentów;
- 7) defibrylator i stymulator do czasowej stymulacji zewnętrznej serca.

Do wszystkich angiografii u dzieci powinny być stosowane niejonowe środki cieniujące. Aparatura pra-

cowni musi być pod stałą, specjalistyczną kontrolą, podlegać regularnym przeglądom technicznym, modernizacji i wymianie w celu zapewnienia najwyższej jakości działania.

Ważne jest zapewnienie sterylności pomieszczenia pracowni, co ma szczególne znaczenie w zabiegach implantacji różnych zestawów do układu sercowo-naczyniowego.

W czasie wykonywania zabiegów interwencyjnych u dzieci powinna być możliwość wykonania badania echokardiograficznego, w tym badania przezprzetykowego (monitorowanie niektórych zabiegów oraz ich wyników, diagnostyka powikłań).

### 9.3.3. Wykorzystanie pracowni hemodynamicznych

Pracownie hemodynamiczne, w których przeprowadzane są interwencyjne zabiegi kardiologiczne, powinny być wykorzystywane do wszystkich typów zabiegów wykonywanych w wadach wrodzonych serca, z jednej strony – by zapewnić odpowiednią jakość zabiegów, z drugiej – zapewnić ekonomiczną opłacalność inwestycji. Na podstawie danych z literatury oraz analizy danych ogólnopolskich należy przyjąć, że utrzymanie bezpieczeństwa i efektywności pediatrycznej kardiologii inwazyjnej wymaga wykonywania minimum 150 zabiegów inwazyjnych rocznie, w tym 50 zabiegów interwencyjnych.

### 9.3.4. Uwagi końcowe

Wykonanie wszystkich zabiegów interwencyjnych u dzieci powinno być poprzedzone wyrażeniem pisemnej świadomej zgody na ich przeprowadzenie przez rodziców lub prawnych opiekunów dziecka, a w przypadku pacjenta powyżej 16. roku życia – również przez niego.

Ze względu na relatywnie małą populację dzieci z poszczególnymi typami wad wrodzonych serca wprowadzanie nowych technik w pediatrycznej kardiologii interwencyjnej opiera się na analizie wyników uzyskiwanych w renomowanych ośrodkach kardiologicznych, które w jednoznaczny sposób przedstawiają bezpieczeństwo i efektywność nowych technik. Decyzja o wprowadzeniu nowej metody terapeutycznej w danym ośrodku powinna być podjęta przez zespół kardiologiczno-kardiochirurgiczny, po uzyskaniu zgody miejscowej komisji etycznej.

### Piśmiennictwo

1. Allen HD, Beekman RH, Garson Jr. A, et al. Pediatric therapeutic cardiac catheterization: a statement for healthcare professionals from the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 1998; 97: 609-25.

2. Bashore TM, Bates ER, Berger PB, et al. American College of Cardiology/Society for Cardiac Angiography and Interventions Clinical Expert Consensus Document on cardiac catheterization laboratory standards. A report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 2170-214.
3. Benson L, Coe Y, Houde C, et al. Training standards for pediatric cardiac catheterization and interventional cardiology. Canadian Cardiovascular Society. *Can J Cardiol* 1998; 14: 907-10.
4. Brzezinska-Rajszyz G, Carminati M, Qureshi SA. The ideal configuration of the modern theatre for paediatric cardiac catheterisation: Recommendations of the Association for European Paediatric Cardiology. *Cardiol Young* 2003; 13: 582-4.
5. Guidelines for pediatric cardiovascular centers. Section on Cardiology and Cardiac Surgery; American Academy of Pediatrics. *Pediatrics* 2002; 109: 544-9.
6. American Academy of Pediatrics. Section on Cardiology: Guidelines for pediatric diagnostic and treatment centers. *Pediatrics* 1991; 87: 576-80.
7. Qureshi SA, Redington AN, Wren C, et al. Recommendations of the British Paediatric Cardiac Association for therapeutic cardiac catheterisation in congenital cardiac disease. *Cardiol Young* 2000; 10: 649-67.

## 9.4. Przezskórne zabiegi interwencyjne wykonywane u dzieci

### 9.4.1. Przezskórna atrioseptostomia

Wszystkie opisane poniżej sposoby wytworzenia lub poszerzenia anatomicznej komunikacji międzyprzedsionkowej są zabiegami paliatywnymi wykonywanymi jako etap poprzedzający działanie kardiochirurgiczne lub jako zabiegi o charakterze definitywnej paliacji, niekiedy poprzedzające przeszczep płuca.

#### 9.4.1.1. Zabieg atrioseptostomii balonowej (zabieg Rashkinda)

Zabieg atrioseptostomii balonowej wprowadzony w 1966 r. przez prof. Williama Rashkinda [1] jest zabiegiem ratującym życie noworodków z przełożeniem wielkich pni tętniczych [2] oraz z innymi wadami serca wymienionymi poniżej. Jego wykonanie powinno być możliwe przez całą dobę w każdej pracowni pediatrycznej kardiologii inwazyjnej. Zabieg atrioseptostomii balonowej spełnia rolę pomostu ułatwiającego w następnym etapie wykonanie operacji kardiochirurgicznej.

Atrioseptostomia balonowa polega na mechanicznym rozerwaniu przegrody międzyprzedsionkowej w miejscu zastawki otworu owalnego przez cewnik z balonikiem rozprężonym do średnicy ok. 1,5 cm. Cewnik ten jest wprowadzany od strony żyłnej, przez żyłę udową, pępowinową, a w przypadkach np. wrodzonego przerwania żyły głównej dolnej od strony żyły szyjnej.

Efekt zabiegu w postaci umożliwienia swobodnej komunikacji na poziomie przegrody międzyprzedsionkowej może być skontrolowany w badaniu hemodynamicznym lub echokardiograficznym. Badanie echokardiograficzne może być także wykorzystane do monitorowania zabiegu, co ze względu na trudne do przewidzenia warianty anatomiczne i zaburzenia położenia poszczególnych struktur serca jest szczególnie przydatne w złożonych wadach serca oraz w czasie wykonywania zabiegu na oddziale intensywnej terapii [3–5, 7]. Zabieg Rashkinda wykonywany w odpowiednich warunkach przez wykwalifikowany zespół jest obciążony niewielkim ryzykiem bezpośrednim. W ciągu wielu lat stosowania zabiegu Rashkinda w literaturze fachowej opisano różne powikłania ciężkie, zagrażające życiu noworodka (np. przebicie ściany serca, tamponada), średnio ciężkie, ale istotnie zmieniające plan postępowania (np. zakrzepica żylna, uszkodzenie ściany naczynia wymagające interwencji chirurgicznej), jak też techniczne, np. brak możliwości opróżnienia balonika czy jego pęknięcie [6, 8]. Wraz z rozwojem metody i wprowadzeniem cewników niskoprofilowych ryzyko powikłań zmniejszyło się w sposób istotny [9].

#### **9.4.1.2. Zabieg atrioseptomii metodą Parka (*blade atrial septostomy*)**

Zabieg atrioseptomii wykonywany za pomocą cewnika zaopatrzonego w ostrze (tzw. cewnik Parka) pierwszy raz opisano w literaturze w 1975 r. [10]. Powinien on być wykonany u pacjentów, u których nie ma możliwości przeprowadzenia efektywnego zabiegu atrioseptomii balonowej, np. z powodu istotnego pogrubienia przegrody międzyprzedsionkowej, u pacjentów z małym ubytkiem międzyprzedsionkowym lub bez takiego ubytku [11, 12]. Technika zabiegu polega na wprowadzeniu przez przegrodę międzyprzedsionkową (metodą transseptalną) do lewego przedsionka cewnika Parka ze złożonym ostrzem. Następnie pod kontrolą radiologiczną i echokardiograficzną ostrze jest otwierane w lewym przedsionku i w takiej pozycji cewnik jest stopniowo wycofany do prawego przedsionka. Wycofanie cewnika powoduje przecięcie przegrody międzyprzedsionkowej. Po kilkakrotnych przecięciach przegrody wykonuje się dodatkowo poszerzenie otworu cewnikiem balonowym. Opisano dużą efektywność zabiegu w różnych sytuacjach anatomiczno-hemodynamicznych [13–15]. U małych dzieci wymaga on wyjątkowej precyzji i dobrego monitorowania. Powikłania w postaci zatoru powietrznego, perforacji przedsionków czy braku możliwości złożenia ostrza stanowią potencjalne ryzyko tego zabiegu.

#### **9.4.1.3. Zabieg balonowej atrioseptomii statycznej (*static balloon atrial septostomy*)**

Dane doświadczalne, a następnie badania kliniczne [16–19] udowodniły efektywność i niskie ryzyko zabiegów poszerzenia komunikacji międzyprzedsionkowej poprzez umieszczenie cewników balonowych o dużej średnicy w przegrodzie międzyprzedsionkowej. Wypełnienie balonika powoduje mechaniczne poszerzenie komunikacji międzyprzedsionkami. To miejscowe, statyczne poszerzenie jest najczęściej dopełnieniem zabiegu atrioseptomii metodą Parka, jednak może być stosowane jako zabieg samodzielny.

#### **9.4.1.4. Powszechnie przyjęte wskazania do wykonania atrioseptomii**

- przełożenie wielkich tętnic (proste i złożone) z wykluczeniem grupy noworodków z nieznacznie obniżoną saturacją obwodową, dobrze reagujących na leczenie prostaglandyną E1, u których jest możliwe wykonanie korekcji anatomicznej w pierwszych dobach życia;
- całkowity nieprawidłowy spływ żył płucnych z restrykcyjnym ubytkiem międzyprzedsionkowym (jeśli są wskazania przed operacją wady);
- atrezja zastawki trójdzielnej z restrykcyjnym ubytkiem międzyprzedsionkowym;
- atrezja drogi odpływu prawej komory, w tym atrezja zastawki płucnej, bez ubytku międzykomorowego z restrykcyjnym ubytkiem międzyprzedsionkowym;
- złożone wady serca, w których zapewnienie swobodnej komunikacji międzyprzedsionkowej może ratować życie dziecka (np. złożone wady serca ze współistniejącym niedorozwojem jednej z komór czy z zarośnięciem jednej z zastawek przedsionkowo-komorowych).

#### **9.4.1.5. Szczególne wskazania do wykonania atrioseptomii**

- wybrane przypadki zespołu niedorozwoju lewego serca w celu częściowej redukcji gradientu międzyprzedsionkowego;
- pacjenci z utrwalonym nadciśnieniem płucnym i wysokim ciśnieniem prawoprzedsionkowym;
- pacjenci po wewnątrzsercowych modyfikacjach operacji typu Fontana z wysokim ciśnieniem w tętnicach płucnych i/lub zespołem utraty białka.

#### **Piśmiennictwo**

1. Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries. *JAMA* 1966; 196: 991-2.
2. Parsons CG, Astley R, Burrows FG, et al. Transposition of great arteries. A study of 65 infants followed for 1 to 4 years after balloon septostomy. *Br Heart J* 1971; 33: 725-31.

3. Allan LD, Leanage R, Wainwright R, et al. Balloon atrial septostomy under two dimensional echocardiographic control. *Br Heart J* 1982; 47: 41-3.
4. Ashfaq M, Houston AB, Gnanapragasam JP, et al. Balloon atrial septostomy under echocardiographic control: six years' experience and evaluation of the practicability of cannulation via the umbilical vein. *Br Heart J* 1991; 65: 148-51.
5. Bullaboy CA, Jennings RB Jr., Johnson DH. Bedside balloon atrial septostomy using echocardiographic monitoring. *Am J Cardiol* 1984; 53: 971.
6. Ellison RC, Plauth WH Jr., Gazzaniga AB, et al. Inability to deflate catheter balloon: a complication of balloon atrial septostomy. *J Pediatr* 1970; 76: 604-6.
7. Lin AE, Di Sessa TG, Williams RG. Balloon and blade atrial septostomy facilitated by two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1986; 57: 273-7.
8. Vogel JH. Balloon embolization during atrial septostomy. *Circulation* 1970; 42: 155-6.
9. Hijazi ZM, Abu Ata I, Kuhn MA, et al. Balloon atrial septostomy using a new low-profile balloon catheter: initial clinical results. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 40: 187-90.
10. Park SC, Zuberbuhler JR, Neches WH, et al. A new atrial septostomy technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1975; 1: 195-201.
11. Rao PS. Transcatheter blade atrial septostomy. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1984; 10: 335-42.
12. Perry SB, Lang P, Keane JF, et al. Creation and maintenance of an adequate interatrial communication in left atrioventricular valve atresia or stenosis. *Am J Cardiol* 1986; 58: 622-6.
13. Park SC, Neches WH, Mullins CE, et al. Blade atrial septostomy: collaborative study. *Circulation* 1982; 66: 258-66.
14. Ali Khan MA, Bricker JT, Mullins CE, et al. Blade atrial septostomy: experience with the first 50 procedures. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1991; 23: 257-62.
15. Rich S, Lam W. Atrial septostomy as palliative therapy for refractory primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 1983; 51: 1560-1.
16. Mitchell SE, Kan JS, Anderson JH, et al. Atrial septostomy: stationary angioplasty balloon technique. *Pediatr Res* 1986; 20: 173a. Abstract.
17. Shrivastava S, Radhakrishnan S, Dev V, et al. Balloon dilatation of atrial septum in complete transposition of great artery – a new technique. *Indian Heart J* 1987; 39: 298-300.
18. Rothman A, Beltran D, Kriett JM, et al. Graded balloon dilation atrial septostomy as a bridge to lung transplantation in pulmonary hypertension. *Am Heart J* 1993; 125: 1763-6.

#### 9.4.2. Przeszkórne zamykanie ubytków przegrody międzyprzedsionkowej

Ubytki przegrody międzyprzedsionkowej są jedną z najczęstszych wad serca. Leczenie chirurgiczne należy w dalszym ciągu uznać za standardowe, obciążone niską śmiertelnością i ryzykiem. Częstość występowania resztkowych przecieków w okresie długiej obserwacji pacjentów po leczeniu kardiochirurgicznym dochodzi do 7,8% [1]. Pierwszy opis przeszskórnego zamknię-

cia ubytku przegrody międzyprzedsionkowej (1976 r.) był zapowiedzią rozwoju zainteresowania tego typu zabiegami [2]. Wszystkie dotychczasowe opisy zamykania ubytków międzyprzedsionkowych dotyczą ubytków typu wtórnego, najczęściej położonych w miejscu otworu owalnego. Diagnostyczne dla podjęcia decyzji o przeszskórnym zamykaniu ubytku jest badanie echokardiograficzne [3, 13].

Istnieje kilka różnych zestawów do przeszskórnego zamykania ubytków międzyprzedsionkowych. Większość oparta jest na koncepcji dwóch przeciwstawnych parasolek o różnej konstrukcji. Ze względu na duże zestawy wprowadzające, skomplikowany system uwalniania i wysoki odsetek resztkowych przecieków po implantacji wiele zestawów nie weszło do praktyki klinicznej, kilka przechodzi w dalszym ciągu badania kliniczne i ulega stałym modyfikacjom [4–6, 12]. Coraz dłuższy okres obserwacji pacjentów po leczeniu przeszskórnym umożliwia dalszą ocenę wyników. W przypadku wprowadzanego dość szeroko we wczesnych latach 90. zestawu Clamshell (typ podwójnej parasolki) w okresie dłuższej obserwacji pacjentów wykazano wysoki, dochodzący do 42% odsetek zmian w zakresie implantu (defragmentacja metalowych ramion stelażu) oraz istotny (27–44%) odsetek resztkowych przecieków. Spowodowało to wycofanie zestawu z użycia [9]. Po wprowadzeniu istotnych zmian technicznych, szeroko do praktyki klinicznej wszedł nowy zestaw (Cardio-seal) oraz jego wersja samocentrująca Starflex [10, 11]. W 1997 r. wprowadzono nowy, samocentrujący zestaw Amplatzer Septal Occluder. Ze względu na wysoką skuteczność, możliwość stosowania w różnych formach ubytków anatomicznych oraz łatwość implantacji jest on aktualnie najczęściej stosowanym zestawem. Składa się z implantu oraz urządzenia wprowadzającego. Implant wykonany jest z nitinolowej siatki, która samistnie przybiera kształt dwóch dysków, połączonych przewężeniem (stentem), którego średnica powinna odpowiadać szerokości ubytku rozciągniętego cewnikiem balonowym. Implant jest dobierany indywidualnie dla każdego ubytku. Urządzenie wprowadzające jest połączone z implantem prostym mechanizmem wkrętowym, co ułatwia kontrolę zabiegu i umożliwia wycofanie implantu oraz jego repozycję. Zabieg polega na umieszczeniu implantu w ubytku z dojścia najczęściej od żyły udowej. Po skontrolowaniu położenia implantu w przezprzełykowym badaniu echokardiograficznym, jego relacji do otaczających struktur (żyły płucne, żyły systemowe, zastawki przedsionkowo-komorowe, zatoka wieńcowa) oraz wykluczeniu przecieku, implant jest uwalniany poprzez odkręcenie go od zestawu wprowadzającego. We wprowadzonym do praktyki klinicznej w 1999 r. zestawie Helix wykorzy-

stano nową koncepcję przezskórnego zamykania ubytków przegrody międzyprzedsionkowej. Implant zbudowany jest z drutu nitinolowego, na który naszyta jest łąta politetrafluoroetylenowa. Możliwość prostego usunięcia implantu nawet po uwolnieniu go od zestawu wprowadzającego, jego niski profil, niewielka zawartość metalu oraz dobre przyleganie do ściany przegrody stanowią interesujące cechy.

Nie ma aktualnie kryteriów wskazujących jednoznacznie na wyższość jednych zestawów nad innymi w stosunku do różnych typów ubytków, dlatego o wyborze metody interwencyjnej decyduje znajomość wskazań, technik wykonywania poszczególnych zabiegów, ograniczeń zestawów oraz indywidualne preferencje operatora. Dostępność różnych zestawów do przezskórnego zamykania ubytków przegrody międzyprzedsionkowej (np. Amplatzer, Cardioseal, Starflex, Helex) jest w pełni uzasadniona. Zabieg przezskórnego zamknięcia ubytku przegrody międzyprzedsionkowej bez względu na stosowaną metodę wykonywany jest standardowo pod kontrolą echokardiograficzną (badanie przezprzełykowe), najczęściej w czasie ogólnego znieczulenia pacjenta. Monitorowanie zabiegu przy wykorzystaniu echokardiografii wewnątrzsercowej umożliwia stosowanie jedynie znieczulenia miejscowego. Dotychczasowe doświadczenia kliniczne przemawiają za wysoką skutecznością i niskim ryzykiem przezskórnego zamykania ubytku przegrody międzyprzedsionkowej. Całkowite zamknięcie przecieku w rok po zabiegu stwierdzono w grupie od 92,5 do 100% pacjentów [12–14, 17–22]. Na podstawie obserwacji średnioterminowych udokumentowano mniejszą liczbę powikłań u dzieci po przezskórnym zamknięciu ubytku przegrody międzyprzedsionkowej w stosunku do dzieci leczonych chirurgicznie [23].

#### **9.4.2.1. Powszechnie przyjęte wskazania do przezskórnego zamknięcia ubytku przegrody międzyprzedsionkowej**

Pojedyncze ubytki przegrody międzyprzedsionkowej o wielkości nieprzekraczającej 38 mm (pomiar ubytku rozciągniętego), zlokalizowane w centralnej części przegrody, z obecnością brzegów ubytku wielkości co najmniej 5 mm (wyjątek stanowi brzeg przednio-górny, tzw. aortalny, którego szerokość poniżej 5 mm, a nawet jego brak nie stanowią przeciwwskazania do zabiegu) w następujących grupach pacjentów:

– pacjenci z ubytkiem przegrody międzyprzedsionkowej typu wtórnego lub z drożnością zastawki otworu owalnego z towarzyszącymi neurologicznymi objawami wtórnymi do prawo-lewego przecieku (zator mózgowy lub objawy przejściowego niedotlenienia mózgu);

- pacjenci z izolowanym ubytkiem przegrody międzyprzedsionkowej ze współistniejącymi schorzeniami pozakardiologicznymi, które istotnie zwiększają ryzyko leczenia chirurgicznego i pooperacyjnego;
- pacjenci po operacjach typu Fontana z chirurgicznymi fenestracjami (przed zabiegiem konieczne jest przeprowadzenie próby hemodynamicznej w czasie czasowego zamknięcia fenestracji cewnikiem balonowym);
- wybrani pacjenci z prawo-lewym przeciekiem międzyprzedsionkowym i sinicą (przed zabiegiem konieczne jest przeprowadzenie próby hemodynamicznej w czasie czasowego zamknięcia ubytku cewnikiem balonowym);
- pacjenci z ubytkiem przegrody międzyprzedsionkowej typu wtórnego, którzy wybrali metodę interwencyjnego zamknięcia ubytku.

#### **9.4.2.2. Szczególne wskazania do przezskórnego zamknięcia ubytku przegrody międzyprzedsionkowej**

- mnogie ubytki przegrody międzyprzedsionkowej możliwe do zamknięcia jednym implantem;
- ubytki przegrody międzyprzedsionkowej u nurków głębinowych z neurologicznymi objawami choroby dekompresyjnej;
- mnogie ubytki przegrody międzyprzedsionkowej wymagające użycia kilku implantów.

#### **9.4.2.3. Przeciwwskazania do przezskórnego zamknięcia ubytku przegrody międzyprzedsionkowej**

- ubytki przegrody międzyprzedsionkowej typu zatoki żyłnej;
- ubytki przegrody międzyprzedsionkowej typu pierwotnego;
- ubytki przegrody międzyprzedsionkowej zatoki wieńcowej;
- ubytki przegrody międzyprzedsionkowej wtórne, towarzyszące innym wadom wrodzonym serca wymagającym leczenia chirurgicznego.

#### **Piśmiennictwo**

1. Galal MO, Wobst A, Halees Z, et al. Peri-operative complications following surgical closure of atrial septal defect type II in 232 patients – a baseline study. *Eur Heart J* 1994; 15: 1381-4.
2. King TD, Thompson SL, Steiner C, et al. Secundum atrial septal defect. Nonoperative closure during cardiac catheterization. *JAMA* 1976; 235: 2506-9.
3. Rosenfeld HM, van der Velde ME, Sanders SP, et al. Echocardiographic predictors of candidacy for successful transcatheter atrial septal defect closure. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 34: 29-34.

4. Rao PS, Sideris EB, Hausdorf G, et al. International experience with secundum atrial septal defect occlusion by the buttoned device. *Am Heart J* 1994; 128: 1022-35.
5. Sievert H, Babic UU, Ensslen R, et al. Transcatheter closure of large atrial septal defects with the Babic system. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 36: 232-40.
6. Hausdorf G, Schneider M, Franzbach B, et al. Transcatheter closure of secundum atrial septal defects with the atrial septal defect occlusion system (ASDOS): initial experience in children. *Heart* 1996; 75: 83-8.
7. Hellenbrand WE, Fahey JT, McGowan FX, et al. Transesophageal echocardiographic guidance of transcatheter closure of atrial septal defect. *Am J Cardiol* 1990; 66: 207-13.
8. Zahn EM, Hellenbrand WE, Latson LA. Transcatheter closure of secundum ASD's with the Cardio SEAL Septal Occlusion System: early results of the North America Trial. *Circulation* 1997; 96 (suppl.) I-568.
9. Justo RN, Nykanen DG, Boutin C, et al. Clinical impact of transcatheter closure of secundum atrial septal defects with the double umbrella device. *Am J Cardiol* 1996; 77: 889-92.
10. Kaulitz R, Paul T, Hausdorf G. Extending the limits of transcatheter closure of atrial septal defects with the double umbrella device (CardioSEAL). *Heart* 1998; 80: 54-9.
11. Hausdorf G, Kaulitz R, Paul T, et al. Transcatheter closure of atrial septal defect with a new flexible, self-centering device (the STARFlex Occluder). *Am J Cardiol* 1999; 84: 1113-6.
12. Masura J, Gavora P, Holan M. Initial clinical results with the Amplatzer atrial septal occluder. *Eur Heart J* 1997; 18 (suppl. 78).
13. Chan KY, Yip WC, Godman MJ. Transcatheter occlusion of atrial septal defects: an initial experience with the Amplatzer septal occluder. *J Paediatr Child Health* 1998; 34: 369-73.
14. Wilkinson JL, Goh TH. Early clinical experience with use of the „Amplatzer Septal Occluder” device for atrial septal defect. *Cardiol Young* 1998; 8: 295-302.
15. Formigari R, Santoro G, Rossetti L, et al. Comparison of three different atrial septal defect occlusion devices. *Am J Cardiol* 1998; 82: 690-2.
16. Rao PS, Langhough R, Beekman RH, et al. Echocardiographic estimation of balloon-stretched diameter of secundum atrial septal defect for transcatheter occlusion. *Am Heart J* 1992; 124: 172-5.
17. Tofeig M, Walsh KP, Chan C, et al. Occlusion of Fontan fenestrations using the Amplatzer septal occluder. *Heart* 1998; 79: 368-70.
18. Thanopoulos BD, Laskari CV, Tsaousis GS, et al. Closure of atrial septal defects with the Amplatzer occlusion device: preliminary results. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1110-6.
19. Szkutnik M, Białkowski J, Gavora P, et al. Przeznaczyniowe zamykanie ubytków w przegrodzie międzyprzedsionkowej metodą implantacji „Amplatzer Septal Occluder”. *Kardiologia Pol* 1998; 49: 216-21.
20. Demkow M. Nieoperacyjne zamykanie ubytków międzyprzedsionkowych typu drugiego u dorosłych przy pomocy zapinki Amplatza. Rozprawa habilitacyjna. *Instytut Kardiologii, Warszawa* 2001.
21. Butera G, De Rosa G, Chessa M, et al. Transcatheter closure of atrial septal defect in young children: results and follow-up. *J Am Coll Cardiol* 2003; 42: 241-5.
22. Szkutnik M. Ocena wyników nieoperacyjnego zamykania nieprawidłowych połączeń wewnątrz- i pozasercowych. Rozprawa habilitacyjna. *Śląska Akademia Medyczna w Katowicach, Katowice* 2004.
23. Białkowski J, Karwot B, Szkutnik M, et al. Closure of atrial septal defects in children: surgery versus Amplatzer device implantation. *Tex Heart Inst J* 2004; 31: 220-3.

### 9.4.3. Przeszkórne zamykanie wrodzonego ubytku przegrody międzykomorowej

Ze względu na ograniczoną grupę dzieci leczonych metodą przeszskórnego zamknięcia ubytków przegrody międzykomorowej oraz stosunkowo krótki okres ich obserwacji, interwencyjne zamykanie ubytków przegrody międzykomorowej obecnie nie może być zakwalifikowane do grupy zabiegów wykonywanych standardowo. Na podstawie opublikowanych doświadczeń można uznać, że wrodzone ubytki mięśniowe, zlokalizowane w części koniuszkowej oraz centralnej przegrody międzykomorowej mogą być skutecznie zamknięte metodami przeszskórnymi przy użyciu różnych zestawów. W wybranych sytuacjach trudno dostępne chirurgicznie ubytki przegrody międzykomorowej (mnogie ubytki w koniuszkowej lub beleczkowej części przegrody przede wszystkim u niemowląt) mogą być zamknięte zestawami interwencyjnymi śródoperacyjnie. Wprowadzenie zestawu bezpośrednio przez ścianę prawej komory jest jednym z coraz częściej wykonywanych zabiegów hybrydowych u dzieci, umożliwiającym uniknięcie krążenia zewnątrzustrojowego. Wprowadzanie nowych implantów przystosowanych do specyfiki anatomicznej różnego typu ubytków międzykomorowych, w tym ubytków okołobłoniastych, umożliwia stałe poszerzanie wskazań i bieżące gromadzenie doświadczeń [1–10]. Zabiegi przeszskórnego zamykania ubytków przegrody międzykomorowej u dzieci wymagają dużego doświadczenia zespołu interwencyjnego.

### Piśmiennictwo

1. O'Laughlin MP, Mullins CE. Transcatheter occlusion of ventricular septal defect. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989; 17: 175-9.
2. Bridges ND, Perry SB, Keane JF, et al. Preoperative transcatheter closure of congenital muscular ventricular septal defects. *N Engl J Med* 1991; 324: 1312-7.
3. Rigby ML, Heinsdijk M, Redington AN, et al. Medium term follow-up after transcatheter umbrella closure of perimembranous ventricular septal defect (VSD). *J Am Coll Cardiol* 1996; 27 (suppl. A): 119A. Abstract.
4. Fishberger SB, Bridges ND, Keane JF, et al. Intraoperative device closure of ventricular septal defects. *Circulation* 1993; 88: II205-9.
5. Perry SB, Keane JF, Lock JE. Pediatric interventions, Cardiac Catheterization, Angiography and Intervention. *Lea & Febiger* 1991; 534-54.

6. Allen HD, Beekman RH 3rd, Garson A, et al. Pediatric therapeutic cardiac catheterization: a statement for healthcare professionals from the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 1998; 97: 609-25.
7. Hijazi ZM. Transcatheter closure of ventricular septal defects: are we there yet? *Catheter Cardiovasc Interv* 1999; 46: 49-50.
8. Marshalland AC, Lang P. Closing ventricular septal defects in the cardiac catheterization laboratory. *Heart Dis* 2002; 4: 51-3.
9. Hijazi ZM, Hakim F, Haweleh AA, et al. Catheter closure of perimembranous ventricular septal defects using the new Amplatzer membranous VSD occluder: initial clinical experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002; 56: 508-15.
10. Bacha EA, Hijazi ZM, Cao QL, et al. New therapeutic avenues with hybrid pediatric cardiac surgery. *Heart Surg Forum* 2004; 7: 33-40.

#### 9.4.4. Przeszkórne zamykanie nieprawidłowych połączeń naczyniowych

Wprowadzona w latach 70. [1] przeszkórna embolizacja nieprawidłowych naczyń i połączeń naczyniowych znalazła stałe miejsce w procesie leczenia dzieci z różnymi wadami serca i naczyń.

Wśród wielu używanych materiałów embolizacyjnych najczęściej stosowane są sprężynki wewnątrz-naczyniowe (*coils*). Wykonane są zazwyczaj z nierdzewnej stali lub platyny. Mogą dodatkowo posiadać dakronowe włókienka przyspieszające wykrzepianie. Produkowane w bardzo szerokim asortymencie długości, średnicy skrętu oraz ostatecznego kształtu pozwalają na precyzyjne dobranie do naczyń o różnej anatomii. Dostępne sprężynki z kontrolowanym mechanizmem uwalniania umożliwiają precyzyjne umieszczenie sprężynki, jej repozycję oraz ewentualne usunięcie. Zabieg polega na wprowadzeniu sprężynki lub kilku sprężynek do nieprawidłowego naczynia przez ustawiony w nim cewnik. Wielkość sprężynki powinna być o ok. 30% większa od średnicy zamykanego naczynia tętniczego, natomiast ok. 2-krotnie większa w przypadku naczyń żylnych. Metoda jest skuteczna i stanowi ostateczne leczenie w wymienionych we wskazaniach sytuacjach anatomicznych [2–7]. W wypadku istotnego resztkowego przecieku należy uzupełnić embolizację poprzez implantację dodatkowych sprężynek. Angiografia wykonana 5–10 min po zabiegu powinna dokumentować brak przecieku. Powikłania związane z nieprawidłowym umieszczeniem sprężynek czy niepełnym zamknięciem przecieku są zazwyczaj wtórne w stosunku do problemów technicznych. Niektórzy pacjenci wymagają użycia nawet kilkunastu sprężynek różnej wielkości i typu. Zabezpieczenie materiałowe jest jednoznacznym warunkiem powodzenia tych zabiegów. Do

zamykania dużych połączeń naczyniowych należy użyć zestawów do zamykania przewodu tętniczego, dostępnych od niedawna zatyczek naczyniowych (*Amplatzer Vascular Plug*) lub zestawów do zamykania przecieków wewnątrzsercowych.

W przypadku współistnienia nieprawidłowych połączeń naczyniowych (kolaterale aortalno-płucne, przetrwały przewód tętniczy, przetoki naczyniowe, zespolenia chirurgiczne) z wadami wrodzonymi serca, decyzja dotycząca interwencyjnego zamknięcia powinna wynikać z analizy poszczególnych pacjentów.

##### 9.4.4.1. Przeszkórne zamykanie przetrwałego przewodu tętniczego

Ze względu na podwyższone ryzyko infekcyjnego zapalenia wsierdza oraz nasilanie się zaburzeń hemodynamicznych i zmian degeneracyjnych w ścianie przewodu w późniejszym okresie życia, rozpoznanie przetrwałego przewodu tętniczego (*patent ductus arteriosus*, PDA) uznawane jest za wskazanie do zamknięcia. Przeszkórne zamykanie PDA po raz pierwszy opisał Porstmann w 1967 r. [8]. Od tego czasu wiele różnych zestawów, umożliwiających niechirurgiczne zamknięcie przewodu pojawiło się w praktyce kardiologicznej, jednak szeroko stosowana była jedynie tzw. podwójna parasolka [10–11]. Opisywane przez wielu autorów różne techniki przeszkórnego zamykania PDA nie były w pełni skuteczne, pozostawiały przeciek przez przewód w 3–38% przypadków, w zależności od stosowanej metody. Ponadto część ze stosowanych technik wymagała użycia dużych rozmiarów koszulek naczyniowych, wykluczając automatycznie ich stosowanie u dzieci [7–10, 12–14]. Dopiero prace pochodzące z początku lat 90. przedstawiły całkowite zamknięcie przewodów tętnicznych o średnicy nawet do 7 mm przy użyciu sprężynek wewnątrz-naczyniowych wymagających koszulek wielkości 4F lub 5F. Zmieniło to postępowanie u dzieci z rozpoznaniem przetrwałego przewodu tętniczego w wielu ośrodkach [15, 16, 19]. Wprowadzenie w 1994 r. kontrolowane odczepialnych sprężynek stworzyło dodatkowe zabezpieczenie przed ich nieprawidłowym umieszczeniem [17, 18, 20–22]. Wskazaniem do zamknięcia sprężynkami wewnątrz-naczyniowymi są przetrwałe przewody tętnicze o średnicy poniżej 2,5–3 mm w pomiarze angiograficznym oraz przecieki po chirurgicznym i interwencyjnym zamykaniu przewodu. W przypadku większych przewodów tętnicznych oraz przewodów o dużej podatności ściany istnieje możliwość jednoczesnego zastosowania kilku sprężynek lub użycia zestawu do zamykania PDA (*Amplatzer Duct Occluder*) [23, 24]. W nietypowych sytuacjach anatomicznych zasadne

jest zamknięcie PDA zestawem do zamykania ubytków przegrody międzyprzedsionkowej lub ubytków przegrody międzykomorowej. W większości ośrodków kardiologii dziecięcej jedynie przewody tętnicze u wcześniaków i noworodków zamykane są chirurgicznie.

Zabieg przeszskórnego zamknięcia przetrwałego przewodu tętniczego sprężynką wewnątrznacyniową polega na umieszczeniu w świetle przewodu sprężynki o średnicy co najmniej 2-krotnie większej od średnicy największego miejsca przewodu. Najczęściej stosowana jest droga odtętnicza (tętnica udowa). Za dobry efekt bezpośredni zabiegu uznaje się brak przecieku przez przewód tętniczy w kontrolnej aortografii wykonanej ok. 10 min po zabiegu. Resztkowy przeciek rejestrowany w badaniu dopplerowskim ustępuje najczęściej w ciągu 1. doby, chociaż udokumentowane jest ustąpienie przecieku nawet w 12 mies. po zabiegu. Powikłaniami metody mogą być przemieszczenie sprężynki do tętnic płucnych lub aorty (konieczne wyciągnięcie jej pętlą naczyniową w trakcie tego samego zabiegu), utrudnienie przepływu w lewej tętnicy płucnej lub aorcie przez wpuklenie się sprężynki do ich światła, hemoliza zależna od resztkowego przecieku. Większość powikłań ma charakter techniczny i jest możliwa do uniknięcia. Przeszkórne zamykanie dużych PDA (średnica w największym miejscu powyżej 2,5–3 mm) za pomocą zestawów typu *Amplatzer Duct Occluder* [25] jest najczęściej przeprowadzane od strony żyłnej (standardowo żyła udowa) przez długą koszulkę naczyniową umieszczoną w przewodzie. Manewry koszulką wewnątrznacyniową i zestawem zamykającym doprowadzają do umieszczenia implantu w świetle przewodu. Po kontrolnej aortografii potwierdzającej prawidłowe ustawienie implantu następuje jego odłączenie od systemu wprowadzającego.

#### **9.4.4.2. Powszechnie przyjęte wskazania do przeszskórnego zamknięcia nieprawidłowych naczyń i połączeń naczyniowych**

- kolaterale aortalno-płucne stanowiące drugie źródło ukrwienia płuc, ale niebędące jego głównym zaopatrzeniem;
- przetrwały przewód tętniczy;
- resztkowe przecieki po leczonym chirurgicznie lub interwencyjnie przewodzie tętniczym;
- chirurgiczne zespolenia systemowo-płucne;
- płucne przetoki tętniczo-żyłne;
- nieprawidłowe żyłno-żyłne połączenia systemowo-płucne (po operacjach Glana i Fontana);
- przetoki wieńcowe.

#### **9.4.4.3. Przeciwwskazania do przeszskórnego zamknięcia nieprawidłowych naczyń i połączeń naczyniowych**

- kolaterale aortalno-płucne stanowiące jedyne zaopatrzenie płuc;
- przewód tętniczy w wadach przewodozależnych;
- przewód tętniczy u pacjentów z utrwalonym nadciśnieniem płucnym.

#### **Piśmiennictwo**

1. Gianturco C, Anderson JH, Wallace S. Mechanical devices for arterial occlusion. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1975; 124: 428-35.
2. Vairo U, Ballerini L, di Carlo D, et al. Pasquini L, Di Donato R. Coil embolization of aortopulmonary collateral arteries as an emergency in infants and children. *Cardiol Young* 1993; 3: 141-3.
3. McElhinney DB, Reddy M, Hanley FL, et al. Systemic venous collateral channels causing desaturation after bidirectional cavopulmonary anastomosis: evaluation and management. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 817-24.
4. Fuhrman BP, Bass JL, Castaneda-Zuniga W, et al. Coil embolization of congenital thoracic vascular anomalies in infants and children. *Circulation* 1984; 70: 285-9.
5. Perry SB, Radtke W, Fellows KE, et al. Coil embolization to occlude aortopulmonary collateral vessels and shunts in patients with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 100-8.
6. Gamillscheg A, Beitzke A, Stein JJ, et al. Transcatheter coil occlusion of residual interatrial communications after Fontan procedure. *Heart* 1998; 80: 49-53.
7. Książek J. Przenaczyniowe, interwencyjne zabiegi kardiologiczne u dzieci powyżej 3. roku życia – ocena skuteczności i przydatności. Rozprawa habilitacyjna. Pracownia Cewnikowania Serca i Angiografii, Zakład Diagnostyki Obrazowej, Instytut – Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka, Warszawa 1999.
8. Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Derverschluss des Ductus arteriosus persistens ohne Thorakotomie (1 Mitteilung). *Thoraxchirurgie* 1967; 15: 199-203.
9. Porstmann W, Wierny L, Warnke H, et al. Catheter closure of patent ductus arteriosus. 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971; 9: 203-18.
10. Latson LA, Hofschire PJ, Kugler JD, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus in pediatric patients. *J Pediatr* 1989; 115: 549-53.
11. Hosking MC, Benson LN, Musewe N, et al. Transcatheter occlusion of the persistently patent ductus arteriosus. Forty-month follow-up and prevalence of residual shunting. *Circulation* 1991; 84: 2313-7.
12. Rao PS, Sideris EB, Haddad J, et al. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with adjustable buttoned device. Initial clinical experience. *Circulation* 1993; 88: 1119-26.
13. Verin VE, Saveliev SV, Kolody SM, et al. Results of transcatheter closure of the patent ductus arteriosus with the Botallooccluder. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1509-14.
14. Grifka RG, Mullins CE, Vincent JE, et al. Initial clinical experience using the Gianturco-Grifka vascular occlusion device for

- congenital heart defects. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27 (suppl. A): 119A. Abstract.
15. Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, et al. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation* 1993; 88: 1412-20.
  16. Galal O, de Moor M, al-Fadley F, et al. Transcatheter closure of the patent ductus arteriosus: comparison between the Rashkind occluder device and the antegrade Gianturco coils technique. *Am Heart J* 1996; 131: 368-73.
  17. Celiker A, Baillgairc A, Alehan D, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus using controlled-release coils. *Acta Paediatr Jpn* 1996; 38: 500-5.
  18. Rao PS. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus: which method to use and which ductus to close. *Am Heart J* 1996; 132: 905-9.
  19. Hijazi ZM, Geggel RL, al-Fadley F. Transcatheter closure of residual patent ductus arteriosus shunting after the Rashkind occluder device using single or multiple Gianturco coils. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 36: 255-8.
  20. Brzezińska-Rajszyś G, Książyk J, Zubrzycka M, et al. Przeszkórne zamykanie przetrwałego przewodu tętniczego odciepialnymi sprężynkami wewnątrznaczyniowymi. Doświadczenia własne. *Kardiologia Pol* 1997; 47: 217-22.
  21. Lloyd TR, Beekman RH, Moore JW. The PDA coil registry: report of the first 535 procedures. *Circulation* 1995; 92 (suppl.): I-380.
  22. Chojnicki M. Nieoperacyjne zamykanie przetrwałego przewodu tętniczego zestawem „Jackson coil” i „PDA coil” firmy Cook. *Praca doktorska*. Gdańsk 1998.
  23. Masura J, Walsh KP, Thanopoulous B, et al. Catheter closure of moderate- to large-sized patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: immediate and short-term results. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 878-82.
  24. Ebeid MR, Masura J, Hijazi ZM. Early experience with the Amplatzer ductal occluder for closure of the persistently patent ductus arteriosus. *J Interv Cardiol* 2001; 14: 33-6.
  25. Godart F, Rey C, Devos P, et al. Transcatheter occlusion of moderate to large patent arterial ducts, having a diameter above 2.5 mm, with the Amplatzer Duct Occluder. Comparisons with the Rashkind, buttoned devices, and coils in 116 consecutive patients. *Cardiol Young* 2003; 13: 413-9.

#### 9.4.5. Przeszkórna walwuloplastyka balonowa

Kilkunastoletnie doświadczenie z klinicznym wykorzystaniem technik interwencyjnych do leczenia pacjentów z wadami zastawkowymi jest podstawą powszechnie obowiązującego protokołu leczniczego w tych sytuacjach.

##### 9.4.5.1. Balonowa plastyka zastawki płucnej

W 1979 r. Semb i wsp. ogłosili pierwszą pracę o możliwości balonowego poszerzenia zastawki pnia płucnego [1], a w 1982 r. Kan i wsp. po raz pierwszy opisali przeszkórna plastykę balonową izolowanego zwężenia zastawki pnia płucnego [2]. W następnych

latach pojawiły się doniesienia na temat skuteczności tej metody leczniczej [3–8]. Przeszkórna walwuloplastyka balonowa jest od wielu lat uznana za metodę z wyboru w leczeniu izolowanego zwężenia zastawki pnia płucnego [8–11]. Wskazaniem do leczenia u dzieci z prawidłowym rzutem serca jest gradient ciśnienia skurczowego między prawą komorą a pniem płucnym wyższy od 40–50 mmHg. Jeżeli objawy kliniczne, badania nieinwazyjne oraz obraz angiografii prawokomorowej wskazują na izolowane zwężenie zastawki płucnej, do zabiegu kwalifikowani są również pacjenci z gradientem poniżej 40 mmHg [10]. Zabieg wykonywany jest najczęściej z dostępu od żyły udowej. Średnica balonu powinna być 1,2–1,5 razy większa od średnicy pierścienia płucnego (pomiar angiograficzny) [12, 13]. U dzieci z prawidłową szerokością pierścienia płucnego i średniego stopnia zwężeniem (ciśnienie skurczowe w komorze prawej nie przewyższa skurczowego ciśnienia systemowego), wynik bezpośredni po zabiegu i wyniki dalszych obserwacji są bardzo dobre [10–14]. U chorych z ciężkim zwężeniem zastawki płucnej (ciśnienie skurczowe w prawej komorze przewyższa skurczowe ciśnienie systemowe), bezpośrednio po zabiegu może pojawić się zwężenie w drodze odpływu prawej komory, które najczęściej ustępuje samoistnie w ciągu 1. roku po wykonanym zabiegu. W przypadku objawowego zwężenia drogi odpływu może być konieczne czasowe stosowanie propranololu [15]. Osobny problem stanowią chorzy z dysplastyczną zastawką płucną, u których wyniki balonowej walwuloplastyki nie są w pełni zadawalające [16]. Walwuloplastyka pozwala jednak u większości tych pacjentów odłożyć termin zabiegu kardiochirurgicznego [17–18], co może być istotne u noworodków i niemowląt.

Krytyczne zwężenie zastawki płucnej u noworodków jest siniczą, przewodozależną wadą serca. Przyczyną sinicy jest przeciek prawo-lewy na poziomie przegrody międzyprzedsionkowej (fizjologicznie drożna zastawka otworu owalnego) wynikający z obniżonej podatności ściany prawej komory oraz często współistniejącej niedomykalności zastawki trójdziennej. Zazwyczaj mała, przerośnięta prawa komora, śladowo drożna zastawka płucna, niedomykalność zastawki trójdziennej stanowią typowy obraz krytycznego zwężenia zastawki pnia płucnego noworodków. Z tego powodu przeszkórna plastyka balonowa zastawki płucnej u tych dzieci wymaga szczególnie doświadczonego zespołu medycznego, dostępności pełnego asortymentu pediatrycznych cewników, przewodników oraz stosowania technicznych modyfikacji zabiegu (np. wykorzystania przewodu tętniczego dla utrzymania przewodnika w stabilnej pozycji w trakcie wykonywania plastyki). Pomiar gradientu ciśnienia skurczowego przez zwężo-

ną zastawkę nie informuje jednoznacznie o stopniu zaburzeń hemodynamicznych u noworodków z szeroko otwartym przewodem tętniczym, niedomykalnością zastawki trójdziałnej, a także u tych ze współistniejącym zwężeniem drogi odpływu prawej komory. Dlatego w tej grupie dzieci we wskazaniach do wykonania plastyki wartość gradientu przez zastawkę płucną nie ma znaczenia decydującego, ale raczej informuje o stanie hemodynamicznym i stopniu zaburzenia funkcji skurczowej i rozkurczowej prawej komory. Także z tych powodów ocena bezpośrednia i wczesna efektu walwuloplastyki u noworodków musi uwzględniać przede wszystkim stan kliniczny, obraz anatomiczny zastawki oceniany bezpośrednio po zabiegu w badaniu angiograficznym, jak też w kontrolnych badaniach echokardiograficznych. Dopiero po zamknięciu się przewodu tętniczego dopplerowskie pomiary prędkości przepływu w pniu płucnym wykonywane w kilkumiesięcznych odstępach czasu są wykładnikiem skuteczności zabiegu. W niektórych przypadkach zależny od zmniejszonej podatności prawej komory przeciek prawo-lewy przez otwór owalny może się utrzymywać nawet kilka tygodni po skutecznej walwuloplastyce. Nawrót zwężenia może wystąpić u ok. 20% noworodków, co jest wskazaniem do wykonania powtórnie zabiegu przeszskórnego poszerzenia [38, 39].

Powikłania po walwuloplastyce płucnej (zmiany zakrzepowe żyły udowej i biodrowej, przebiecie drogi odpływu komory prawej) występują głównie u noworodków i niemowląt w ciężkim stanie ogólnym [19]. Metodę uznano za bezpieczną. Opisywany odsetek powikłań wynosi 0,6%, śmiertelność 0,2% [9].

Balonową walwuloplastykę zastawki pnia płucnego wykonuje się również u pacjentów z zespołem Fallota, jeśli warunki anatomiczne (hipoplazja pierścienia płucnego, hipoplazja tętnic płucnych, mnogie zwężenia tętnic płucnych) lub stan ogólny pacjenta uniemożliwiają chirurgiczną korekcję wady i planowane jest zespolenie systemowo-płucne. U większości pacjentów bezpośrednio po walwuloplastyce zmniejsza się sinica, a w pewnej grupie walwuloplastyka może stymulować rozwój pierścienia płucnego i/lub tętnic płucnych [20, 21]. Szczególną grupę stanowią dzieci z zespołem Fallota i skrajną hipoplazją tętniczego łożyska płucnego, u których walwuloplastyka płucna połączona z angioplastyką tętnic płucnych jest pierwszym etapem leczenia.

Balonową walwuloplastykę zastawki pnia płucnego można również wykonywać w innych złożonych sinicznych wadach wrodzonych serca z towarzyszącym zwężeniem zastawkowym pnia płucnego, w których takie postępowanie poprawia rokowanie, w tym ogranicza zakres zabiegu operacyjnego [22].

#### 9.4.5.2. Balonowa plastyka zastawki aortalnej

W 1984 r. Lababidi i wsp. opisali po raz pierwszy balonową walwuloplastykę aortalną u dzieci [23]. Potwierdzona w następnych latach skuteczność metody [24–30] spowodowała, że jest ona stosowana alternatywnie w stosunku do leczenia chirurgicznego wrodzonego zwężenia zastawki aortalnej [31, 32]. Wskazania do wykonania zabiegu przeznaczyńowego pokrywają się ze wskazaniami do leczenia chirurgicznego. Podstawowym wskazaniem jest potwierdzone echokardiograficznie zwężenie zastawki aortalnej, powodujące przyspieszenie prędkości przepływu krwi powyżej 4 m/s w badaniu dopplerowskim [33]. Istotne dla decyzji o zabiegu są także towarzyszące objawy kliniczne (omdlenia, bóle zamostkowe) oraz zaburzenia rytmu serca i zmiany odcinka ST-T w zapisie elektrokardiograficznym. Wskazaniem do walwuloplastyki u pacjentów z prawidłowym rzutem serca jest mierzony inwazyjnie gradient ciśnienia skurczowego między lewą komorą a aortą  $\geq 50$  mmHg. Do zabiegu mogą być kwalifikowani pacjenci z bezpośrednim gradientem skurczowym  $< 50$  mmHg, w przypadkach obniżonego rzutu serca (decyzja na podstawie całości kształtu obrazu klinicznego i wyników badań nieinwazyjnych). Nie kwalifikuje się do przeznaczyńowej walwuloplastyki dzieci z towarzyszącą niedomykalnością zastawki aortalnej. U niemowląt i dzieci starszych zabieg wykonuje się przeważnie od strony tętnicy udowej. Średnica balonika powinna być o 1 mm mniejsza lub równa średnicy pierścienia zastawki aortalnej mierzonej z obrazu angiograficznego. Aortografię i bezpośredni pomiar ciśnień, w tym gradientu skurczowego przez zastawkę aortalną, przeprowadza się przed i po wykonanym zabiegu. Za dobry wynik walwuloplastyki aortalnej uważany jest bezpośredni gradient ciśnienia skurczowego między lewą komorą a aortą  $< 30$  mmHg oraz brak niedomykalności aortalnej. Dobre wyniki walwuloplastyki aortalnej u większości pacjentów utrzymują się w długofalowej obserwacji. Niedomykalność aortalna, która stanowiła bardzo istotny problem we wcześniej wykonywanych zabiegach, po wprowadzeniu zmian w technice wykonywania zabiegu występuje u ok. 16% chorych. W większości przypadków niedomykalność aortalna jest dobrze tolerowana [34].

Krytyczne zwężenie zastawki aortalnej u noworodków jest wadą przewodozależną stanowiącą bezpośrednio zagrożenie życia. W kwalifikacji noworodka do walwuloplastyki aortalnej decydującą rolę odgrywa stan kliniczny i obraz echokardiograficzny zastawki aortalnej, zastawki dwudzielnej i lewej komory. Wartość gradientu przez zastawkę aortalną oraz ciśnienia w komorze, ze względu na szeroko otwarty przewód tętniczy, zazwyczaj istotne zaburzenie funkcji skurczo-

wej i rozkurczowej lewej komory, często towarzyszącą niewydolność krążeniowo-oddechową, nie mają znaczenia w kwalifikowaniu do zabiegu. Dane te jednak dokumentują stopień aktualnych zaburzeń hemodynamicznych i mają znaczenie prognostyczne. Technika walwuloplastyki jest taka jak u dzieci starszych. Polega na wprowadzeniu odpowiedniego cewnika balonowego do zwężonej zastawki i poprzez wypełnienie balonika jej mechaniczne poszerzenie. Najczęściej cewnik wprowadzany jest od strony tętnicy udowej lub tętnicy szyjnej. W niektórych ośrodkach zabieg wykonuje się drogą odżylną (przez żyłę udową, otwór owalny, lewą komorę i aortę). Należy wyraźnie podkreślić, że walwuloplastyka balonowa u noworodków z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej jest alternatywnym, najczęściej paliatywnym leczeniem wady, a jej wynik zależy przede wszystkim od stopnia nasilenia zmian anatomicznych, dysfunkcji lewej komory oraz współistnienia wad towarzyszących (przede wszystkim różnych typów zwężeń aorty) [38, 39].

#### 9.4.5.3. Balonowa plastyka zastawki dwudzielnej

Balonowa plastyka zastawki dwudzielnej stosowana jest głównie jako leczenie w nabytym zwężeniu tej zastawki u dorosłych, sporadycznie w wybranych przypadkach wrodzonego zwężenia zastawki dwudzielnej [35–38].

#### 9.4.5.4. Powszechnie przyjęte wskazania do przeskórnej balonowej walwuloplastyki

- 1) izolowane wady zastawkowe serca:
  - zwężenie zastawki płucnej;
  - wrodzone (bez zwapnień) zwężenie zastawki aortalnej;
  - nabyte zwężenie zastawki dwudzielnej;
- 2) zwężenie zastawki płucnej w zespole Fallota z hipoplazją pnia i tętnic płucnych;
- 3) pooperacyjne i pointerwencyjne zwężenia zastawek serca.

#### 9.4.5.5. Szczególne wskazania do przeskórnej walwuloplastyki balonowej

- zwężenie dysplastycznej zastawki płucnej;
- wrodzone zwężenie zastawki dwudzielnej;
- zwężenie pooperacyjne konduktów zastawkowych;
- zwężenie zastawki płucnej w złożonych sinicznych wadach serca łącznie z wybranymi przypadkami zespołu Fallota, jako alternatywne leczenie etapowe;
- błoniaste zwężenie podaortalne.

#### 9.4.5.6. Przeciwwskazania do przeskórnej walwuloplastyki balonowej

- zwężenie zastawki aortalnej z istotną jej niedomykalnością;
- izolowane podzastawkowe zwężenie płucne;
- podaortalne zwężenie włóknistomięśniowe;
- wrodzone nadzastawkowe zwężenie aorty.

#### Piśmiennictwo

1. Semb BK, Tjonneland S, Stake G, et al. „Balloon valvulotomy” of congenital pulmonary valve stenosis with tricuspid valve insufficiency. *Cardiovasc Radiol* 1979; 2: 239-41.
2. Kan JS, White RI Jr, Mitchell SE, et al. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary-valve stenosis. *N Engl J Med* 1982; 307: 540-2.
3. Lababidi Z, Wu JR. Percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty. *Am J Cardiol* 1983; 52: 560-2.
4. Rocchini AP, Kveselis DA, Crowley D, et al. Percutaneous balloon valvuloplasty for treatment of congenital pulmonary valvular stenosis in children. *J Am Coll Cardiol* 1984; 3: 1005-12.
5. Sullivan ID, Robinson PJ, Macartney FJ, et al. Percutaneous balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis in infants and children. *Br Heart J* 1985; 54: 435-41.
6. Jawień A, Król W, Kordon Z, et al. Wczesne wyniki leczenia plastyką balonową zwężeń zastawkowych i naczyńowych u dzieci. *Przegl Lek* 1991; 4: 33538.
7. Demkow M, Rużyłto W, Lubiszewska B. Przeskórna walwuloplastyka płucna u 135 chorych. *Kard Pol* 1992; 37: 67.
8. Zubrzycka M. Przeskórna walwuloplastyka zwężenia zastawki pnia płucnego u dzieci. *Praca doktorska*. Warszawa, 1997.
9. Stanger P, Cassidy SC, Girod DA, et al. Balloon pulmonary valvuloplasty: results of the Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 775-83.
10. Allen HD, Driscoll DJ, Fricker FJ, et al. Guidelines for pediatric therapeutic cardiac catheterization. A statement for health professionals from the Committee on Congenital Cardiac Defects of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association. *Circulation* 1991; 84: 2248-58.
11. Książyk J. Walwuloplastyka i angioplastyka przeznaczeniowa. (w:) Postępy w pediatrii. Kardiologia. *Centrum Zdrowia Dziecka*, Warszawa 1993.
12. Radtke W, Keane JF, Fellows KE, et al. Percutaneous balloon valvotomy of congenital pulmonary stenosis using oversized balloons. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 909-15.
13. Rao PS. Influence of balloon size on short-term and long-term results of balloon pulmonary valvuloplasty. *Tex Heart Inst J* 1987; 14: 57-61.
14. McCrindle BW, Kan JS. Long-term results after balloon pulmonary valvuloplasty. *Circulation* 1991; 83: 1915-22.
15. Piechaud JF, Voshtani H, Kachaner J, et al. Problems posed by percutaneous pulmonary valvuloplasty in children [French]. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1987; 80: 413-9.
16. Hanley FL, Reddy VM. Right ventricular outflow tract obstruction. *Pediatric Cardiac Surgery*. Mavroudis C, Backer CL. 2<sup>nd</sup> edition. *Mosby-Year Book, St. Louis* 1994: 253.
17. Musewe NN, Robertson MA, Benson LN, et al. The dysplastic

- pulmonary valve: echocardiographic features and results of balloon dilatation. *Br Heart J* 1987; 57: 364-70.
18. DiSessa TG, Alpert BS, Chase NA, et al. Balloon valvuloplasty in children with dysplastic pulmonary valves. *Am J Cardiol* 1987; 60: 405-7.
  19. Talsma M, Witsenburg M, Rohmer J, et al. Determinants for outcome of balloon valvuloplasty for severe pulmonary stenosis in neonates and infants up to six months of age. *Am J Cardiol* 1993; 71: 1246-8.
  20. Kreutzer J, Perry SB, Jonas RA, et al. Tetralogy of Fallot with diminutive pulmonary arteries: preoperative pulmonary valve dilation and transcatheter rehabilitation of pulmonary arteries. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 1741-7.
  21. Sreeram N, Saleem M, Jackson M, et al. Results of balloon pulmonary valvuloplasty as a palliative procedure in tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 159-65.
  22. Rao PS, Wilson AD, Thapar MK, et al. Balloon pulmonary valvuloplasty in the management of cyanotic congenital heart defects. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 25: 16-24.
  23. Lababidi Z, Wu JR, Walls JT. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty: results in 23 patients. *Am J Cardiol* 1984; 53: 194-7.
  24. Moore P, Egito E, Mowrey H, et al. Midterm results of balloon dilation of congenital aortic stenosis: predictors of success. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 1257-63.
  25. Rocchini AP, Beekman RH, Ben Shachar G, et al. Balloon aortic valvuloplasty: results of the Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 784-9.
  26. Gatzoulis MA, Rigby ML, Shinebourne EA, et al. Contemporary results of balloon valvuloplasty and surgical valvotomy for congenital aortic stenosis. *Arch Dis Child* 1995; 73: 66-9.
  27. Bu'Lock FA, Joffe HS, Jordan SC, et al. Balloon dilatation (valvuloplasty) as first line treatment for severe stenosis of the aortic valve in early infancy: medium term results and determinants of survival. *Br Heart J* 1993; 70: 546-53.
  28. Sholler GF, Keane JF, Perry SB, et al. Balloon dilation of congenital aortic valve stenosis. Results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation* 1988; 78: 351-60.
  29. Witsenburg M, Cromme-Dijkhuis AH, Frohn-Mulder IM, et al. Short- and midterm results of balloon valvuloplasty for valvular aortic stenosis in children. *Am J Cardiol* 1992; 69: 945-50.
  30. Justo RN, McCrindle BW, Benson LN, et al. Aortic valve regurgitation after surgical versus percutaneous balloon valvotomy for congenital aortic valve stenosis. *Am J Cardiol* 1996; 77: 1332-8.
  31. Sandhu SK, Silka MJ, Reller MD. Balloon aortic valvuloplasty for aortic stenosis in neonates, children, and young adults. *J Interv Cardiol* 1995; 8: 477-86.
  32. Rosenfeld HM, Landzberg MJ, Perry SB, et al. Balloon aortic valvuloplasty in the young adult with congenital aortic stenosis. *Am J Cardiol* 1994; 73: 1112-7.
  33. Parsons MK, Moreau GA, Graham TP, et al. Echocardiographic estimation of critical left ventricular size in infants with isolated aortic valve stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1049-55.
  34. Kusa J, Białkowski J, Szkutnik M. Przeszkórna balonowa plastyka zastawki aortalnej u dzieci – wyniki wczesne i odległe. *Kardiologia Pol* 2004; 60: 53-6.
  35. Lock JE, Khalilullah M, Shrivastava S, et al. Percutaneous catheter commissurotomy in rheumatic mitral stenosis. *N Engl J Med* 1985; 313: 1515-8.
  36. Kveselis DA, Rocchini AP, Beekman R, et al. Balloon angioplasty for congenital and rheumatic mitral stenosis. *Am J Cardiol* 1986; 57: 348-50.
  37. Spevak PJ, Bass JL, Ben-Shachar G, et al. Balloon angioplasty for congenital mitral stenosis. *Am J Cardiol* 1990; 66: 472-6.
  38. Grifka RG, O'Laughlin MP, Nihill MR, et al. Double-transseptal, double-balloon valvuloplasty for congenital mitral stenosis. *Circulation* 1992; 85: 123-9.
  39. Brzezińska-Rajszyś G. Zabiegi kardiologii interwencyjnej u noworodków i niemowląt – ocena wyników. Rozprawa habilitacyjna. Instytut Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka, Warszawa 1999.

#### 9.4.6. Przeszkórna angioplastyka balonowa

Zabiegi przeszskórnej angioplastyki balonowej, stosowane do leczenia zwężonych i hipoplastycznych naczyń wymagają użycia cewników balonowych kilkakrotnie przekraczających szerokość zwężonego miejsca dla osiągnięcia efektu anatomicznego i hemodynamicznego. Ze względu na istotny odsetek nawrotu zwężenia oraz powikłania (rozerwanie ściany naczynia, powikłania zakrzepowe) coraz częściej w celu poszerzenia naczynia stosowane są stenty (patrz dalej).

##### 9.4.6.1. Angioplastyka koarktacji aorty

Chirurgiczne leczenie koarktacji aorty jest powszechnie uznaną metodą leczniczą. W 1979 r. ukazała się pierwsza praca o możliwości balonowego poszerzenia koarktacji aorty [1], a w latach następnych doniesienia o wczesnych wynikach wykonywanych zabiegów [2–5]. Wskazania do zabiegu interwencyjnego są takie same, jak do chirurgicznego: nadciśnienie tętnicze w górnej połowie ciała (wartość ciśnienia tętniczego >95 centyla w stosunku do wieku), gradient ciśnienia skurczowego przez miejsce zwężenia >20 mmHg i nieprawidłowy przepływ w aorcie brzusznej wykazany metodą Dopplera. Zabieg wykonywany jest z dostępu od tętnicy udowej. Po przeprowadzeniu pomiarów hemodynamicznych i aortografii (kilka projekcji angiograficznych) wykonywane są pomiary średnicy aorty wstępującej, poszczególnych odcinków łuku aorty, miejsca zwężenia i aorty zstępującej na poziomie przepony. Pomiary są podstawą doboru odpowiedniej wielkości cewnika balonowego. Średnica balonu do angioplastyki jest zazwyczaj 2- lub 3-krotnie szersza od miejsca zwężenia, nie przekracza jednak 1,5 raza średnicy aorty pacjenta w jej odcinku dystalnym lub proksymalnym [6]. Praktycznie najczęściej stosowane są balony o średnicy odpowiadającej średnicy prawidłowej aorty

powyżej lub poniżej zwężenia albo średnicy aorty na poziomie przepony. Za bezpośredni dobry wynik zabiegu uznaje się obniżenie gradientu skurczowego przez miejsce zwężenia <20 mmHg oraz normalizację krzywej zapisu ciśnienia w aorcie zstępującej. Aortografia po zabiegu powinna jednoznacznie obrazować anatomiczny efekt zabiegu oraz ewentualne powikłania (rozwarstwienie, tętniak). W 1990 r. Tynan i wsp. [7] zanalizowali wielośrodkowe dane przeprowadzonej u 140 pacjentów angioplastyki balonowej we wrodzonej koarktacji aorty, a Hellenbrand i wsp. [8] wielośrodkowe dane angioplastyki balonowej wykonanej u 200 pacjentów z pooperacyjną koarktacją aorty. Wyniki płynące z obu opracowań wykazały efektywność i bezpieczeństwo metody, chociaż prawdopodobieństwo wystąpienia tętniaka aorty w przypadkach wrodzonej koarktacji powinno być brane pod uwagę [7–8]. Opracowania wskazują na podobną efektywność i częstość powikłań zabiegów interwencyjnych i chirurgicznych w podobnych zwężeniach aorty [10, 11].

#### 9.4.6.2. Wrodzona koarktacja aorty

Angioplastyka balonowa jest coraz częściej stosowana we wrodzonej koarktacji aorty [2, 7, 9, 10]. Wprowadzenie niskoprofilowych cewników do angioplastyki zmniejszyło powikłania związane z miejscowym uszkodzeniem tętnicy. Częstość wystąpienia wczesnego i późnego tętniaka aorty określana jest na 2–6% [7, 11]. U noworodków i niemowląt do 7. mies. życia konieczność ponownej interwencji jest wysoka (60–70%). Pacjenci powyżej 7. mies. życia w 88% nie wymagają po balonowej angioplastyce wrodzonego zwężenia cieśni aorty ponownego zabiegu [11–13]. Wyniki zabiegu we współistniejącej hipoplazji cieśni, hipoplazji łuku poprzecznego czy tubularnym zwężeniu aorty są gorsze niż w przypadku zwężenia pierścieniowatego.

#### 9.4.6.3. Pooperacyjne zwężenie cieśni aorty

Angioplastyka balonowa pooperacyjnego zwężenia cieśni aorty jest uznana za leczenie z wyboru [8, 14]. Nawrót zwężenia w miejscu operowanym występuje częściej po operacjach wykonanych w okresie noworodkowym lub niemowlęcym [8, 15–17]. Najczęstszymi powikłaniami po zabiegu angioplastyki są uszkodzenie ściany i/lub zmiany zakrzepowe w obrębie tętnicy udowej i biodrowej. Częstość występowania tego typu powikłań waha się od 6,8 do 15% w zależności od masy ciała pacjenta i użytego sprzętu. Używanie niskoprofilowych cewników balonowych obniżyło tego typu powikłania. Opisywane są również sporadycznie powikłania neurologiczne [18]. Późne wystąpienie tętniaka aorty jest rzadkie [19].

#### 9.4.6.4. Angioplastyka tętnic płucnych

Niedorozwój tętnic płucnych oraz ich zwężenia mogą towarzyszyć wielu złożonym sinicznym wadom serca, mogą być następstwem uprzedniego leczenia chirurgicznego. Zwężenie jednej tętnicy płucnej powoduje nierównomierne ukrwienie płuc, zwężenie obu tętnic płucnych prowadzi do wzrostu ciśnienia skurczowego prawej komory i jej skurczowego przeciążenia, nasilenia niedomykalności zastawki pnia płucnego oraz utrudnienia przepływu krwi przez łożysko płucne. Do zabiegu angioplastyki stosowane są wysokociśnieniowe cewniki balonowe najczęściej o średnicy balonika 3–4 razy większej od średnicy zwężenia, nieprzekraczające średnicy naczyń w odcinku poza zwężeniem. Wyniki balonowej angioplastyki tętnic płucnych są zależne od anatomii zwężenia, od tego czy zwężenie ma charakter wrodzony czy pooperacyjny. Efekt zabiegu oceniany jest jako dobry, jeśli szerokość miejsca zwężenia zwiększyła się o 50%, a skurczowe ciśnienie w komorze prawej w stosunku do skurczowego ciśnienia w aorcie obniżyło się o 20% (dotyczy zwężeń obustronnych) [20, 21]. Skuteczność zabiegu dochodzi do 60%. Najpoważniejsze powikłania to rozerwanie poszerzonej tętnicy płucnej, rozwarstwienie ściany tętnicy płucnej, jednostronny lub płatowy obrzęk płuc, zmiany zakrzepowe. W przypadkach niedorozwoju tętnic płucnych współistniejącego z wadą wewnątrzsercową (np. zespół Fallota), wieloetapowa angioplastyka balonowa umożliwiła przygotowanie krążenia płucnego przed korektą chirurgiczną wady [22]. W przypadku obwodowych zwężeń tętnic płucnych jedyną możliwością leczniczą jest leczenie interwencyjne. W przypadku pooperacyjnych zwężeń tętnic płucnych leczenie interwencyjne stanowi alternatywną metodę w stosunku do ponownej operacji kardiochirurgicznej. Lepsze wyniki poszerzania tętnic płucnych uzyskuje się poprzez implantację stentów.

Mnogie zwężenia tętnic płucnych stanowią szczególnie problem terapeutyczny. W ich leczeniu należy rozważać wszystkie dostępne możliwości, takie jak angioplastyka balonowa, implantacje stentów oraz użycie balonów tnących (*cutting balloons*) [28]. Doświadczenia w leczeniu tej patologii poszczególnymi metodami są ograniczone, a wyniki zależne od rozległości zmian anatomicznych.

#### 9.4.6.5. Angioplastyka zwężonych żył systemowych i płucnych

Zwężenie żył systemowych może wystąpić po operacji Mustarda lub Senniga, po operacji częściowego nieprawidłowego spływu żył płucnych, na skutek zmian zakrzepowych po kaniulach i elektrodach. W pojedynczych przypadkach zwężenie żyły głównej górnej

może być spowodowane procesem rozrostowym w śródpiersiu. Chirurgiczne leczenie zwężonych żył systemowych jest trudne i obarczone wysokim ryzykiem. W tych przypadkach angioplastyka balonowa lub angioplastyka balonowa połączona z założeniem stentu jest jedyną skuteczną metodą leczenia [23]. Skuteczność angioplastyki balonowej w leczeniu wrodzonych zwężeń żył płucnych jest wątpliwa.

#### 9.4.6.6. Angioplastyka zwężonych tętniczych połączeń systemowo-płucnych

Klasyczne zespolenie Blalock-Taussig jest bardziej podatne na poszerzenie metodą angioplastyki balonowej niż zespolenie zmodyfikowane z użyciem Goretexu. Skuteczne poszerzenie zwężonego zespolenia aortalno-płucnego pozwala uniknąć następnego zespolenia. W trakcie wykonywania zabiegu, ze względu na możliwość wystąpienia zakrzepicy zespolenia lub zamknięcia zespolenia odwarstwioną błoną wewnętrzną pokrywającą wstawkę, konieczne jest zabezpieczenie kardiochirurgiczne z możliwością natychmiastowego wykonania następnego zespolenia [24–26]. W indywidualnych przypadkach można rozważać angioplastykę balonową zwężonego dwukierunkowego zespolenia Glenna [27].

#### 9.4.6.7. Powszechnie przyjęte wskazania do angioplastyki balonowej

- pooperacyjne zwężenia aorty: po operacji zwężenia cieśni aorty, po korekcji anatomicznej przestawienia wielkich tętnic, po operacji Norwood I;
- pooperacyjne zwężenie żył systemowych;
- poperacyjne zwężenie tętnic płucnych: po zespoleniach systemowo-płucnych, po korekcji anatomicznej przestawienia wielkich tętnic, po korekcji wspólnego pnia tętniczego;
- zwężenie chirurgicznych połączeń systemowo-płucnych.

#### 9.4.6.8. Szczególne wskazania do angioplastyki balonowej

- wrodzone pierścieniowate zwężenie cieśni aorty u pacjentów powyżej 7. mies. życia;
- wrodzone zwężenie cieśni aorty u noworodków i niemowląt poniżej 7. mies. życia – w wybranych przypadkach, jako zabieg paliatywny;
- zwężenie aorty brzusznej w miejscu odejścia tętnic nerkowych.

#### 9.4.6.9. Przeciwwskazania do angioplastyki balonowej

- zwężenie żył płucnych.

#### Piśmiennictwo

1. Sos T, Sniderman KW, Rettek-Sos B, et al. Percutaneous transluminal dilatation of coarctation of thoracic aorta post mortem. *Lancet* 1979; 2: 970-1.
2. Lock JE, Bass JL, Amplatz K, et al. Balloon dilation angioplasty of aortic coarctations in infants and children. *Circulation* 1983; 68: 109-16.
3. Lock JE, Castaneda-Zuniga WR, Bass JL. Balloon dilatation of excised aortic coarctations. *Radiology* 1982; 143: 689-91.
4. Lababidi ZA, Daskalopoulos DA, Stoeckle H Jr. Transluminal balloon coarctation angioplasty: experience with 27 patients. *Am J Cardiol* 1984; 54: 1288-91.
5. Lock JE. Now that we can dilate, should we? *Am J Cardiol* 1984; 54: 1360.
6. Saul JP, Keane JF, Fellows KE, et al. Balloon dilation angioplasty of postoperative aortic obstructions. *Am J Cardiol* 1987; 59: 943-8.
7. Tynan M, Finley JP, Fontes V, et al. Hess J., Kan J.: Balloon angioplasty for the treatment of native coarctation: results of Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 790-2.
8. Hellenbrand WE, Allen HD, Golinko RJ, et al. Balloon angioplasty for aortic recoarctation: results of Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 793-7.
9. Allen HD, Marx GR, Ovitt TW, et al. Balloon dilation angioplasty for coarctation of the aorta. *Am J Cardiol* 1986; 57: 828-32.
10. Wren C, Peart I, Bain H, et al. Balloon dilatation of unoperated aortic coarctation: immediate results and one year follow up. *Br Heart J* 1987; 58: 369-73.
11. Fletcher SE, Nihill MR, Grifka RG, et al. Balloon angioplasty of native coarctation of the aorta: midterm follow-up and prognostic factors. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 730-4.
12. Johnson MC, Canter CE, Strauss AW, et al. Repair of coarctation of the aorta in infancy: comparison of surgical and balloon angioplasty. *Am Heart J* 1993; 125: 464-8.
13. Mendelsohn AM. Balloon angioplasty for native coarctation of the aorta. *J Interv Cardiol* 1995; 8: 487-508.
14. Yetman A, Nykamen D, Sunnegardh J, et al. Follow-up outcome of balloon angioplasty of recoarctation of the aorta. *Cardiol Young* 1996; 6 (suppl. 1): 19.
15. Beerman L, Neches W, Patnode R, et al. Coarctation of the aorta in children. Late results after surgery. *Am J Dis Child* 1980; 134: 464-6.
16. Ziemer G, Jonas R, Perry S, et al. Surgery for coarctation of the aorta in the neonate. *Circulation* 1986; 74: 125-31.
17. Dietl CA, Torres AR, Favaloro RG, et al. Risk of recoarctation in neonates and infants after repair with patch aortoplasty, subclavian flap, and the combined resection-flap procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 724-31.
18. Anjos R, Qureshi SA, Rosenthal E, et al. Determinants of hemodynamic results of balloon dilation of aortic recoarctation. *Am J Cardiol* 1992; 69: 665-71.
19. Cooper SG, Sullivan ID, Wren C. Treatment of recoarctation: balloon dilation angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 413-9.
20. Lock JE, Castaneda-Zuniga WR, Fuhrman BP, et al. Balloon dilation angioplasty of hypoplastic and stenotic pulmonary arteries. *Circulation* 1983; 67: 962-7.

21. Ring JC, Bass JL, Marvin W, et al. Management of congenital stenosis of a branch pulmonary artery with balloon dilation angioplasty. Report of 52 procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 90: 35-44.
22. Rothman A, Perry SB, Keane JF, et al. Early results and follow-up of balloon angioplasty for branch pulmonary artery stenoses. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 1109-17.
23. Mullins CE, Latson LA, Neches WH, et al. Balloon dilation of miscellaneous lesions: results of Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies Registry. *Am J Cardiol* 1990; 65: 802-3.
24. Fischer DR, Park SC, Neches WH, et al. Successful dilatation of a stenotic Blalock-Taussig anastomosis by percutaneous transluminal balloon angioplasty. *Am J Cardiol* 1985; 55: 861-2.
25. Ormiston JA, Neutze JM, Calder AL, et al. Percutaneous balloon angioplasty for early postoperative modified Blalock-Taussig shunt failure. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 29: 31-4.
26. Marx GR, Allen HD, Ovitt TW, et al. Balloon dilation angioplasty of Blalock-Taussig shunts. *Am J Cardiol* 1988; 62: 824-7.
27. Walsh KP, Sreeram N, Franks R, et al. Balloon dilatation of the arterial duct in congenital heart disease. *Lancet* 1992; 339: 331-2.
28. Magee AG, Wax D, Saiki Y, et al. Experimental branch pulmonary artery stenosis angioplasty using a novel cutting balloon. *Can J Cardiol* 1998; 14: 1037-41.

#### 9.4.7. Poszerzanie zwężeń naczyńowych poprzez implantację stentów

Wskazania do implantacji stentów pokrywają się istotnie ze wskazaniami do angioplastyki balonowej. Ze względu na wzrost dziecka, do implantacji w tej grupie wiekowej powinny być stosowane stenty podlegające redilatacji, co umożliwi poszerzenie stentu w kilka miesięcy czy lat po jego założeniu. Nie dotyczy to stentów implantowanych do przewodu tętniczego u noworodków z wadami przewodozależnymi, u których zabieg ten jest jedynie planowym krótkotrwałym (kilka tygodni) pomostem przed operacją kardiologiczną lub sposobem na utrzymanie czasowej drożności przewodu tętniczego, umożliwiającym fizjologiczną adaptację łożyska płucnego (przypadki zarośnięcia lub krytycznego zwężenia zastawki płucnej bez ubytku przegrody międzykomorowej).

Na początku lat 90. po raz pierwszy opisano zastosowanie stentów w kardiologii pediatricznej w leczeniu wrodzonych i nabytych (po zespoleniach aortalno-płucnych) zwężeń tętnic płucnych [1–3]. Implantację stentów u dzieci stosuje się w przypadkach, w których leczenie operacyjne jest niemożliwe (np. w obwodowych zwężeniach tętnic płucnych) lub obciążone wysokim ryzykiem (np. w niektórych przypadkach rekoarktacji aorty po nieskutecznej angioplastyce balonowej, w pooperacyjnych zwężeniach żył systemo-

wych, w zwężeniach aorty piersiowo-brzusznej) [4–7]. Coraz powszechniej implantacja stentów jest pierwszoplanowym leczeniem wrodzonej koarktacji aorty u staszyc dzieci i dorosłych. W indywidualnych przypadkach stenty stosuje się w leczeniu pooperacyjnych zwężeń drogi odpływu prawej komory [3, 8], zwężonych kolaterali aortalno-płucnych [8–10], sporadycznie w leczeniu zwężeń żył płucnych [1, 13, 14] oraz w celu utrzymania drożności przewodu tętniczego w wadach przewodozależnych [11, 12]. Do leczenia rozwarstwienia dużych naczyń oraz tętniaków używane są stenty pokryte. Pacjenci po założonych stentach wymagają podawania przez 6 mies. kwasu acetylosalicylowego. W wybranych przypadkach (np. stenty implantowane do aorty o długości powyżej 3 cm i średnicy poniżej 7 mm, stenty pokryte) może być stosowany dodatkowo Sintrom.

##### 9.4.7.1. Zwężenia tętnic płucnych

W kardiologii pediatricznej najczęściej stenty stosuje w przypadkach zwężeń i/lub hipoplazji tętnic płucnych [1, 3, 8, 13, 15, 16].

W przypadku jednostronnego zwężenia obwodowych gałęzi tętnicy płucnej badaniem diagnostycznym kwalifikującym do zabiegu jest angiografia izotopowa płuc. Wskazaniem jest zmniejszenie przepływu w płucu poniżej 40%. W przypadku zwężeń obustronnych wskazania do zabiegu zależą od wartości stosunku ciśnienia skurczowego w komorze prawej i pniu płucnym do skurczowego ciśnienia systemowego. Wskazaniem do zabiegu jest stosunek ciśnienia skurczowego między komorą prawą a lewą powyżej 0,5 w wadzie izolowanej, a powyżej 0,7 po operacji kardiologicznej. Założenie stentu do obwodowo zwężonej tętnicy płucnej może być jednym z etapów przygotowania anatomicznego przed chirurgicznym leczeniem naprawczym wady zasadniczej (dotyczy pacjentów kwalifikowanych do operacji typu Fontana, dzieci z zespołem Fallota i mnogimi zwężeniami tętnic płucnych, a także dzieci po operacjach naprawczych, u których nastąpiło zwężenie tętnicy płucnej w miejscu wszycia zespolenia aortalno-płucnego).

Po założeniu stentu do tętnicy płucnej może dojść do ponownego zwężenia naczynia z powodu przerostu błony wewnętrznej. Zazwyczaj skuteczne jest wtedy ponowne poszerzenie stentu cewnikiem balonowym [3, 17]. Najczęstszym powikłaniem zabiegu implantacji stentu jest jego zsuniecie z cewnika balonowego w trakcie zakładania lub przemieszczenie się poza obręb zmienionego naczynia [3]. Opisano też zgony kilka dni po wykonanym zabiegu, związane z przemieszczeniem się stentu i zatorem płucnym [3].

W miarę wzrostu dziecka możliwe jest stopniowe poszerzenie stentu zgodnie z parametrami fizycznymi pacjenta.

#### 9.4.7.2. Zwężenia aorty

W indywidualnych przypadkach, kiedy leczenie chirurgiczne związane jest z podwyższonym ryzykiem, założenie stentu we wrodzonym zwężeniu cieśni aorty można uznać za alternatywną metodę leczenia. Również w przypadkach pooperacyjnego, niepoddającego się angioplastyce balonowej zwężenia cieśni aorty, w odcinkowym zwężeniu aorty piersiowej i/lub brzusznej implantacja stentu stanowi uznaną metodę leczenia [18–25]. Implantacja stentów do aorty z powodu jej wrodzonego lub pooperacyjnego zwężenia jest metodą efektywną w różnych anatomicznych formach zwężenia. Tętniaki aorty w obrębie stentu oraz powikłania techniczne i miejscowe występują rzadko, jednak ze względu na niewielkie grupy pacjentów oraz różnorodność anatomiczną zwężeń podawanie liczb odsetkowych może być obciążone istotnym błędem.

#### 9.4.7.3. Zwężenia żył systemowych

Zwężenie żył systemowych występujące po operacji Mustarda, Senniga, po operacji częściowego nieprawidłowego spływu żył płucnych, po kaniulacji i cewnikowaniu żył głównych, w chorobach rozrostowych śródpiersia jest wskazaniem do ich poszerzenia poprzez implantację stentu [26–28]. Wyniki takiego leczenia są dobre i obciążone niskim ryzykiem powikłań bezpośrednich. W wybranych przypadkach konieczne jest dojście od strony żyły szyjnej.

#### 9.4.7.4. Powszechnie przyjęte wskazania do implantacji stentów

- pooperacyjne i wrodzone zwężenie tętnic płucnych;
- pooperacyjne zwężenie żyły głównej górnej i dolnej.

#### 9.4.7.5. Szczególne wskazania do implantacji stentów

- zwężenie konduitu między prawą komorą a pniem płucnym;
- zwężenie kolaterali aortalno-płucnych stanowiących jedyne lub główne źródło przepływu płucnego;
- wrodzona koarktacja aorty;
- przewód tętniczy w noworodkowych wadach przewodzących;
- zwężenie chirurgicznego zespolenia systemowo-płucnego.

#### 9.4.7.6. Przeciwwskazania do implantacji stentów

- zwężenie żył płucnych.

#### Piśmiennictwo

1. O'Laughlin MP, Perry SB, Lock JE, et al. Use of endovascular stents in congenital heart disease. *Circulation* 1991; 83: 1923-39.
2. Rosenthal E, Qureshi SA. Stent implantation in congenital heart disease. *Br Heart J* 1992; 67: 211-2.
3. O'Laughlin MP, Slack MC, Grifka RG, et al. Implantation and intermediate-term follow-up of stents in congenital heart disease. *Circulation* 1993; 88: 605-14.
4. Qureshi SA, Tynan M, Rosenthal E, et al. Brzezińska-Rajszyś G. Stent implantation in aortic coarctation. *Cardiol Young* 1995; 5 (Suppl. 1): 23.
5. Brzezińska-Rajszyś J, Książyk M, Tynan S. et al. Stent implantation in aortic coarctation. *Kardiologia Pol* 1996; 45 (suppl. 1): 1-190.
6. Suarez de Lezo J, Pan M, Romero M, et al. Balloon-expandable stent repair of severe coarctation of aorta. *Am Heart J* 1995; 129: 1002-8.
7. Brzezińska-Rajszyś G, Książyk J, Tynan M, et al. Implantation of stents in aorta, intermediate-term follow-up. Proceedings of the Second World Congress of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery. *Futura Publishing Co. Inc.*, Armonk (NY) 1998; 932-5.
8. Hosking MC, Benson LN, Nakanishi T, et al. Intravascular stent prosthesis for right ventricular outflow obstruction. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: 373-80.
9. McLeod KA, Blackburn ME, Gibbs JL. Stenting of stenosed aortopulmonary collaterals: a new approach to palliation in pulmonary atresia with multifocal aortopulmonary blood supply. *Br Heart J* 1994; 71: 487-9.
10. Redington AN, Somerville J. Stenting of aortopulmonary collaterals in complex pulmonary atresia. *Circulation* 1996; 94: 2479-84.
11. Gibbs JL, Rothman MT, Rees MR, et al. Stenting of the arterial duct: a new approach to palliation for pulmonary atresia. *Br Heart J* 1992; 67: 240-5.
12. Rosenthal E, Qureshi SA, Tynan M. Percutaneous pulmonary valvotomy and arterial duct stenting in neonates with right ventricular hypoplasia. *Am J Cardiol* 1994; 74: 304-6.
13. Mendelsohn AM, Bove EL, Lupinetti FM, et al. Intraoperative and percutaneous stenting of congenital pulmonary artery and vein stenosis. *Circulation* 1993; 88: 11210-7.
14. Cullen S, Ho SY, Shore D, et al. Congenital stenosis of pulmonary veins: failure to modify natural history by intraoperative placement of stents. *Card Young* 1994; 4: 395-8.
15. Benson LN, Nykanen D, Freedom RM. Endovascular stents in pediatric cardiovascular medicine. *J Interv Cardiol* 1995; 8 (6 suppl.): 767-75.
16. O'Laughlin MP. Balloon-expandable stenting in pediatric cardiology. *J Interv Cardiol* 1995; 8: 463-75.
17. Mulcahy D, Sigwart U, Somerville J. Successful stenting of a life threatening pulmonary arterial stenosis. *Br Heart J* 1991; 66: 463-5.
18. Rosenthal E, Qureshi SA, Tynan M. Stent implantation for aortic recoarctation. *Am Heart J* 1995; 129: 1220-1.

19. Pedulla DM, Grifka RG, Mullins CE, et al. Allen D. Endovascular stent implantation for severe recoarctation of the aorta: case report with angiographic and 18-month clinical follow-up. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 40: 311-4.
20. Redington AN, Hayes AM, Ho SY. Transcatheter stent implantation to treat aortic coarctation in infancy. *Br Heart J* 1993; 69: 80-2.
21. Suarez de Lezo J, Pan M, Romero M, et al. Balloon-expandable stent repair of severe coarctation of aorta. *Am Heart J* 1995; 129: 1002-8.
22. Magee AG, Brzezińska-Rajszyś G, Qureshi SA, et al. Stent implantation for aortic coarctation and recoarctation. *Heart* 1999; 82: 600-6.
23. Brzezińska-Rajszyś G, Qureshi SA, Książyk J, et al. Middle aortic syndrome treated by stent implantation. *Heart* 1999; 81: 166-70.
24. Cheatham JP. Stenting of coarctation of the aorta. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001 Sep; 54 (1): 112-25.
25. Lim MC, Choo M, Tan HC. Stenting of stenosis of the abdominal aorta. *Singapore Med J* 1995; 36: 562-5.
26. Ward CJ, Mullins CE, Nihill MR, et al. Use of intravascular stents in systemic venous and systemic venous baffle obstructions. Short-term follow-up results. *Circulation* 1995; 91: 2948-54.
27. Dodds GA, Harrison JK, O'Laughin MP, et al. Relief of superior vena cava syndrome due to fibrosing mediastinitis using the Palmaz stent. *Chest* 1994; 106: 315-8.
28. Trerotola SO, Lund GB, Samphilipo MA, et al. Palmaz stent in the treatment of central venous stenosis: safety and efficacy of redilation. *Radiology* 1994; 190: 379-85.

### 9.5. Profilaktyka infekcyjnego zapalenia wsierdza po zabiegach kardiologii interwencyjnej

Po zabiegach walwuloplastyki oraz angioplastyki balonowej obowiązuje profilaktyka infekcyjnego zapalenia wsierdza. Po implantacji stentów, sprężynek wewnątrznaczyniowych, zestawów zamykających ubytki obowiązuje 6-mies. okres profilaktyki, odpowiadający czasowi endotelializacji implantów. W przypadku istnienia po zabiegu interwencyjnym resztkowego przecieku obowiązuje profilaktyka infekcyjnego zapalenia wsierdza, tak jak przed zabiegiem.

#### Zasady profilaktyki w przypadku zabiegów dentystrycznych, w obrębie jamy ustnej, układu oddechowego i w obrębie przetyku

– profilaktyka standardowa:  
Amoxicilin 50 mg/kg doustnie 1 godz. przed zabiegiem (nie przekraczać dawki 2 g).  
W przypadku braku możliwości podawania doustnego – Ampicilina 50 mg/kg domięśniowo lub dożylnie 30 min przed zabiegiem (nie przekraczać 2 g);

– w przypadku alergii na penicylinę:  
Clindamycin lub Cephalexin, lub Cefadroxil 50 mg/kg doustnie 1 godz. przed zabiegiem (nie przekraczać dawki 2 g);

– w przypadku alergii na penicylinę i braku możliwości podawania doustnego leków:  
Clindamycin 20 mg/kg dożylnie na 30 min przed zabiegiem (nie przekraczać dawki 600 mg) lub Cefazolin 25 mg/kg domięśniowo lub dożylnie 30 min przed zabiegiem (nie należy przekraczać dawki 1 g).

#### Zasady profilaktyki w przypadku zabiegów w obrębie układu moczowo-płciowego, przewodu pokarmowego (z wykluczeniem przetyku)

– pacjenci wysokiego ryzyka:  
Ampicilina 50 mg/kg domięśniowo lub dożylnie (nie przekraczać dawki 2 g) plus Gentamycin 1,5 mg/kg domięśniowo lub dożylnie (nie przekraczać 120 mg) 30 min przed rozpoczęciem zabiegu, po 6 godz. Ampicilina 25 mg/kg domięśniowo lub dożylnie (nie przekraczać dawki 1 g);

– pacjenci wysokiego ryzyka z alergią na Ampicilinę lub Amoxicilinę:  
Vancomycin 20 mg/kg dożylnie przez 1–2 godz. (nie przekraczać dawki 1 g) plus Gentamycin 1,5 mg/kg domięśniowo lub dożylnie (nie przekraczać 120 mg). Pełna dawka leków musi być podana 30 min przed zabiegiem;

– pacjenci umiarkowanego ryzyka:  
Amoxicillin 50 mg/kg doustnie (nie przekraczać 2 g) 1 godz. przed zabiegiem lub Ampicillin 50 mg/kg doustnie (nie przekraczać 2 g) 30 min przed zabiegiem;

– pacjenci umiarkowanego ryzyka z alergią na Ampicilinę i/lub Amoxicillin:  
Vancomycin 20 mg/kg dożylnie przez 1–2 godz. (nie przekraczać dawki 1 g). Pełna dawka leku musi być podana 30 min przed zabiegiem.