

Walwuloplastyka balonowa w krytycznym zwężeniu zastawki aortalnej u noworodków

Balloon valvuloplasty for the treatment of neonatal critical valvular aortic stenosis

Paweł Dryżek¹, Jadwiga Moll¹, Tomasz Moszura¹, Beata Politowska¹,
Marek Kopala² i Andrzej Sysa¹

¹Klinika Kardiologii Instytutu „Centrum Zdrowia Matki Polki” w Łodzi

²Klinika Kardiochirurgii Instytutu „Centrum Zdrowia Matki Polki” w Łodzi

Abstract

Background: *Newborns with critical aortic stenosis present symptoms of severe heart failure in the earliest period of life. They can be treated by surgical valvulotomy or percutaneous balloon valvuloplasty (PBV) as an alternative to cardiac surgery. The aim of this study was to review our own experience with balloon dilatation of congenital critical aortic stenosis in newborns.*

Material and methods: *In our department the procedures of PBV in neonates with critical aortic stenosis have been performed since 1996. 27 newborns underwent PBV, aged 1 to 27 days (mean 7 days), weighted from 1.8 to 4.5 kg. 18 patients were prostaglandin E dependent, 16 patients were treated with catecholamine infusions to improve the contractility. 8 patients had ventilatory support. All patients were examined preoperatively by TTE, which was sufficient for qualification to PBV. We estimated precisely aortic valve: ring diameter, number of leaflets, their deformation and degree of stenosis. Left ventricle diameters with ejection fraction, signs of fibroelastosis and presence of mitral regurgitation were detected, too. All survivors were followed up and compared with the group of children who died.*

Results: *The intervention was performed by surgical preparation of the left carotid artery as a routine procedure (26/27 patients), except for one, who had right femoral artery approach. Mean systolic left ventricle-aorta gradient decreased after valvuloplasty from 58 mm Hg to 22 mm Hg by cardiac ultrasound. Nineteen patients survived (70.4%). There were 8 deaths (29.6%). Four patients required cardiac surgery in the mean follow up of 52 months. The mean residual aortic gradient was 36 mm Hg in the rest of pts and all of them (15) had normal left ventricular function.*

Conclusions: *PBV is an effective palliative procedure for critical aortic stenosis in neonates. Treatment results are related to the children's condition prior to valvuloplasty and to severity of left ventricular dysfunction.* (Folia Cardiol. 2005; 12: 752–758)

critical aortic stenosis, neonate, balloon dilatation

Adres do korespondencji: Dr med. Paweł Dryżek
Klinika Kardiologii, Instytut CZMP w Łodzi
ul. Rzgowska 281/289, 91–946 Łódź
tel. (0 42) 271 21 84, faks (0 42) 271 14 78
e-mail: pawdry@tlen.pl
Nadesłano: 30.05.2005 r. Przyjęto do druku: 27.07.2005 r.

Wstęp

Zabieg przezskórnej plastyki balonowej w zwężeniu zastawki aortalnej wykonuje się od 1986 r. Jest to alternatywna metoda leczenia w stosunku do zabiegu kardiochirurgicznego.

Zastawkowe zwężenie aorty stanowi ok. 6% wrodzonych wad układu krążenia. Szczególną postacią tej wady jest krytyczne zwężenie zastawkowe aorty, które już od najwcześniejszego okresu życia prowadzi do niewydolności serca. Wada ta stanowi bezpośrednie zagrożenie życia dziecka, wymaga podjęcia terapii ze wskazań życiowych. Jej leczenie polega na operacyjnym nacięciu zrośniętych spoidel zastawki aortalnej lub na przeszko-rnej walwuloplastyce balonowej. Obie metody wiążą się z dużym ryzykiem zgonu [1–3].

Celem pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń w leczeniu noworodków z krytycznym zastawkowym zwężeniem aorty za pomocą balonowej walwuloplastyki.

Material i metody

Badaniami objęto 27 noworodków z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej leczone interwencyjnie za pomocą balonowej walwuloplastyki w Klinice Kardiologii Instytutu CZMP w Łodzi w latach 1996–2003. W badanej grupie było 18 chłopców (67%) i 9 dziewczynek (33%). Masa ciała pacjentów wynosiła 1,8–4,5 kg. Zabieg interwencyjny walwuloplastyki przeprowadzano u dzieci w wieku 1–27 dni (śr. 7 dni). U 18 noworodków (66,7%) wada miała charakter przewodozależnej i dzieci otrzymywały ciągle wlew prostaglandyny E1 (Prostin VR). Z powodu nasilonych objawów niewydolności serca 16 dzieciom (59,25%) podawano aminy katecholowe. U 8 noworodków stosowano oddech zastępczy przed zabiegiem.

Podstawowym badaniem diagnostycznym (poza badaniem fizykalnym, badaniami EKG i RTG klatki piersiowej) było badanie echokardiograficzne [2D, badanie dopplerowskie metodą: fali ciągłej (CW, *continuous wave*), fali pulsacyjnej (PW, *pulse wave*) oraz znakowane kolorem]. Na podstawie wyniku badania echokardiograficznego oceniano budowę zastawki aortalnej, wielkość pierścienia, gradient zwężenia lewa komora–aorta, wymiar rozkurczowy lewej komory, frakcję wyrzutową (EF, *ejection fraction*), obecność i stopień niedomykalności zastawki dwudzielnej. Badanie echokardiograficzne wykonywano przed walwuloplastyką, a następnie bezpośrednio po zabiegu, po miesiącu, po 3 i 6 miesiącach oraz po kolejnym roku od interwencji.

Przed zabiegiem oraz bezpośrednio po nim wykonano cewnikowanie z pomiarem ciśnienia w lewej komorze i oceną gradientu.

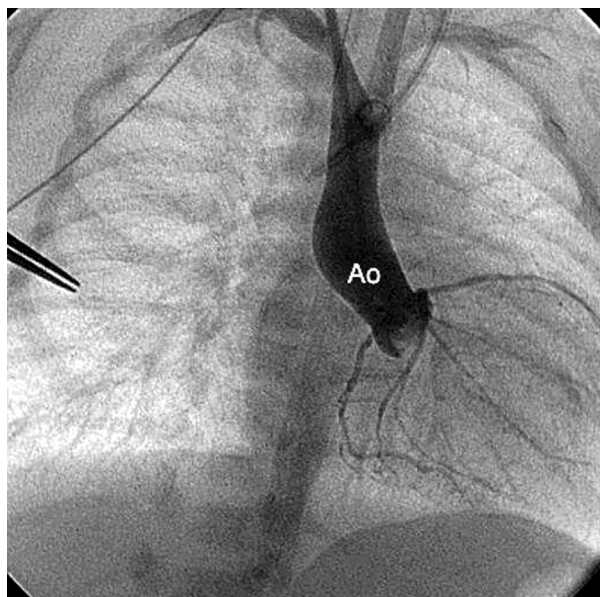
Porównano grupę dzieci, które przeżyły z grupą pacjentów, którzy zmarli. Uwzględniono następujące czynniki ryzyka: podawanie prostaglandyn,

katecholamin, stosowanie oddechu zastępczego, budowa zastawki aortalnej (dwu- lub trójplatkowa) i średnica pierścienia, niedomykalność zastawki dwudzielnej, upośledzenie funkcji lewej komory. Uzyskane wyniki poddano analizie.

Zabiegi walwuloplastyki balonowej przeprowadzono w znieczuleniu ogólnym, pacjentów intubowano i mechanicznie wentylowano. Monitorowano ciśnienie tętnicze przez kaniulację tętnicy obwodowej. Zabiegi wykonywano z dojścia do prawej tętnicy szyjnej wspólnej, chirurgicznie odsłaniając naczynia. Tylko w jednym przypadku zabieg przeprowadzono przez tętnicę udową. Po założeniu przez koszulkę wewnątrznaczyniową 4 F lub 5 F cewnika jedno- lub wielootworowego, wykonywano pomiar ciśnienia oraz badanie angiograficzne, oceniając średnicę pierścienia zwężonej zastawki. Następnie przez cewnik wieńcowy Judkins prawy lub Vertebral umieszczony w aorcie wstępującej nad zastawką aortalną wprowadzano do jamy lewej komory przewodnik teflonowy wieńcowy 0,014 lub z bardzo miękkim końcem 0,018. Po dokonaniu pomiaru ciśnienia w lewej komorze i gradientu ciśnień przez zastawkę aortalną oraz po wymianie na cewnik balonowy (najczęściej Tyshak o długości 2 cm), poza dwoma przypadkami, w których użyto cewnika balonowego o średnicy 4,5 i 5,0 mm firmy Cordis, przeprowadzono walwuloplastykę balonową. Bezpośrednio po zabiegu dokonano kontrolnych pomiarów ciśnień w lewej komorze i aorcie w celu oceny wielkości gradientu oraz wykonano badanie angiograficzne, aby określić stopień niedomykalności zastawki aortalnej. Po usunięciu koszulki wewnątrznaczyniowej ścianę tętnicy zaopatrywano chirurgicznie (ryc. 1, 2).

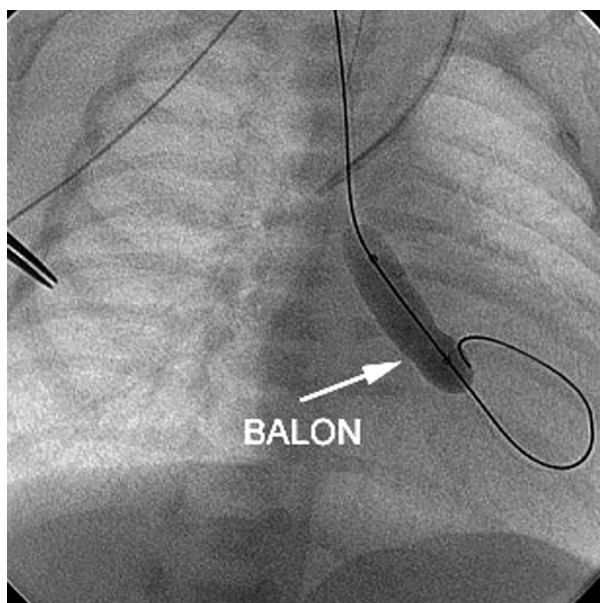
Wyniki

Na podstawie wyniku badania echokardiograficznego wykonanego przed zabiegiem u wszystkich 27 noworodków stwierdzono pogrubiałe, zniekształcone płatki zastawki aortalnej. U 18 (66,7%) dzieci zastawka była dwupłatkowa. Średnica pierścienia aortalnego wynosiła 4,8–9,5 mm, a gradient pomiędzy lewą komorą i aortą wynosił 25–112 mm Hg (śr. 58,1 mm Hg). Niedomykalność aortalną stwierdzono u 3 noworodków. Powiększenie znacznego stopnia wymiaru późnorozkurczowego lewej komory wykazano u 8 (29,6%) pacjentów. Cechy zaawansowanej fibroelastozy występowały u 4 noworodków. Upośledzenie funkcji lewej komory, czyli wartość EF poniżej 50%, stwierdzono u ponad połowy badanych (14 dzieci). Niedomykalność zastawki dwudzielnej występowała u 15 noworodków (55%), w tym u 9 z nich była to niedomykalność III stopnia.



Rycina 1. Aortografia w projekcji przednio-tylnej. Krytyczne zwężenie zastawki aortalnej u noworodka

Figure 1. Anterior-posterior oblique aortogram showing critical aortic stenosis in the newborn



Rycina 2. Walwuloplastyka balonowa w zwężeniu zastawki aortalnej

Figure 2. Balloon dilatation of the stenotic aortic valve

Przed zabiegiem interwencyjnym, w czasie cewnikowania serca wykonano bezpośredni pomiar ciśnienia w lewej komorze i aorcie — uzyskano gradient 29–130 mm Hg (śr. 56 mm Hg). Średnica pier-

ścienia aortalnego u badanych wynosiła 4,5–9 mm, średnica cewnika balonowego zastosowanego do badania — 4,5–10 mm, a stosunek średnicy cewnika balonowego do średnicy pierścienia zastawki aortalnej — 0,85–1,1, (śr. 0,9). Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Wyniki wczesne i odległe

Zabieg przeżyło 19 dzieci (70,4%). Czas obserwacji wyniósł 14–96 miesięcy (śr. 52 miesiące). U 15 pacjentów w przebiegu zabiegu nie odnotowano powikłań. Resztkowy gradient lewa komora–aorta wyniósł 18–46 mm Hg (śr. 36 mm Hg), nie wykazano zaburzeń funkcji lewej komory. Powikłania lub dodatkowe zabiegi wykonano u 4 dzieci. U pacjenta oznaczonego numerem 12 z powodu narastania gradientu na zastawce aortalnej oraz przerostu lewej komory 2 miesiące po zabiegu walwuloplastyki balonowej przeprowadzono zabieg chirurgicznej komisurotomii. Ponadto w czasie tej operacji wykonano plastykę zastawki dwudzielnej. Po upływie następnych 2 lat z powodu narastania zaburzeń hemodynamicznych spowodowanych zwężeniem i niedomykalnością zastawki mitralnej u dziecka konieczna była wymiana zastawki dwudzielnej na sztuczną St. Jude. U dziecka oznaczonego numerem 14, u którego wykazano współistniejącą koarktację aorty, po 2 tygodniach od zabiegu na zastawce aortalnej wykonano skuteczną angioplastykę zwężonej cieśni aorty. U dziecka oznaczonego numerem 3 po 5 latach od przeprowadzenia zabiegu balonowej plastyki zastawki aortalnej wykonano operację metodą Konno-Rossa z powodu narastania zwężenia w drodze wypływu z lewej komory oraz na zastawce.

U pacjenta oznaczonego numerem 11 w ciągu 3 lat stwierdzano stopniowe narastanie gradientu między lewą komorą–aortą oraz przerostu mięśnia lewej komory, wykonano więc operację metodą Rossa.

W badanej grupie zmarło 8 dzieci (29,6%). Zgon nastąpił w okresie od 4. doby do 3 tygodni po przeprowadzeniu zabiegu walwuloplastyki. U 1 pacjenta nie wiązał się z zbiegiem i jego powikłaniami. U 1 noworodka w czasie zabiegu nastąpił zgon z powodu ostrej niedomykalności aortalnej spowodowanej rozerwaniem płotka bezwieńcowego. Przyczyną zgonu u pozostałych dzieci było znaczna niewydolność serca oraz współistniejące nadciśnienie płucne.

Porównano grupę dzieci, które przeżyły zabieg walwuloplastyki (grupa I) z grupą zmarłych pacjentów (grupa II), uwzględniając następujące czynniki: wiek w czasie zabiegu, otrzymywanie prostaglandyn i katecholamin, stosowanie oddechu zastępczego, wielkość pierścienia aortalnego i budowa zastawki aortalnej, niedomykalność zastawki dwudzielnej,

Tabela 1. Charakterystyka pacjentów przed leczeniem interwencyjnym i po nim**Table 1.** Clinical and hemodynamic data before and after balloon dilatation

Lp.	Wiek (dni)	PGE1	Aminy katecholowe	EF (%)	IM	Gradient LV-aorta [mm Hg]		AR	Stosunek balon/aorta	Powikłania Uwagi
						Przed	Po			
1	2	+	+	66	II	78	28	II	0,9	
2	10			63	I	112	44	II	0,85	
3	14			71		80	38	I	0,98	
4	27		+	32	I	60	22	II/III	0,9	Zgon
5	18			67		81	26	II	1,0	
6	3	+	+	38		32	36	I	1,0	
7	1	+	+	20	III	25	15	II	1,1	Zgon, ZW
8	1	+	+	38	III	31	22	I	1,0	Zgon, PH
9	4	+		69	I	90	35	II	0,95	Zgon, 1800 g, PH
10	10	+	+	10	II	36	38	II	0,9	
11	1	+	+	15	III	30	36	I	0,9	ZW
12	1	+	+	38	III	35	36	II	1,0	
13	6	+	+	36		40	10	I	1,0	
14	3			65		70	23	I	1,0	
15	2	+		64	I	103	36	I	0,9	
16	6	+	+	31		50	25	I	0,9	
17	12			74		83	32	I	1,1	
18	20			86	II/III	74	20	II	1,0	Zgon, PH
19	12			63	I/II	112	16	I/II	0,9	
20	10	+	+	41		50	30	II	0,97	
21	1	+	+	30	III	35	10	II	0,97	Zgon, ZW
22	2	+	+	35	III	36	16	II	0,96	Zgon, PH
23	11			80		90	36	I	1,0	
24	1	+	+	49	III	58	26	IV	1,1	Zgon, ZW
25	2	+	+	55	III	50	15	II	1,0	
26	3	+	+	42	II	48	12	I	0,9	
27	8	+		58	I	51	15	I	0,9	

PGE1 — prostaglandyna E1; EF (*ejection fraction*) — frakcja wyrzutowa, IM (*mitral insufficiency*) — niedomykalność zastawki mitralnej; LV (*left ventricle*) — lewa komora, AR (*aortic regurgitation*) — niedomykalność zastawki aortalnej; PH (*pulmonary hypertension*) — nadciśnienie płucne; ZW — zwłóknienie wsierdzia

funkcja lewej komory (wartość EF). Dane z analizy porównawczej zawarto w tabeli 2.

Dyskusja

Pacjentów z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej można leczyć chirurgicznie lub metodą przezskórnej walwuloplastyki balonowej. Obecnie większość ośrodków preferuje w pierwszym etapie terapii metodę walwuloplastyki balonowej, ponieważ uważa się, że jest ona mniej inwazyjna niż operacja kardiochirurgiczna i stanowi terapię paliatywną, ratującą życie, która w dalszym etapie umożli-

wia leczenie kardiochirurgiczne [4–6]. Dzieci do leczenia wspólnie kwalifikują kardiologzy i kardiochirurdzy. W ośrodku autorów niniejszej pracy pacjentów z trójpłatkową zastawką aortalną o cienkich zrosniętych płatkach zazwyczaj kieruje się do leczenia chirurgicznego [7]. Podejmując decyzję dotyczącą rodzaju zabiegu, bierze się pod uwagę również stan ogólny pacjenta. Noworodka z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej i w bardzo ciężkim stanie kwalifikuje się do zabiegu interwencyjnego, niezależnie od budowy zastawki. Podobnie noworodki z zastawką aortalną o pogrubiałych, zdeformowanych, zrosniętych płatkach kieruje się do lecze-

Tabela 2. Występowanie czynników ryzyka w grupie pacjentów, którzy przeżyli i zmarli**Table 2.** Risk factors in two groups of patients: alive and dead

Czynniki ryzyka		Chorzy, którzy przeżyli (n = 19, 100%)	Chorzy, którzy zmarli (n = 8, 100%)
Wiek (dni)	0–7	10 (52,6%)	6 (75%)
	> 7	9 (47,4%)	2 (25%)
Prostaglandyna	Tak	12 (63,2%)	6 (75%)
	Nie	7 (36,8%)	2 (25%)
Katecholaminy	Tak	10 (52,6%)	6 (75%)
	Nie	9 (47,4%)	2 (25%)
Zastawka aortalna	Dwupłatkowa	12 (63,2%)	6 (75%)
	Trójpłatkowa	7 (36,8%)	2 (25%)
Niedomykalność zastawki mitralnej	Tak	7 (36,8%)	6 (75%)
	Nie	12 (63,2%)	2 (25%)
Fracja wyrzutowa (%)	< 50	8 (42,1%)	6 (75%)
	> 50	11 (57,9%)	2 (25%)
Sztuczna wentylacja	Tak	4 (21,1%)	4 (50%)
	Nie	15 (78,9%)	4 (50%)

nia interwencyjnego za pomocą walwuloplastyki balonowej. Zasady kwalifikacji do terapii pacjentów z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej w innych ośrodkach są podobne [2, 3, 8–10]. W badanej grupie spośród 27 dzieci u 12 noworodków ze względu na ciężki stan ogólny i objawy niewydolności serca zabieg przeprowadzono w pierwszych 3 dniach życia, w tym u 6 dzieci — z powodu nasilenia objawów niewydolności — w pierwszych godzinach po urodzeniu. U 5 pacjentów powyższe zaburzenia stwierdzano już w okresie życia płodowego. W grupie tej zmarło 5 spośród 12 noworodków (42%), w tym u 2 dzieci stwierdzono dodatkowo nadciśnienie płucne znacznego stopnia, niepoddające się farmakoterapii. Duża śmiertelność w tej grupie noworodków wiązała się ze znacznym stopniem zaawansowania zmian wtórnych w lewej komorze, występujących już od wczesnego okresu życia płodowego, doprowadzających do znacznego uszkodzenia mięśnia lewej komory, z zaburzeniami kurczliwości, podwyższeniem ciśnienia późnorozkurczowego lewej komory, ze znaczną niedomykalnością zastawki mitralnej i podwyższeniem ciśnienia w łożysku płucnym [3, 11–13].

Przyjmuje się, że średnica balonu użytego podczas zabiegu plastyki zwężonego ujścia nie powinna być większa od średnicy pierścienia aortalnego [14, 15]. W niniejszym badaniu stosunek średnicy cewnika balonowego do średnicy pierścienia zastawki aortalnej wynosił 0,85–1,1 (śr. 0,90). Wydaje

się, że istotna niedomykalność zastawki aortalnej po zabiegu walwuloplastyki balonowej raczej wiązała się z nieprawidłową budową pogrubiałych, zrosniętych płatków zastawki aortalnej (zastawka dwupłatkowa), a nie ze średnicą cewnika balonowego użytego do interwencji [16–18].

Spółród pozostałych 15 noworodków zmarło 2 dzieci (13,3%). Ogólna śmiertelność w grupie leczonych pacjentów wynosiła 8/27, co stanowi 29,6% i jest to wartość porównywalna do wyników uzyskanych w innych ośrodkach [3, 8, 9, 19–21].

Jako regułę przyjęto dostęp do aorty poprzez tętnicę szyjną wspólną prawą [22]. U 26 osób spośród 27 pacjentów zabieg walwuloplastyki aortalnej wykonano z chirurgicznego odsłonięcia prawej tętnicy szyjnej wspólnej. Tylko w jednym przypadku u noworodka z nieprawidłowym odejściem prawej tętnicy szyjnej od łuku aorty, które uniemożliwiało wykonanie zabiegu przez tętnicę szyjną, przeprowadzono skuteczną walwuloplastykę przez tętnicę udową. U żadnego z pacjentów nie stwierdzono powikłań naczyniowych po zastosowaniu dostępu przez tętnicę szyjną. Zgodnie z danymi z piśmiennictwa powikłania zatorowo-zakrzepowe częściej występują po wykonywaniu walwuloplastyki od strony tętnicy udowej. Dlatego też w niektórych ośrodkach zabiegi przeprowadza się metodą przez żyłę udową lub żyłę/tętnicę pępkową [19, 23–25]. W ośrodku autorów niniejszej pracy nie wykorzystywano tych metod.

Należy podkreślić, że u znacznej większości dzieci po walwuloplastyce balonowej przez kolejne lata utrzymuje się dobry wynik zabiegu. Resztkowy gradient lewa komora–aorta jest łagodny do umiarkowanego, funkcja lewej komory spełnia kryteria prawidłowej. U dzieci tych konieczne jest przeprowadzanie okresowych badań kontrolnych, szczególnie w okresie szybkiego wzrostu pacjentów.

Z analizy porównawczej wynika, że do czynników ryzyka występujących u noworodków z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej należą:

- ciężkie i trwale uszkodzenie mięśnia sercowego trwające od wczesnego okresu życia płodowego, powodujące nasilone objawy niewydol-

ności serca, wymagające leczenia natychmiast po urodzeniu;

- dwie pierwsze godziny lub dni życia w chwili wykonywania zabiegu, konieczność podaży amin katecholowych od urodzenia.

Wnioski

1. Balonowa walwuloplastyka jest skuteczną metodą paliatywnego leczenia noworodków z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej.
2. Wyniki terapii zależą od stanu dziecka przed zabiegiem i stopnia uszkodzenia mięśnia lewej komory.

Streszczenie

Wstęp: Krytyczne zastawkowe zwężenie aorty stanowi wadę wrodzoną serca powodującą niewydolność serca już w najwcześniejszym okresie życia dziecka, stanowiąc bezpośrednie zagrożenie życia. Leczenie wady polega na operacyjnym nacięciu spoidel zastawki aortalnej lub na przezskórnej walwuloplastyce balonowej. Celem pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń w leczeniu noworodków z krytycznym, zastawkowym zwężeniem aorty za pomocą balonowej walwuloplastyki.

Materiał i metody: Badaniami objęto 27 noworodków w wieku 1–27 dni (śr. 7 dni) z krytycznym zwężeniem zastawki aortalnej, leczone interwencyjnie w Klinice Kardiologii Instytutu CZMP w Łodzi w latach 1996–2003. Zastosowanie stałej podaży prostaglandyny E1 było konieczne u 18 pacjentów, a 16 dzieciom podano aminy katecholowe. U 8 noworodków stosowano oddech zastępczy przed zabiegiem. U wszystkich pacjentów przed zabiegiem wykonano pełne badanie echokardiograficzne, w którym oceniano: zastawkę aortalną (jej budowę i średnicę pierścienia), gradient zwężenia lewa komora–aorta, wymiar rozkurczowy lewej komory i frakcję wyrzutową, obecność i stopień niedomykalności zastawki dwudzielnej. Analizie porównawczej poddano grupę dzieci, które przeżyły z grupą dzieci, które zmarły.

Wyniki: U wszystkich pacjentów zabieg wykonano z dostępu przez prawą tętnicę szyjną wspólną. Tylko w jednym przypadku skuteczną walwuloplastykę wykonano przez tętnicę udową. Uzyskano zmniejszenie średniego gradientu w miejscu zwężenia z 58 mm Hg do 22 mm Hg. Zabieg przeżyło 19 pacjentów (70,4%). Zgon w badanej grupie nastąpił u 8 osób (29,6%). Podczas około 52-miesięcznej obserwacji u 4 pacjentów konieczne było zastosowanie leczenia kardiochirurgicznego. U pozostałych 15 chorych resztkowy gradient lewa komora–aorta wynosił średnio 36 mm Hg przy prawidłowej kurczliwości lewej komory.

Wnioski: Balonowa walwuloplastyka zastawki aortalnej jest skuteczną metodą paliatywnego leczenia noworodków z krytycznym jej zwężeniem. Wyniki terapii zależą od stanu dziecka przed zabiegiem i stopnia uszkodzenia mięśnia lewej komory. (Folia Cardiol. 2005; 12: 752–758)

krytyczne zastawkowe zwężenie aorty, noworodek, walwuloplastyka balonowa

Piśmiennictwo

1. Karl T.R., Sono S., Brawn W., Mee R.B.B. Critical aortic stenosis in the first month of life: surgical results in 20 infants. *Ann. Thorac. Surg.* 1990; 50: 105–109.
2. Pelech A.N., Dyck J.D., Trusler G.A. i wsp. Critical aortic stenosis: survival and management. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1987; 94: 510–517.

3. Zeevi B., Keane J.F., Castaneda A.R., Perry S.B., Lock J.E. Neonatal critical valvar aortic stenosis: a comparison of surgical and balloon dilation therapy. *Circulation* 1989; 80: 831–839.
4. O'Connor B.K., Beekman R.H., Rocchini A.P., Rosenthal A. Intermediate-term effectiveness of balloon valvuloplasty for congenital aortic stenosis. A prospective follow-up study. *Circulation* 1991; 84: 732–738.
5. Gatzoulis M.A., Rigby M.L., Shinebourne E.A., Redington A.N. Contemporary results of balloon valvuloplasty and surgical valvotomy for congenital aortic stenosis. *Arch. Dis. Child.* 1995; 73: 66–69.
6. Maxwell D., Allan L., Tynan M.J. Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus: a report of two cases. *Br. Heart J.* 1991; 65: 256–258.
7. Moll J.A., Moll J.J., Sysa A. i wsp. Krytyczne zwężenie zastawki aorty. Własne doświadczenia w leczeniu zabiegowym noworodków i niemowląt do 3-go miesiąca życia. *Kardiolog. Pol.* 1997; 46: 523–529.
8. Brzezińska-Rajszys G., Książek J., Zubrzycka M. i wsp. Przechłonna plastyka balonowa zwężenia zastawki aortalnej u noworodków i niemowląt — doświadczenie własne. *Kardiolog. Pol.* 1997; 47: 26–34.
9. Mosca R.S., Iannetoni M.D., Schwartz S.M. i wsp. Critical aortic stenosis in the neonate: a comparison of balloon valvuloplasty and transventricular dilation. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1995; 109: 147–154.
10. Edmunds L.H., Wagner H.R., Heymann M.A. i wsp. Aortic valvotomy in neonates. *Circulation* 1980; 61: 421–427.
11. Rhodes L.A., Cohan S.D., Perry S.B., Jonas R.A., Sanders S.P. Predictor of survival in neonates with critical aortic stenosis. *Circulation* 1991; 89: 2325–2335.
12. Parsons M.K., Moreau G.A., Graham T.P., Johns J.A., Boucek R.J. Jr. Echocardiographic estimation of left ventricular size in infants with isolated aortic valve stenosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1991; 18: 1059–1055.
13. Ladusans E.J., Parsons J.M., Qureshi S.A., Baker E.J., Tynan M.J. Results of percutaneous balloon dilatation for critical aortic stenosis in neonates with severe endocardial fibroelastosis. *Br. Heart J.* 1989; 61: 470.
14. Peuster M., Fink C., Schoof S., Von Schnakenburg C., Hausdorf G. Anterograde balloon valvuloplasty for the treatment of neonatal critical valvar aortic stenosis. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 2002; 56: 516–521.
15. Vida V.L., Bottio T., Milanesi O. i wsp. Critical aortic stenosis in early infancy: surgical treatment for residual lesions after balloon dilation. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 47–52.
16. Rocchini A.P., Beekman R.H., Shachar G.B., Benson L., Schwartz D., Kan J.S. Balloon aortic valvuloplasty: results of the valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies registry. *Am. J. Cardiol.* 1990; 65: 784–789.
17. Sholler G.F., Keane J.F., Perry S.B., Sanders S.P., Lock J.E. Balloon dilation of congenital aortic valve stenosis: results and influence of technical and morphological features on outcome. *Circulation* 1988; 78: 351–360.
18. Kasten-Sportes C.H., Piechaud J.F., Sidi D., Kachaner J. Percutaneous balloon valvuloplasty in neonates with critical aortic stenosis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1991; 17: 1172–1176.
19. Beekman R.H., Rocchini A.P., Andres A. i wsp. Balloon valvuloplasty for critical aortic stenosis in the newborn: influence of the new catheter technology. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1991; 17: 1172–1176.
20. Fischer D.R., Ettetgui J.A., Park S.C., Siewers R.D., Del Nido P.J. Carotid artery approach for balloon dilation of aortic valve stenosis on the neonate: preliminary report. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1990; 15: 1633–1636.
21. Carminati M., Giusti S., Spadoni I. i wsp. Balloon aortic valvuloplasty in the first years of life. I. *Interv. Cardiol.* 1995; 8 (supl. 6): 759–766.
22. Giusti S., Borghi A., Redaelli S. i wsp. The carotid arterial approach for balloon dilation of critical aortic stenosis in neonates—immediate results and follow-up. *Cardiol. Young* 1995; 5: 155–160.
23. Magee A.G., Nykanen D., McCrindle B.W., Wax D., Freedom R.M., Benson L.N. Balloon dilation of severe aortic stenosis in the neonate: comparison of anterograde and retrograde catheter approaches. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 1061–1066.
24. Burrows P.E., Benson L.N., Williams W.G. i wsp. Iliofemoral arterial complication of balloon angioplasty for systemic obstructions in infants and children. *Circulation* 1990; 82: 1697–1704.
25. Hausdorf G., Schneider M., Schirmer K.R., Schulze-Neick I., Lange P.E. Anterograde balloon valvuloplasty of aortic stenosis in children. *Am. J. Cardiol.* 1993; 71: 460–462.