

# Pierwsze doświadczenia w przezcewnikowym wszczepieniu zastawki płucnej w leczeniu złożonych wrodzonych wad serca

Transcatheter implantation of pulmonary valve – own experience

Jacek Kusa<sup>1</sup>, Małgorzata Szkutnik<sup>1</sup>, Jacek Białkowski<sup>1</sup>, Roland Fiszer<sup>1</sup>, Karol Miszański-Jamka<sup>2</sup>, Szymon Pawlak<sup>3</sup>, Jacek Pająk<sup>4</sup>, Roman Przybylski<sup>3</sup>, Jan Głowacki<sup>5</sup>, Marian Zembala<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Oddział Kliniczny Wrodzonych Wad Serca i Kardiologii Dziecięcej, Katedra Kardiologii i Elektroterapii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

<sup>2</sup> Oddział Kliniczny Kardiologii, Katedra Kardiologii i Elektroterapii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

<sup>3</sup> Katedra i Oddział Kliniczny Kardiochirurgii i Transplantologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

<sup>4</sup> Górnośląskie Centrum Zdrowia Dziecka, Katowice

<sup>5</sup> Pracownia Badań Obrazowych, Śląskie Centrum Chorób Serca, Zabrze

## Abstract

Transcatheter implantation of pulmonary valve became a big step forward in the field of interventional cardiology. It is especially important in the patients with defects of the right ventricular outlet tract, because they were usually candidates for multiple surgical operations.

We present first transcatheter replacement of pulmonary valve in 23-years-old man. The 'Melody' valve was implanted successfully. There were no complications and the patient was discharged in good condition.

**Key words:** transcatheter implantation, pulmonary valve

Kardiologia Polska 2009; 67: 348-352

## Wstęp

Dynamiczny rozwój kardiologii, ale i kardiochirurgii jest faktem. To co jeszcze kilka lat temu wydawało się trudne, a czasami niemożliwe, staje się coraz częściej świadomym wyborem leczących wobec chorych najtrudniejszych. Chory niedawno uważani za nieoperacyjnych, dzisiaj są leczeni z bardzo dobrymi wynikami. Ogromne zasługi w tej dziedzinie ma Philipp Bonhoeffer, który w 2000 r. jako pierwszy przezskórnie wszczepił zastawkę płucną u 12-letniego chłopca po korekcji chirurgicznej atrezji płucnej z ubytkiem międzykomorowym [1]. W Polsce pierwsze zastosowanie nowej metody miało miejsce w grudniu 2008 r. w Warszawie w Instytucie Kardiologii, w zespole Demkova i Rużyłty [2].

W ten sposób zapoczątkowano nowe możliwości leczenia chorych z dysfunkcją drogi odpływu z prawej komory, powstałą głównie po korekcji chirurgicznej tetralogii Fallota, atrezji płucnej oraz po zabiegu Rossa. Niestety, dla dużej grupy chorych po korekcji tetralogii Fallota z zastosowaniem łaty przepierścieniowej metoda ta jeszcze nie jest całkowicie dostępna, gdyż warunkiem wszczepienia implantu jest obecność homograftu w pozycji płucnej.

Obecnie dostępna zastawka płucna na stencie zbudowana jest z części biologicznej i mechanicznej. Materiałem biologicznym jest wypreparowana bydłęca żylna zastawka szyjna wszyta do irydowo-platynowego stentu rozprężanego balonem o wymiarach 18, 20 lub 22 mm. Stent ma długość 28 mm [3].

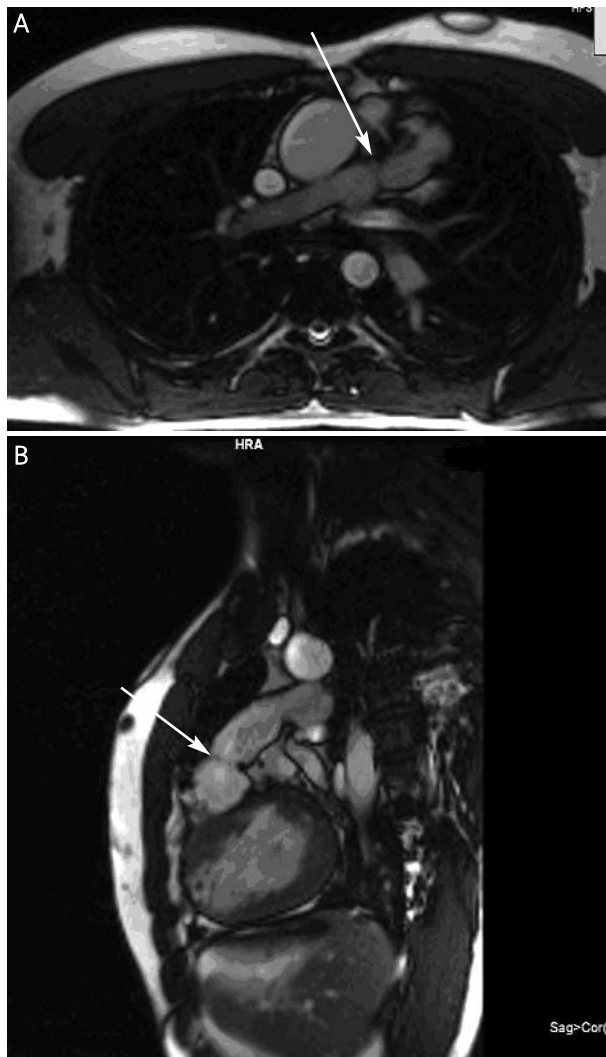
Kliniczne wskazania do wszczepienia przezskórnej zastawki płucnej są identyczne jak dla interwencji kardiochirurgicznej. Obejmują one niedomykalność płucną z powiększeniem wymiarów prawej komory, istotną niedomykalność trójdzielną, zaburzenia rytmu, obniżenie wydolności fizycznej lub też zwężenie drogi odpływu z ciśnieniem prawokomorowym wyższym niż 2/3 systemowego, przy obecności objawów klinicznych lub wyższym niż 3/4 ciśnienia systemowego u chorych bez objawów.

Najlepszymi kandydatami są chorzy ze zlokalizowanym zwężeniem i zwapnieniem homograftu, co umożliwia odpowiednie zakotwiczenie stentu w tym miejscu i gwarantuje jego maksymalną stabilizację. Z powodu dużego rozmiaru układu wprowadzającego metoda ta jest dostępna dla osób powyżej 5. roku życia oraz z masą

---

## Adres do korespondencji:

dr n. med. Jacek Kusa, Oddział Kliniczny Wrodzonych Wad Serca i Kardiologii Dziecięcej, Katedra Kardiologii i Elektroterapii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Śląskie Centrum Chorób Serca, ul. Szpitalna 2, 41-800 Zabrze, tel./faks: +48 32 271 34 01, e-mail: jkusa@poczta.onet.pl



**Rycina 1.** Zwężenie homograftu widoczne w rezonansie magnetycznym

ciała większą niż 20 kg. Kolejnym ograniczeniem jest średnica uprzednio wszczepionego homograftu, który w chwili obecnej nie może być większy niż 22 mm [3, 4].

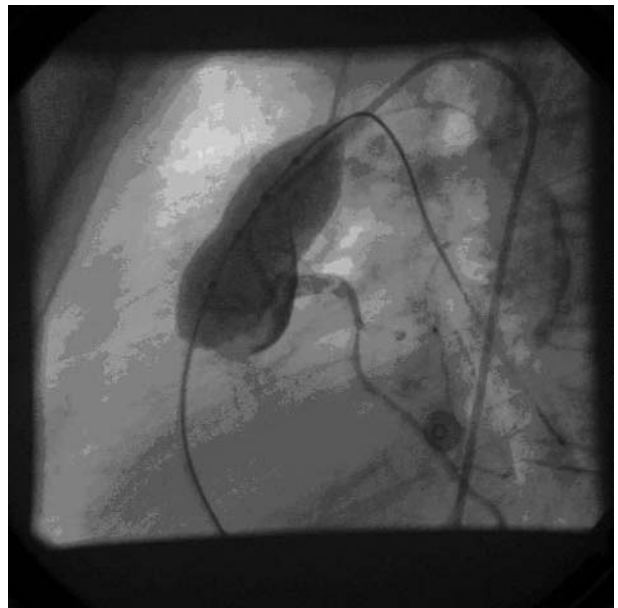
Przed zabiegiem należy wykonać precyzyjną ocenę diagnostyczną z uwzględnieniem średnicy drogi wypływu, funkcji prawej komory, jej wielkości, frakcji niedomykalności zastawki płucnej, średnicy zwężenia z gradientem ciśnień oraz lokalizacji zwężenia w stosunku do tętnic wieńcowych. Najbardziej przydatne są tu rezonans magnetyczny oraz angiotomografia komputerowa.

Celem niniejszego doniesienia jest prezentacja własnego doświadczenia z pierwszej przezcewnikowej implantacji zastawki płucnej Melody na stencie.

## Opis dwóch przypadków

### Przypadek 1

Mężczyzna 25-letni po korekcie kardiochirurgicznej metodą Rastellego w 5. roku życia z powodu przetożenia wiel-

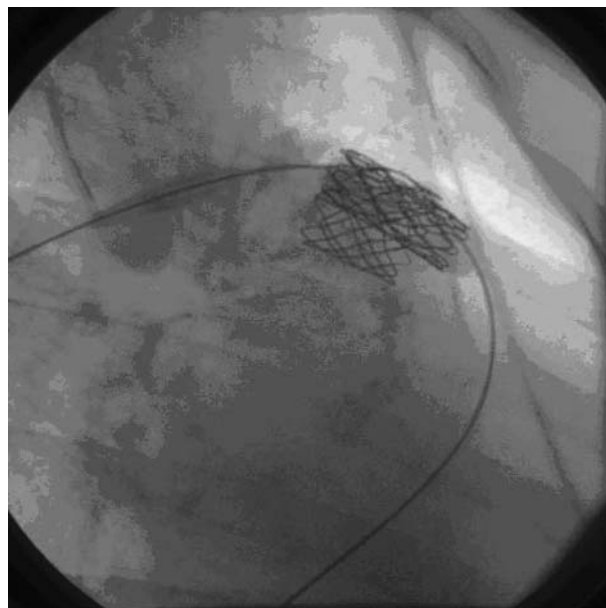


**Rycina 2.** Jednoczesna inflacja balonu w miejscu zwężenia z selektywną koronarografią – nie uwiidoczniło zwężenia tętnicy wieńcowej

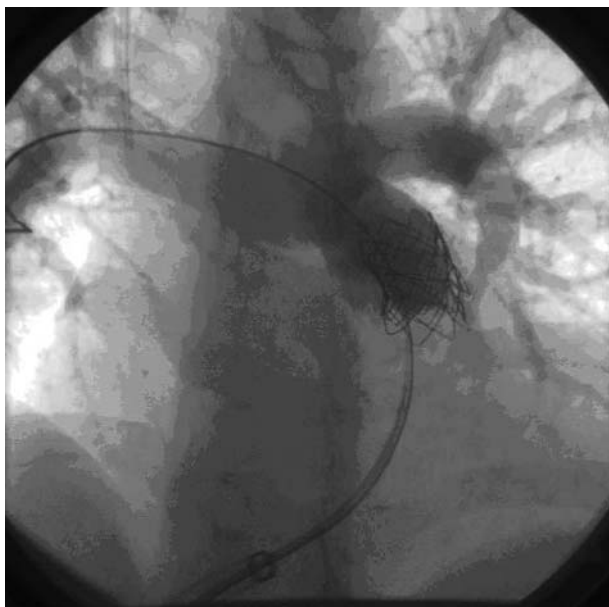
kich pni tętniczych, z ubytkiem przegrody międzykomorowej i zwężeniem drogi odpływu z prawej komory, został przyjęty do naszego ośrodka w celu diagnostyki i ustalenia postępowania terapeutycznego. Od roku chory zgłaszał pogorszenie tolerancji wysiłku. W badaniu echokardiograficznym stwierdzono znaczne powiększenie prawej komory – do 4,12 cm (norma do 2,26 cm), z istotną niedomykalnością płucną i trójdzielną (II/III stopień). W badaniu elektrokardiograficznym długość odstępu QRS wynosiła 0,16 s. Rezonans magnetyczny potwierdził zwiększoną objętość prawej komory serca równą 241 ml (norma 88–227 ml). Frakcja niedomykalności zastawki płucnej wynosiła 30%, natomiast gradient przepływu przez zwężony homograft płucny (Rycina 1) wyniósł 36 mmHg. Podjęto decyzję o próbie przezskórnej implantacji zastawki Melody na stencie. Zabieg wykonano w znieczuleniu ogólnym, z planową intubacją dotchawiczą, w ostonie antybiotykowej (cefazolina) przez nakłucie prawej żyły i tętnicy udowej (koszulka 6 F). Cewnikiem pig-tail 6 F wykonano pomiar ciśnienia w prawej komorze. Po wymianie cewnika na prawy wieńcowy Judkins 6 F zasondowano zwężony homograft. Po przewodniku ultrastiff Back-up Meyer 0,035' × 260 cm wprowadzono cewnik Multitrack 8 F, za pomocą którego wykonano pomiary ciśnień oraz badanie angiograficzne w projekcji lewobocznej 20 z głowową 30. Cewnik Multitrack wymieniono na wysokociśnieniowy cewnik balonowy Mullins × 22 mm. W tym samym czasie wykonano inflację cewnika balonowego na wysokości homograftu oraz selektywne podanie kontrastu do lewej tętnicy wieńcowej (w dwóch projekcjach – lewobocznej oraz PA). Wykluczono w ten sposób możliwość uciśnięcia lewej tętnicy wień-



**Rycina 3.** Implantacja pierwszego stentu w miejscu zwężonego homograftu



**Rycina 4.** Pierwszy etap implantacji zastawki – rozprężenie pierwszego balonu



**Rycina 5.** W angiografii stwierdzono prawidłową pozycję zastawki ze śladową niedomykalnością (indukowaną cewnikiem)

cowej przez stent (Rycina 2.). Po wykonanej predylatacji balonowej zamontowano stent CP 8 Zig 2,8 cm na balonie cewnika BIB (10/20 mm) i rozprężono w miejscu przewężenia homograftu (Rycina 3.). Następnie zastawkę Melody 18 mm umieszczono na balonie zestawu wprowadzającego o średnicy 22 mm i rozprężono w miejscu uprzednio wprowadzonego stentu CP (Rycina 4.). Po implantacji wykonano kontrolny pomiar ciśnień, stwierdzając spadek gradientu z 44 do 3 mmHg. Angiografia wykazała

prawidłową pozycję zastawki z niewielką niedomykalnością spowodowaną najpewniej pozycją cewnika (Rycina 5.).

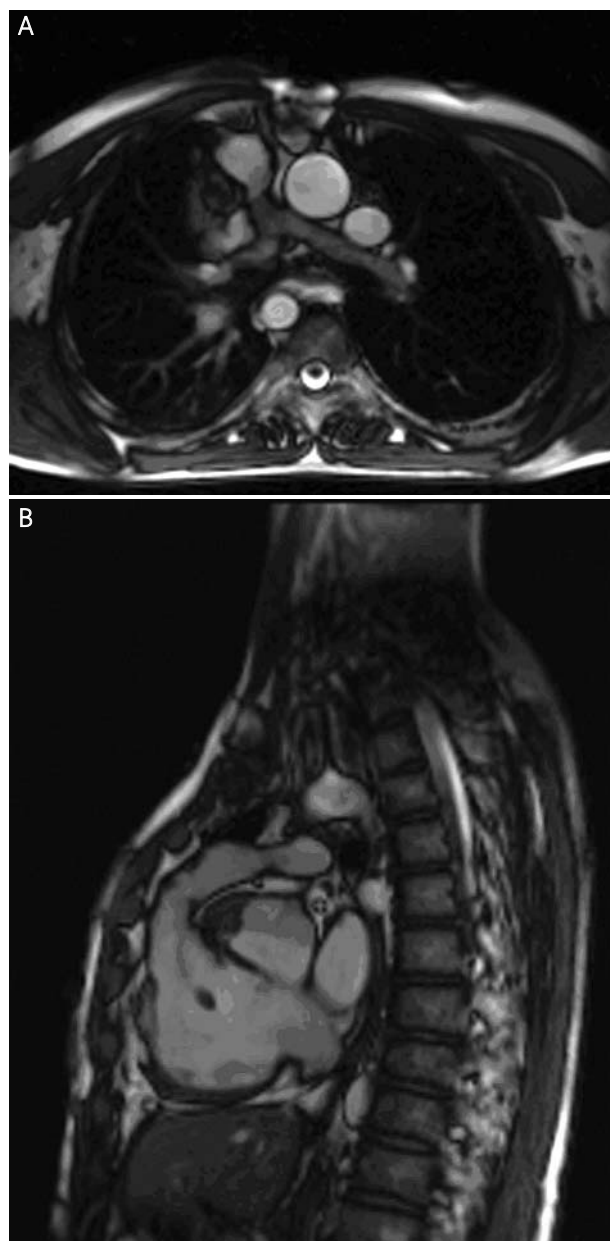
Zabieg przebiegł bez powikłań. Mężczyznę wypisano w stanie dobrym w 3. dobie po zabiegu z zaleceniem stosowania kwasu acetylosalicylowego przez 6 miesięcy.

### Przypadek 2

Chory 23-letni z odwróconym ułożeniem trzewi, pojedynczym odejściem tętnic wieńcowych po kardiochirurgicznej korekcji metodą Rastellego w 5. roku życia z powodu wrodzonej wady serca w postaci podwójnego odejścia pni tętniczych z lewej komory, ubytku międzykomorowego, zwężenia drogi odpływu prawej komory, został przyjęty do naszego ośrodka w celu ustalenia dalszego postępowania z powodu pogorszenia tolerancji wysiłku.

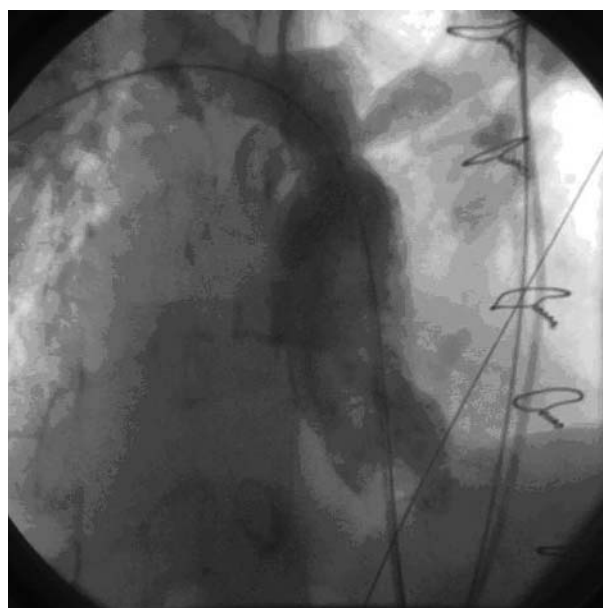
W badaniu echokardiograficznym stwierdzono obwodowe zwężenie homograftu w pozycji płucnej, z gradientem ciśnień równym 50 mmHg, powiększenie prawej komory oraz niedomykalność trójdzielną II/III stopnia. W rezonansie magnetycznym potwierdzono obecność obwodowego zwężenia homograftu o średnicy  $9,7 \times 10,5$  mm, z gradientem przepływu w tym miejscu równym 44 mmHg; w odcinku proksymalnym średnica protezy wynosiła 17 mm. Ponadto obwodowa część lewej tętnicy płucnej była zwężona do 6,5 mm (Ryciny 6. A i B).

Zabieg wykonano w znieczuleniu ogólnym (propofol, morfina, pankuronium), w osłonie antybiotykowej (cefazolina), z elektywną intubacją przez nakłucie prawej żyły udowej (koszulka 8 F), prawej tętnicy udowej (koszulka 6 F) oraz lewej żyły szyjnej (koszulka 8 F). Nie udało się wprowadzić cewnika od strony żyły udowej poprzez zwężony homograft, w związku z czym nakłuto żyłę szyjną. Cewnikiem Multitrack 6 F za-



**Rycina 6.** W rezonansie magnetycznym uwidoczono obwodowe zwężenie homograftu z pobliskim przebiegiem tętnicy wieńcowej

sondowano prawą komorę oraz tętnicę płucną, gdzie wykonano pomiar ciśnień. W angiografii stwierdzono silnie uwapniony homograft płucny o średnicy 21 mm. Obwodowa część homograftu była zwężona do średnicy 9,5 mm. Z tego miejsca odchodziły obie gałęzie płucne. Odejście prawej tętnicy płucnej miało średnicę 9 mm, natomiast lewej – 3 mm (Rycina 7). Jednocześnie wykonano koronarografię selektywną, w której stwierdzono odejście wszystkich naczyń wieńcowych od jednego wspólnego pnia. Ze względu na obecność zwężenia w miejscu odejścia gałęzi płucnych oraz pobliski przebieg tętnicy wieńcowej odstąpiono od przeszkórnej implantacji zastawki płucnej Melody na stencie.



**Rycina 7.** Angiografia płucna – obwodowe zwężenie homograftu płucnego z proksymalnym zwężeniem lewej tętnicy płucnej

### Omówienie i dyskusja

Korekcie kardiochirurgiczne wykorzystujące wszczepianie homograftów są uznaną i bardzo skuteczną metodą terapeutyczną. Podczas leczenia wrodzonych wad serca najczęściej zachodzi potrzeba implantacji homograftu w pozycję płucną. Niestety, w zastosowanym materiale biologicznym po kilku, kilkunastu latach zaczynają postępować procesy degeneracyjne, które z jednej strony powodują narastanie niedomykalności płucnej, a z drugiej mogą powodować istotne zawężenie drogi odpływu z prawej komory. Zależnie od tego, który proces dominuje, rozwija się przeciążenie objętościowe prawej komory bądź przeciążenie ciśnieniowe, z wszystkimi ich hemodynamicznymi konsekwencjami. Najważniejszym zagadnieniem w procesie diagnostycznym jest ustalenie optymalnego okresu reinterwencji. Jak wiadomo z własnego doświadczenia, ale przede wszystkim z dostępnego piśmiennictwa, im bardziej zaawansowane jest uszkodzenie struktury i funkcji prawej komory, tym mniejsze jest prawdopodobieństwo istotnej poprawy po zabiegu [5, 6]. Ze względu na ograniczony okres utrzymywania się pełnej funkcji homograftu zastawkowego, większość chorych wymaga kilku reoperacji. Każda kolejna torakotomia zwiększa ryzyko powikłań. Z powodu bezpośredniego sąsiedztwa homograftu z mostkiem, poprzez nasilone procesy wapnienia, dochodzi częstokroć do zrośnięcia tych struktur, co może czynić zabieg bardzo niebezpiecznym. Wpływa to negatywnie na psychikę chorego i zmniejsza komfort życia. Dotychczas alternatywą dla zabiegów kardiochirurgicznych była przeszkórna balonowa plastyka zwężonego homograftu lub wszczepienie stentu. Niewątpliwą korzyścią wynikającą z tych zabiegów jest bardzo krótki okres hospitalizacji, brak potrzeby głębokiego znieczulenia, a przede wszystkim uniknięcie

kolejnej wentrykulotomii, która powoduje powstanie blizn w mięśniu i tak już nieco uszkodzonej prawej komory.

Do tej pory leczenie takie obejmowało wyłącznie chorych ze zwężeniem homograftu, a było całkowicie niedostępne dla chorych z niedomykalnością płucną. Wprowadzona przez Bonhoeffera metoda uzupełnia tę ważną przestrzeń terapeutyczną. Jest ponadto idealnym rozwiązaniem w sytuacji współistnienia wady złożonej.

Kolejną korzyścią jest możliwość ponownej przeszskórnej implantacji zastawki w zastawkę w razie jej dysfunkcji bądź degeneracji, co może znacznie odsunąć w czasie potrzebę wykonania reinterwencji chirurgicznej. O technicznych możliwościach takiego postępowania donosi Nordmeyer, który analizował materiał dotyczący ponownego wszczepienia zastawki Melody u 20 chorych z jej wczesną dysfunkcją [7].

Ograniczeniem metody jest możliwość jej zastosowania przy średnicy drogi wypływu z prawej komory nie większej niż 22 mm. Jest to spowodowane dostępnością bydłych żylnych zastawek szyjnych, dla których jest to maksymalny wymiar. Niestety, najliczniejszą grupą chorych wymagających wymiany zastawki płucnej są dzieci i dorośli po korekcji tetralogii Fallota z użyciem łąty przepierścieniowej wykonanej w okresie wczesnodziecięcym, u których średnica pnia płucnego najczęściej przekracza ten wymiar. Z tego powodu trwają intensywne badania zmierzające do wprowadzenia tej metody terapeutycznej również dla wspomnianej wyżej grupy chorych [8].

Jak w przypadku większości procedur medycznych, tajemnicą sukcesu jest, obok doświadczenia wykonujących, bardzo staranny dobór chorych, co pozwala zminimalizować liczbę ewentualnych powikłań. Należą do nich: złamanie stentu, niestabilność implantu, uciśnięcie lewej tętnicy wieńcowej przez stent, pęknięcie homograftu oraz zamknięcie jednej z tętnic płucnych [3]. U chorego, który nie został zakwalifikowany do wszczepienia zastawki, istniało ryzyko uciśnięcia tętnicy wieńcowej oraz zamknięcia lewej tętnicy płucnej po wszczepieniu zastawki Melody (z powodu obwodowego zwężenia homograftu).

Najczęstszym opisywanym powikłaniem było złamanie stentu, które w materiale Nordmeyera wystąpiło aż u 21,1% chorych. U większości nie miało to konsekwencji hemodynamicznych. W jednym przypadku doszło jednak do fragmentacji stentu z następczą jego embolizacją. Według obserwacji wspomnianego wyżej autora podwyższone ryzyko złamania występuje w następujących sytuacjach: implantacja zastawki do „natywnej” drogi odpływu, niezwapniała droga odpływu oraz stwierdzenie tzw. zjawiska *recoil* zastawki (podczas deflacji balonu) [9].

Wyżej wymienione potencjalne powikłania wskazują na znaczenie właściwego doboru chorych oraz zasadność uprzedniego wszczepienia dodatkowego stentu w miejsce implantacji zastawki osadzonej na stencie, tak jak to zostało przeprowadzone u opisanego chorego.

Kolejnym potencjalnym bardzo groźnym powikłaniem jest uciśnięcie stentem tętnicy wieńcowej przebiegającej w po-

bliżu. Z tego powodu konieczna jest dokładna ocena morfologii naczyń, a w sytuacjach wątpliwych również wykonanie testu balonowego, który imituje sytuację powstałą po implantacji. Aby sprawdzić, czy implant uciskałby tętnicę wieńcową, balon umieszczony wewnątrz homograftu należy rozprężyć do maksymalnej średnicy, symulując w ten sposób sytuację, jaka wystąpiłaby po implantacji zastawki, jednocześnie należy wykonać selektywną koronarografię [10].

## Wnioski

1. Wprowadzenie do praktyki klinicznej przeszskórnej implantacji zastawki płucnej jest ważnym i bardzo potrzebnym osiągnięciem współczesnej kardiologii w leczeniu złożonych wrodzonych wad serca. Technika ta pozwala poprawić hemodynamikę drogi odpływu z prawej komory, poprawić funkcję prawej komory oraz odroczyć ingerencję kardiologiczną.
2. Prezentowane dwa przypadki pokazują zalety, ale także dokumentują nadal istniejące ograniczenia nowej metody. Oznacza to konieczność dalszych badań obejmujących zarówno doświadczenia ludzi, jak i postępy w nowo zastosowanej technologii.
3. Bliska współpraca kardiologiczno-kardiologiczna jest podstawowym źródłem sukcesu także w leczeniu złożonych wrodzonych wad serca.

## Piśmiennictwo

1. Bonhoeffer P, Boudjemline Y, Saliba Z, et al. Percutaneous replacement of pulmonary valve in a right-ventricle to pulmonary-artery prosthetic conduit with valve dysfunction. *Lancet* 2000; 356: 1403-5.
2. Demkow M, Rużyłto W, Włodarska EK, et al. Nieoperacyjne wszczepienie zastawki płucnej – pierwsze doświadczenia. *Kardiologia Pol* 2009; 67: 110-14.
3. Nordmeyer J, Coats L, Bonhoeffer P. Current experience with percutaneous pulmonary valve implantation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 18: 122-5.
4. Lurz P, Coats L, Khambadkone S, et al. Percutaneous pulmonary valve implantation. Impact of evolving technology and learning curve on clinical outcome. *Circulation* 2008; 117: 1964-72.
5. Włodarska EK, Demkow M. Percutaneous pulmonary valve implantation. *Post Kardiologia Interwa* 2007; 3: 199-201.
6. Therrien J, Siu SC, McLaughlin PR, et al. Pulmonary valve replacement in adults late after repair of tetralogy of Fallot: are operating too late? *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 1670-5.
7. Nordmeyer J, Coats L, Lurz P, et al. Percutaneous pulmonary valve-in-valve implantation: a successful treatment concept for early device failure. *Eur Heart J* 2008; 29: 810-5.
8. Boudjemline Y, Agnoletti G, Bonnet D, et al. Percutaneous pulmonary valve replacement in a large right ventricular outflow tract. An experimental study. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1082-7.
9. Nordmeyer J, Khambadkone S, Coats L, et al. Risk stratification, systemic classification, and anticipatory management strategies for stent fracture after percutaneous pulmonary valve implantation. *Circulation* 2007; 115: 1392-7.
10. Sridharan S, Coats L, Khambadkone S, et al. Transcatheter right ventricular outflow tract intervention: the risk to the coronary circulation. *Circulation* 2006; 113: 934-5.