

# Przezskórna implantacja zastawki płucnej

## *Percutaneous pulmonary valve implantation*

Elżbieta K. Włodarska<sup>1</sup>, Marcin Demkow<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika Wad Wrodzonych Serca, Instytut Kardiologii, Warszawa

<sup>2</sup> I Klinika Choroby Wieńcowej, Instytut Kardiologii, Warszawa

Post Kardiol Interw 2007; 3, 4 (10): 199–201

**Słowa kluczowe:** przezskórna implantacja zastawki, zastawka płucna, tetralogia Fallota

**Key words:** percutaneous valve implantation, pulmonary valve, tetralogy of Fallot

Nabyte wady zastawki płucnej należą do rzadkości, natomiast nieprawidłowości drogi odpływu prawej komory (ang. *right ventricle outflow tract* – RVOT) u chorych po operacjach wad wrodzonych serca są częstym problemem klinicznym. Największą grupę stanowią chorzy po operacji tetralogii Fallota, bez względu na sposób przeprowadzenia operacji korekcji całkowitej. Zarówno poszerzenie RVOT za pomocą łaty osierdziejowej, jak i wszczepienie konduitu skutecznie korygują zwężenie RVOT. Po kilku lub kilkunastu latach dochodzi do zmian degeneracyjnych prowadzących do zwężenia lub niedomykalności płucnej [1]. Drugą grupą chorych z dysfunkcją RVOT są osoby po korekcji chirurgicznej atrezji płucnej lub przełożenia wielkich naczyń ze stenozą płucną, u których zastosowano konduit łączący prawą komorę (RV) z tętnicą płucną [2]. Ostatnio coraz częściej problem ten dotyczy także chorych po operacji Rossa, u których stwierdza się zmiany degeneracyjne homograffu implantowanego w miejsce przeszczepionej w ujście aortalne zastawki płucnej [3].

Niewielka niedomykalność płucna we wczesnym okresie pooperacyjnym nie stanowi problemu klinicznego. Z czasem jednak przewlekłe przeciążenie objętościowe RV prowadzi do rozstrzeni oraz jej skurczowej i rozkurczowej niewydolności. Poszerzenie jamy RV powoduje rozciągnięcie pierścienia trójdzielnego i zwiększenie lub powstanie niedomykalności trójdzielnej, która przyczynia się do dalszej rozstrzeni RV, zwiększając ryzyko wystąpienia objawów niewydolności RV i nagłego zgonu [4–6].

Chorzy z istotną niedomykalnością lub zwężeniem zastawki płucnej wymagają reoperacji przed wystąpieniem cech dysfunkcji RV, często już po kilku latach

od zabiegu, a nieraz kilkakrotnie w ciągu życia. Kolejne operacje obciążone są coraz wyższym ryzykiem, podczas gdy odstąpienie od korekcji grozi rozwinięciem objawów niewydolności RV. Określenie optymalnego momentu przeprowadzenia reoperacji jest bardzo trudne. Zwykle na operację kieruje się chorych, u których występują objawy w postaci ograniczenia tolerancji wysiłku i zaburzeń rytmu serca, postępująca rozstrzeń RV i upośledzenie jej kurczliwości, szczególnie gdy istnieją czynniki dodatkowo zwiększające przeciążenie objętościowe RV, jak rezydualny ubytek przegrody międzykomorowej, zwężenie RVOT lub niedomykalność trójdzielna [7]. Wiadomo, że im większe uszkodzenie RV, tym mniejsza szansa na poprawę jej funkcji po operacji. Jak wynika z wieloletnich obserwacji, znacznie lepsze wyniki operacyjne stwierdza się u tych chorych, u których interwencję podjęto przed wystąpieniem objawów niewydolności RV, kierując się pogorszeniem tolerancji wysiłku w kolejnych testach ergospirometrycznych. Ze względu na ryzyko kolejnego zabiegu operacyjnego, zwykle dobry stan ogólny młodego chorego, aktywnego zawodowo, decyzję o reoperacji podejmuje się zbyt późno [8]. Ryzyko pierwszej reoperacji jest stosunkowo niewysokie, ale zwiększa się istotnie z każdą kolejną procedurą. Poza ryzykiem krwawienia, infekcji, dysfunkcji wszczepionej zastawki, w wyniku kolejnej wentrykulotomii zwiększa się ryzyko niewydolności RV i powstania substratu dla groźnych zaburzeń rytmu.

Przezskórna implantacja zastawki płucnej (ang. *percutaneous pulmonary valve implantation* – PPVI) otwiera nowy rozdział kardiologii interwencyjnej, dając szansę setkom młodych ludzi po operacjach wad wrodzonych na uniknięcie kolejnych operacji, powikłań z nimi zwią-

**Adres do korespondencji/Corresponding author:** dr n. med. Elżbieta Katarzyna Włodarska, Klinika Wad Wrodzonych Serca, Instytut Kardiologii, ul. Alpejska 42, 04-628 Warszawa, tel. +48 22 343 46 34, e-mail: wlodarsk@ikard.pl



**Ryc. 1.** Konduit płucny z zastawką – fragment żyły szyjnej wołu zawierający zastawkę, wszyty do wnętrza stentu

**Fig. 1.** Pulmonary valve conduit derived from a bovine jugular vein with no discontinuity between the lumen of the conduit and the valve it incorporates

zanych, długiego pobytu w szpitalu i wielotygodniowej rehabilitacji. Ułatwia podjęcie wcześniejszej decyzji o interwencji, dzięki czemu należy się spodziewać lepszych wyników leczenia. W 2000 r. Philipp Bonhoeffer po raz pierwszy wszczepił zastawkę płucną metodą przeszskórną u 12-letniego chłopca po operacji atrezji płucnej i ubytku przegrody międzykomorowej [9]. Do tej pory na całym świecie wszczepiono tą metodą ponad 300 zastawek płucnych. Opublikowane w 2006 r. przez zespół Bonhoeffera wyniki PPVI pokazują wysoką skuteczność zabiegu i niewielki odsetek powikłań [10]. Wśród 121 pacjentów największą grupę stanowili chorzy po operacji tetralogii Fallota (57,5%), po wszczepieniu homograftu (76,6%) i po dwóch sternotomiach. Średni czas



**Ryc. 2.** Schemat sposobu wszczepienia zastawki płucnej

**Fig. 2.** A scheme of PPVI procedure

zabiegu wynosił 102 minuty, hospitalizacja – 2–22 dni (po operacji 7–114 dni). Uzyskano szybką poprawę tolerancji wysiłku, potwierdzoną obiektywnie wzrostem wysiłkowego zużycia tlenu. U chorych ze zwężeniem RVOT stwierdzono spadek gradientu między RV a tętnicą płucną z  $37 \pm 21$  do  $17,7 \pm 10,7$  mmHg ( $p < 0,001$ ). Istotnie zmniejszyła się frakcja niedomykalności płucnej (z  $24,4 \pm 15,0$  do  $3,3 \pm 4,6\%$ ,  $p < 0,001$ ) i objętość końcoworozkurczowa RV (ze  $158,0 \pm 59,6$  do  $144,5 \pm 73,4$  ml/skurcz,  $p < 0,001$ ).

Zastawka Melody Medtronic składa się z 28-milimetrowego fragmentu cielejcej żyły szyjnej na rozprężalnym stencie z platyny i irydu (ryc. 1.). Wprowadzana jest przez dostęp z żyły udowej lub prawej szyjnej wewnętrznej, pod kontrolą angiograficzną i rozprężana za pomocą balonu (ryc. 2.). Zabieg trwa około 70–125 minut. Czas ekspozycji na promienie rentgenowskie wynosi 11–36 minut.

Wskazania do zabiegu są podobne do wskazań do leczenia operacyjnego: istotna (umiarkowana/duża) niedomykalność zastawki ze zwężeniem lub bez, rozstrzeń RV lub uporczywe zaburzenia rytmu. Skuteczność zabiegu i jego bezpieczeństwo zależą przede wszystkim od odpowiedniej selekcji chorych [11]. Zastawkę stosuje się u chorych po wszczepieniu homograftu lub innego konduitu łączącego RV z tętnicą płucną, w których stwierdza się niedomykalność płucną lub zwężenie konduitu lub homograftu w wyniku procesu degeneracyjnego. Zwapnienia i zwężenie RVOT ułatwiają stabilne ustawienie zastawki w odpowiednim miejscu. Największym ograniczeniem metody jest rozmiar zastawki limitowany wymiarami żyły szyjnej wołu. Szerokość drogi odpływu musi zawierać się między 16 a 22 mm. Płatki zastawki mają jednak znacznie większą powierzchnię niż zastawki homograftu oraz większy obszar koaptacji. Sprawia to, że zastawka pozostaje szczelna pomimo rozciągnięcia żyły. Długość zwężenia nie powinna przekraczać 5 cm. U chorych z tetralogią Fallota po korekcji zwężenia RVOT za pomocą łaty zwykle obserwuje się tętniakowate poszerzenie RVOT, co uniemożliwia PPVI. Przeszkórna implantacja zastawki do zewnątrzsercowego konduitu płucnego (przełożenie wielkich naczyń, wspólny pień tętniczy lub atrezja płucna), szczególnie w wypadku ciasnego zwężenia i obecności masywnych zwapnień, jest trudniejsza technicznie. Wymaga zastosowania odpowiedniego systemu wprowadzającego i dużego doświadczenia. Dostęp operacyjny do leżącego za mostkiem konduitu, często zrośniętego ze ścianą klatki piersiowej i zwapniałego, jest jednak znacznie bardziej niebezpieczny i niejednokrotnie PPVI jest jedyną opcją terapeutyczną.

Zasadnicze znaczenie dla określenia warunków do zabiegu PPVI ma ocena morfologii RVOT, stopnia niedomykalności i zwężenia płucnego oraz czynności RV. Badanie echokardiograficzne odpowiada na większość pytań dotyczących wielkości gradientu płucnego i stop-

nia niedomykalności płucnej. Najlepszą ocenę morfologii i czynności RVOT uzyskuje się jednak za pomocą rezonansu magnetycznego. Badanie to pozwala na precyzyjną ocenę objętości i czynności RV oraz wielkości niedomykalności płucnej. Szczególnie przydatna jest trójwymiarowa rekonstrukcja RVOT, uwidaczniająca kondukt we wszystkich płaszczyznach, dzięki czemu uzyskuje się prawdziwą ocenę zwężenia w jego zagięciach i skręceniach [12, 13]. Badanie echokardiograficzne i rezonans magnetyczny są również nieodzowne w ocenie wyników zabiegu.

Możliwe powikłania PPVI to pęknięcie homograftu, migracja zastawki, ucisk tętnicy wieńcowej, uszkodzenie stentu, zwężenie zastawki na skutek separacji zastawki od stentu, zatorowość płucna, infekcyjne zapalenie wsierdzia i hemoliza. Nie obserwowano zgonów związanych z procedurą. Najczęstszym powikłaniem późnym jest uszkodzenie stentu, które wystąpiło u 21% chorych. U większości nie podejmowano interwencji. W kilku przypadkach implantowano drugą zastawkę wewnątrz uszkodzonej [14].

Wstępne obserwacje opublikowane przez Bonhoefera i wsp. pokazują, że PPVI jest metodą skuteczną i bezpieczną [15]. Przywrócenie szczelności zastawki płucnej zmniejsza objętość RV, poprawia frakcję wyrzutową RV, napełnianie lewej komory i zwiększa rzut serca. Jeżeli jednak zabieg przeprowadzony jest po wystąpieniu objawów, nie obserwuje się obiektywnej poprawy w badaniach wysiłkowych. Mniejsze ryzyko powikłań niż w wypadku leczenia operacyjnego wpływa na decyzję zarówno lekarza, jak i chorego o wcześniejszej interwencji, dzięki czemu można zapobiec trwałemu uszkodzeniu RV. Wskazaniem do zabiegu powinno być obniżenie maksymalnego zużycia tlenu w seryjnie powtarzanych badaniach wysiłkowych, a nie, jak dotąd, powiększenie RV i objawy niewydolności serca.

Ze względu na krótki okres obserwacji nieznana jest trwałość zastawki wszczepianej przezskórnie [16], jednak zabieg może być kilkakrotnie powtarzany. Mniej powikłań i krótszy pobyt w szpitalu powodują, że koszty leczenia są znacznie niższe. Nie bez znaczenia jest fakt, że

zabieg przezskórny, jako mniej inwazyjny, będzie zawsze preferowany przez chorego.

### Piśmiennictwo

1. de Ruijter FT, Weenink I, Hitchcock FJ i wsp. Right ventricular dysfunction and pulmonary valve replacement after correction of tetralogy of Fallot. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1794-1800.
2. Stark J, Bull C, Stajević M i wsp. Fate of subpulmonary homograft conduits: determinants of late homograft failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 115: 506-516.
3. McGoon DC, Danielson GK, Puga FJ i wsp. Late results after extracardiac conduit repair for congenital cardiac defects. *Am J Cardiol* 1982; 49: 1741-1749.
4. Gatzoulis MA, Elliott JT, Guru V i wsp. Right and left ventricular systolic function late after repair of tetralogy of Fallot. *Am J Cardiol* 2000; 86: 1352-1357.
5. Helbing WA, Niezen RA, Le Cessie S i wsp. Right ventricular diastolic function in children with pulmonary regurgitation after repair of tetralogy of Fallot: volumetric evaluation by magnetic resonance velocity mapping. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1827-1835.
6. Gatzoulis MA, Balaji S, Webber SA i wsp. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. *Lancet* 2000; 356: 975-981.
7. Oechslin EN, Harrison DA, Harris L i wsp. Reoperation in adults with repair of tetralogy of Fallot: indications and outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 245-251.
8. Therrien J, Siu SC, McLaughlin PR i wsp. Pulmonary valve replacement in adults late after repair of tetralogy of fallot: are we operating too late? *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 1670-1675.
9. Bonhoeffer P, Boudjemline Y, Saliba Z i wsp. Percutaneous replacement of pulmonary valve in a right-ventricle to pulmonary-artery prosthetic conduit with valve dysfunction. *Lancet* 2000; 356: 1403-1405.
10. Nordmeyer J, Coats L, Bonhoeffer P. Current experience with percutaneous pulmonary valve implantation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 18: 122-125.
11. Khambadkone S, Bonhoeffer P. Nonsurgical pulmonary valve replacement: why, when, and how? *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 62: 401-408.
12. Li W, Davlouros PA, Kilner PJ i wsp. Doppler-echocardiographic assessment of pulmonary regurgitation in adults with repaired tetralogy of Fallot: comparison with cardiovascular magnetic resonance imaging. *Am Heart J* 2004; 147: 165-172.
13. Schievano S, Coats L, Migliavacca F i wsp. Variations in right ventricular outflow tract morphology following repair of congenital heart disease: implications for percutaneous pulmonary valve implantation. *J Cardiovasc Magn Reson* 2007; 9: 687-695.
14. Nordmeyer J, Khambadkone S, Coats L i wsp. Risk stratification, systematic classification, and anticipatory management strategies for stent fracture after percutaneous pulmonary valve implantation. *Circulation* 2007; 115: 1392-1397.
15. Coats L, Khambadkone S, Derrick G i wsp. Physiological consequences of percutaneous pulmonary valve implantation: the different behaviour of volume- and pressure-overloaded ventricles. *Eur Heart J* 2007; 28: 1886-1893.
16. Coats L, Tsang V, Khambadkone S i wsp. The potential impact of percutaneous pulmonary valve stent implantation on right ventricular outflow tract re-intervention. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27: 536-543.