

Wyniki implantacji stentów u chorych z koarktacją aorty

Results of stent implantation in patients with aortic coarctation

Grażyna Brzezińska-Rajszys¹, Maria Zubrzycka¹, Dorota Jagiełłowicz², Andrzej Kościeszka³,
Joanna Książyk¹, Bożena Rewers¹, Andrzej Kansy⁴

¹ Pracownia Cewnikowania Serca i Angiografii, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa

² Klinika Kardiologii, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa

³ Pracownia Tomografii Komputerowej, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa

⁴ Klinika Kardiokirurgii, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Warszawa

Post Kardiol Interw 2007; 3, 4 (10): 175–183

Streszczenie

Wstęp: Implantacja stentów jest szeroko stosowaną metodą leczenia koarktacji aorty.

Cel: Analiza wyników implantacji stentów u chorych z wrodzoną i pooperacyjną koarktacją aorty wykonanych w Instytucie „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie.

Metodyka: Analizie poddano wyniki implantacji stentów w grupie 47 chorych z rozpoznaniem wrodzonej (33) lub pooperacyjnej (14 chorych) koarktacji aorty.

Wyniki: Średni wiek wynosił $13,63 \pm 3,09$ roku (zakres 5–20 lat, mediana 14). Średnica zwężenia przed zabiegiem średnio $5,28 \pm 2$ mm (zakres 2–11, mediana 5), zwiększyła się po zabiegu do średnio $16,19 \pm 2,44$ mm (zakres 12–22, mediana 16) ($p < 0,001$). Gradient ciśnienia skurczowego przed zabiegiem średnio $33 \pm 12,64$ mmHg (zakres 10–84, mediana 30), zmniejszył się po zabiegu do średnio $3,15 \pm 5,21$ mmHg (zakres 0–18, mediana 0) ($p < 0,000001$). W średnim okresie obserwacji $3,69 \pm 2,22$ roku (zakres 0,25–9 lat, mediana 3) bez leków przeciwnadciśnieniowych pozostaje 22 (47%) chorych. Ciśnienie skurczowe w obserwacji pozabiegowej wynosi średnio $124 \pm 13,08$ mmHg (zakres 85–146, mediana 125), ciśnienie rozkurczowe średnio $66,49 \pm 9,68$ mmHg (zakres 40–80, mediana 66).

Redylatacje stentów ze względu na objawy restenozy lub względnego zwężenia stentu w stosunku do rozwoju fizycznego wykonano łącznie u 5 chorych. Stenty pokryte politetrafluoroetylenem (PTFE) implantowano dodatkowo u 3 chorych z powodu złamań w stencie i restenozy, u jednego z powodu tętniaka w stencie w 4 lata po zabiegu, u jednego z powodu względnego niedorozwoju łuku aorty.

Wnioski: Implantacja stentów u chorych z wrodzoną i pooperacyjną koarktacją aorty daje dobre wyniki bezpośrednie i wczesne. Leczenie farmakologiczne nadciśnienia tętniczego po implantacji stentów może być zredukowane. W okresie obserwacji pozabiegowej mogą pojawić się wskazania do redylatacji stentu oraz dodatkowych implantacji stentów pokrytych PTFE.

Słowa kluczowe: koarktacja aorty, stenty, kardiologia interwencyjna

Abstract

Background: Stent implantation for coarctation of the aorta has been widely used for the last years. The aim of the study was to analyse the results of stent implantation in patients with native and postoperative coarctation of the aorta performed in The Children’s Memorial Health Institute in Warsaw.

Methods: Forty seven patients (pts) with native (33) or postoperative (14 pts) coarctation were treated with stent implantation.

Adres do korespondencji/Corresponding author: dr hab. n. med. Grażyna Brzezińska-Rajszys, Pracownia Cewnikowania Serca i Angiografii, Instytut „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka”, Al. Dzieci Polskich 20, 04-730 Warszawa, e-mail gbrzezinska@hoga.pl
Praca wpłynęła 29.10.2007, przyjęta do druku 9.11.2007.

Results: Mean patient age was 13.63 ± 3.09 years [range 5-20, median (med.) 14], respectively. The diameter of the coarctation increased from a mean of 5.28 ± 2 mm (range 2-11, med. 5), to 16.19 ± 2.44 mm (range 12-22, med. 16) ($p < 0.001$). Systolic gradient across the coarctation decreased from a mean of 33 ± 12.64 mmHg (range 10-84, med. 30) before to a mean of 3.15 ± 5.21 mmHg (range 0-18, med. 0) after the procedure ($p < 0.000001$). During mean follow-up period of 3.69 ± 2.22 years (range 0.25-9 med. 3) 22 pts (47%) had no antihypertensive treatment. Mean arterial systolic pressure of 124 ± 13.08 mmHg (range 85-146, med. 125) and diastolic pressure of 66.49 ± 9.68 mmHg (range 40-80, med. 66) were recorded in whole group. Stent redilation was performed in 5 patients during follow up period due to neointimal hyperplasia or patients somatic growth. Covered stents were additionally implanted in 3 pts due to stent fracture and in-stent stenosis, in 1 patient due to small aneurysm detected 4 years after stent implantation, in 1 pt due to aortic arch hypoplasia.

Conclusions: Stent implantation in native and postoperative coarctation of the aorta has good immediate and early results. Arterial hypertension therapy can be easily modified after stent implantation. During follow-up period indications for stent redilation and additional covered stent implantation can appear.

Key words: coarctation of the aorta, stents, interventional cardiology

Wstęp i cel pracy

Koarktacja aorty jest zwężeniem zlokalizowanym najczęściej w okolicy cieśni aorty. Stanowi 5–8% wad wrodzonych serca. Izolowana koarktacja aorty jest powodem nadciśnienia tętniczego stwierdzanego w górnej połowie ciała. Nieleczona koarktacja aorty jest obciążona wysokim ryzykiem zgonu. Ponad 75% chorych umiera przed ukończeniem 46. roku życia, najczęściej z powodu powikłań nadciśnienia tętniczego i uszkodzenia ściany aorty. Wprowadzenie agresywnego leczenia naprawczego zwężenia aorty istotnie poprawiło rokowanie. Koarktacja aorty może być leczona chirurgicznie lub przezskórnie (angioplastyka balonowa, implantacja stentów) w zależności od wieku chorego, anatomii zwężenia, współistnienia niedorozwoju łuku i cieśni aorty. Leczenie koarktacji za pomocą stentów najczęściej jest możliwe u chorych dorosłych oraz tych, których rozwój fizyczny pozwala na implantację stentu umożliwiającego redylatację do średnicy aorty u dorosłego.

Celem opracowania jest ocena wyników przezskórnego leczenia koarktacji aorty za pomocą implantacji stentów przeprowadzonego w jednym referencyjnym ośrodku kardiologii dziecięcej.

Metodyka

W latach 1997–2006 w Pracowni Cewnikowania Serca i Angiografii Instytutu „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie 65 chorych ze zwężeniami aorty (wrodzona koarktacja aorty – 34 chorych, pooperacyjna koarktacja aorty – 16, dyssekcja aorty po angioplastyce balonowej – 1, zespół aorty brzusznej – 14) leczono metodą implantacji stentów.

Analizie poddano wyniki leczenia uzyskane w grupie 47 chorych z rozpoznaniem wrodzonej (33 chorych) lub pooperacyjnej (14 chorych) koarktacji aorty. Z analizy wykluczono noworodka ze złożoną wadą wrodzoną serca i koarktacją aorty, u którego zabieg implantacji stentu był pierwszym etapem leczenia wady, oraz 2 niemowląt z ciężkimi zwężeniami łuku aorty po chirurgicznych rekonstrukcjach przerwanego łuku aorty.

Średni wiek chorych wynosił $13,63 \pm 3,09$ roku (zakres 5–20 lat, mediana 14). Do zwężonego miejsca implantowano następujące stenty: Palmaz (P 308, P4014, Genesis) (Johnson&Johnson) u 9 chorych, Cheatham Platinum (NuMed Inc.) u 28 oraz Cheatham Platinum pokryte politetrafluoroetylenem (PTFE) (NuMed Inc.) u 10 (krytyczne zwężenie aorty – 4, współistnienie przetwałego przewodu tętniczego – 2, współistnienie zespołu Turnera – 1, współistnienie rozwarstwienia ściany aorty – 3). Rozpoznanie istotnego zwężenia aorty u wszystkich chorych zostało postawione na podstawie badania przedmiotowego oraz obrazowych badań nieinwazyjnych (echokardiografia, tomografia komputerowa, tomografia rezonansu magnetycznego).

Wszyscy chorzy zakwalifikowani do implantacji stentu spełniali powszechnie przyjęte wskazania do leczenia wady. Decyzje dotyczące rodzaju leczenia zostały podjęte wspólnie z kardiochirurgami. Chorzy z pooperacyjną koarktacją aorty byli po nieefektywnej angioplastyce balonowej. Wszystkie zabiegi przeprowadzono pod kontrolą fluoroskopii w Pracowni Cewnikowania Serca i Angiografii Instytutu „Pomnik – Centrum Zdrowia Dziecka” w Warszawie zgodnie z opisaną metodyką. Świadomą pisemną zgodę na wykonanie zabiegu implantacji stentu w każdym przypadku wyrazili rodzice/opiekunowie prawni dziecka oraz chorzy w wieku >16 lat. Wszystkie zabiegi zostały wykonane w znieczuleniu ogólnym dotchawiczym. Dojście naczyniowe przez tętnicę udową wykonano u 46 chorych (przezskórne nakłucie – 45, arteriosekcja chirurgiczna – 1), przez tętnicę szyjną wspólną u jednego (arteriosekcja chirurgiczna). U chorych z krytycznym zwężeniem stosowano dodatkowo dojście przez tętnicę ramieniową (nakłucie) w celu wprowadzenia cewnika i wykonywania angiografii oraz łatwiejszego przeprowadzenia przewodnika przez zwężenie. Po wykonaniu pomiarów hemodynamicznych (gradient ciśnienia skurczowego) oraz angiografii w trzech projekcjach, mierzono średnice poszczególnych segmentów aorty (aorty wstępującej, łuku aorty za odejściem poszczególnych gałęzi, cieśni, zwężenia, aorty zstępującej na poziomie przepony), stosując korektę powiększenia w stosunku do średnicy cewnika. U 8 chorych ze skrajnym

zwężeniem aorty w pierwszym etapie wykonywano angioplastykę balonową cewnikiem o średnicy balonika nieprzekraczającej 3-krotnej średnicy najwęższego miejsca aorty (najczęściej średnica balonika 6–8 mm). Następnie po średnio 6 tygodniach u 7 chorych wykonywano implantację stentu. Od 2002 roku, w okresie dostępności stentów pokrytych PTFE, zabieg implantacji stentu wykonywano bezpośrednio po angioplastyce balonowej u jednego pacjenta. Długość stentu dobierano w zależności od odległości między prawidłowym odcinkiem cieśni/tuku a odcinkiem około 15 mm poniżej zwężenia. Średnicę balonika cewnika balonowego dobierano na podstawie średnicy tętnicy poprzecznej, średnicy cieśni za odejściem tętnicy podobojczykowej lub średnicy aorty na poziomie przepony, w zależności od anatomii koarktacji. Do wprowadzenia stentu u wszystkich chorych używano długich koszulek naczyniowych (Mullins, Cook) o średnicy 10–14 F, wprowadzanych do aorty po długim, sztywnym przewodniku (średnica 0,035"). Koniec przewodnika u większości chorych był usytuowany w prawej tętnicy podobojczykowej. Wszystkie stenty były ręcznie montowane na cewniku balonowym. Od roku 2002 do implantacji stentów do aorty stosowano wyłącznie cewniki balonowe BiB (*ballon in balloon*, NuMed Inc.). Stenty wprowadzane do aorty pod kontrolą fluoroskopii. Po umieszczeniu cewnika balonowego ze stentem w zaplanowanym miejscu, rozprężano balonik pod ciśnieniem zalecanym przez producenta. W wypadku cewników BiB najpierw rozprężano balon wewnętrzny, a następnie – po kontroli angiograficznej (ręczne angiografie przez długą koszulkę wewnątrznaczyniową) i ewentualnej korekcie położenia stentu – balon zewnętrzny. Później, po opróżnieniu balona/balonów, wycofywano cewnik balonowy. W ostatnim etapie wykonywano pozabiegowe pomiary hemodynamiczne i angiografie dla oceny efektu

anatomicznego. W czasie zabiegu podawano standardowo heparynę w dawce 100 j./kg m.c. do dawki maksymalnej 5000 j. pod kontrolą czasu krzepnięcia (ACT). Antybiotyk stosowano przez 3 doby (pierwsza dawka przed zabiegiem). Po zabiegu zakładano opatrunek uciskowy na pachwinę. U żadnego pacjenta nie stosowano w czasie implantacji szybkiej stymulacji prawej komory ani adenozy. W 4 godziny po zabiegu, a następnie po 24 godzinach podawano heparynę niskocząsteczkową (nadroparyna 0,1 ml/10 kg m.c., maksymalnie 0,3 ml na dawkę), kwas acetylosalicylowy w dawce 100 mg dziennie przez okres 6 miesięcy.

Efekt anatomiczny leczenia kontrolowano w tomografii komputerowej do roku po zabiegu. W razie jakichkolwiek powikłań zabiegowych badanie wykonywano przed wypisem pacjenta ze szpitala. Po zabiegu utrzymywano leczenie nadciśnienia tętniczego. Modyfikacji farmakoterapii dokonywano na podstawie pozabiegowej regularnej kontroli ciśnienia oraz wyników badań obrazowych.

Przykłady zabiegów przedstawiono na ryc. 1.–3.

Dla wszystkich wartości liczbowych wyliczono średnią, odchylenie standardowe oraz medianę. Znamienność statystyczną oceniano za pomocą testu t-Studenta. Istotność statystyczną określono dla $p < 0,05$. Obliczenia wykonano, używając pakietu „Statistica for Windows”.

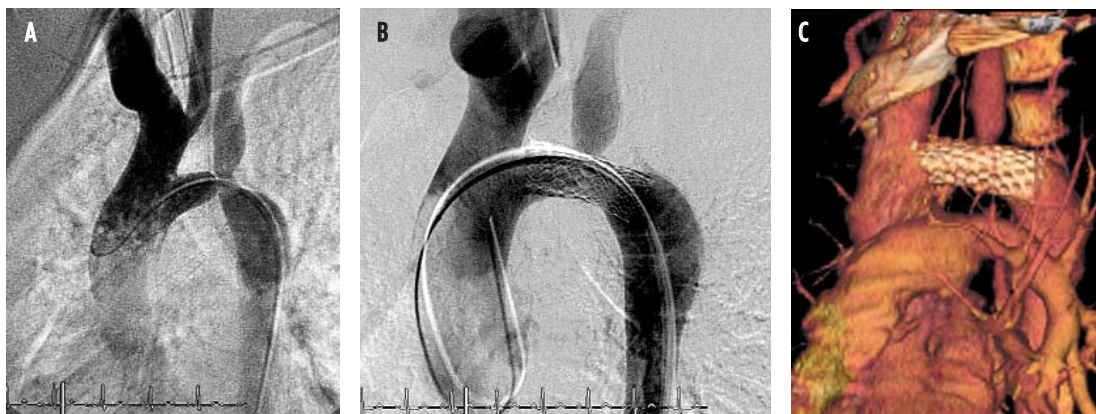
Wyniki bezpośrednie

Średnica aorty na poziomie zwężenia przed zabiegiem średnio $5,28 \pm 2$ mm (zakres 2–11, mediana 5), zwiększyła się po zabiegu do średnio $16,19 \pm 2,44$ mm (zakres 12–22, mediana 16) ($p < 0,001$) (ryc. 4.). Gradient ciśnienia skurczowego przed zabiegiem wynosił średnio $33 \pm 12,64$ mmHg (zakres 10–84, media-



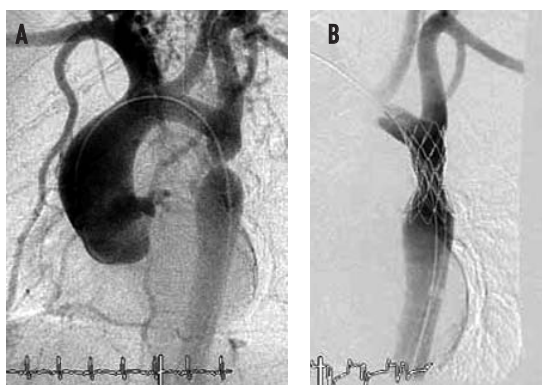
Ryc. 1. Ciężka wrodzona koarktacja aorty u 10-letniego chorego. Aortografia w projekcji LAO wykonana cewnikiem wprowadzonym wstecznie przez tętnicę udową, przed leczeniem (A, B) i po angioplastyce balonowej cewnikiem o średnicy balonika 6 mm (C). Angiogram bezpośrednio po wykonanej w 6 tygodni później implantacji stentu dokumentuje odpowiednią pozycję stentu i dobry wynik anatomiczny zabiegu (D)

Fig. 1. Severe aortic coarctation in 10-year-old patient. Aortography in LAO projection performed with Pigtail catheter introduced retrogradly via femoral artery, before treatment (A, B) and after balloon angioplasty with 6 mm balloon (C). An angiogram after stent implantation performed 6 weeks later, showing good position of the stent and excellent relief of coarctation (D)



Ryc. 2. Ciężka wrodzona koarktacja aorty u 12-letniego chorego. Aortografia w projekcji LAO przed (A) i w projekcji LAT bezpośrednio po implantacji stentu Cheatham Platinum (B) dokumentuje odpowiednie umiejscowienie stentu i dobry efekt anatomiczny. Angiografia tomografii komputerowej (3D) w rok po zabiegu (C) potwierdza utrzymywanie się dobrego wyniku

Fig. 2. Severe aortic coarctation in 12-year-old patient. Aortography in LAO projection performed before (A) and in LAT projection after covered PTFE Cheatham Platinum stent implantation (B) showing good position of the stent and excellent relief of narrowing. CTA (3D reconstruction) one year after stent implantation confirmed good result (C)



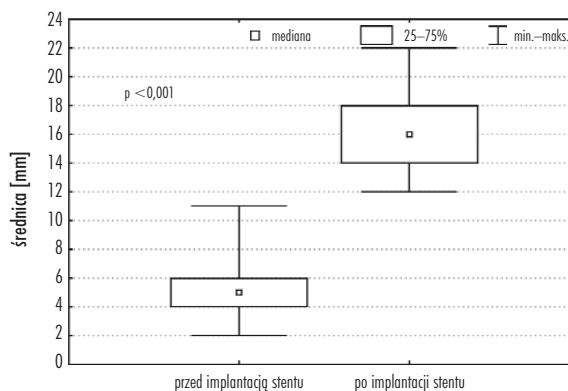
Ryc. 3. Ciężka wrodzona koarktacja aorty u 14-letniej chorej z zespołem Turnera. Aortografia w projekcji LAO przed (A) i bezpośrednio po implantacji stentu Cheatham Platinum pokrytego PTFE (B) dokumentuje odpowiednie umiejscowienie stentu i dobry efekt anatomiczny

Fig. 3. Severe aortic coarctation in 14-year-old patient with Turner syndrome. Aortography in LAO projection performed before (A) and after covered PTFE Cheatham Platinum stent implantation (B) showing good position of the stent and excellent relief of narrowing

na 30), po zabiegu średnio $3,15 \pm 5,21$ mmHg (zakres 0–18, mediana 0) ($p < 0,000001$) (ryc. 5).

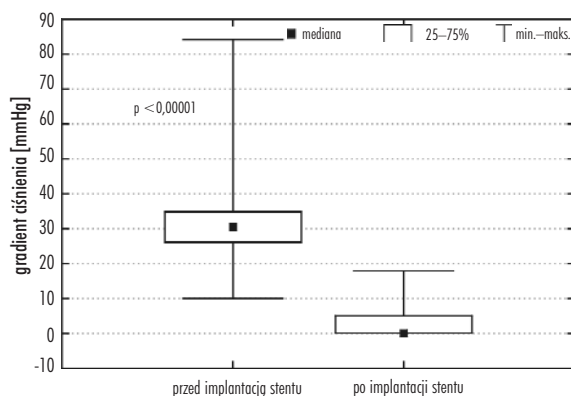
U 2 chorych ze zwężeniem aorty i przewodem tętniczym w efekcie implantacji stentów pokrytych PTFE uzyskano poszerzenie zwężenia oraz zamknięcie przecieku przez przewód tętniczy.

Powikłanie w postaci migracji stentu do aorty piersiowej wystąpiło u jednego pacjenta. Stent rozprężono na poziomie przepony i w czasie tego samego znieczulenia implantowano w miejsce koarktacji drugi stent (P308, Johnson&Johnson) zamontowany na cewniku balonowym o średnicy balonu większej o 2 mm.



Ryc. 4. Zmiana średnicy zwężenia aorty w wyniku implantacji stentu

Fig. 4. Diameter of the coarctation of the aorta after stent implantation



Ryc. 5. Zmiana gradientu ciśnienia skurczowego przez zwężenie w wyniku implantacji stentu

Fig. 5. Coarctation of the aorta pressure gradient after stent implantation

Angiografia tomografii komputerowej została wykonana u 40 chorych w okresie do 6 miesięcy po zabiegu. Prawidłowe położenie stentu, przepływ krwi jego pełną

szerokością oraz brak uszkodzeń ściany aorty udokumentowano we wszystkich przypadkach.

Wyniki w dalszym okresie obserwacji

W średnim okresie obserwacji $3,69 \pm 2,22$ roku (zakres 0,25–9, mediana 3) bez leków przeciwnadciśnieniowych pozostaje 22 (47%) chorych. Leki z grup beta-blokerów, blokerów kanału wapniowego i blokerów konwertazy angiotensyny w różnych kombinacjach otrzymują pozostali chorzy [trzy leki – 6 (13%) chorych, dwa leki – 11 (23%), jeden lek – 8 (17%)].

Ciśnienie skurczowe w okresie obserwacji pozabiegowej (pomiar nieinwazyjny na kończynie górnej prawej) wynosi średnio $124 \pm 13,08$ mmHg (zakres 85–146, mediana 125), ciśnienie rozkurczowe średnio $66,49 \pm 9,68$ mmHg (zakres 40–80, mediana 66).

W okresie 5–6 miesięcy po implantacji wykonano skuteczne redylatacje stentów u 2 chorych z powodu istotnego przerostu śródbłonna powodującego gradient ciśnienia skurczowego >20 mmHg. Redylatację stentów ze względu na objawy kliniczne zwężenia z gradientem ciśnienia skurczowego 20–30 mmHg, wtórne do rozwoju fizycznego chorych, wykonano skutecznie i bez powikłań u 3 chorych. U jednego w rok, a następnie 3 lata po implantacji, u jednego w 2 lata, a następnie 6 lat po implantacji, u jednego w 2 lata po implantacji.

U 3 chorych z powodu klinicznych objawów nawrotu zwężenia i stwierdzenia w badaniu radiologicznym oraz tomografii komputerowej w 3–4 lat po implantacji złamań w obrębie stentów implantowano z dobrym efektem stenty pokryte PTFE (ryc. 6.). Gradient ciśnienia skurczowego przez stent (25–30 mmHg) został we wszystkich trzech przypadkach wyeliminowany.

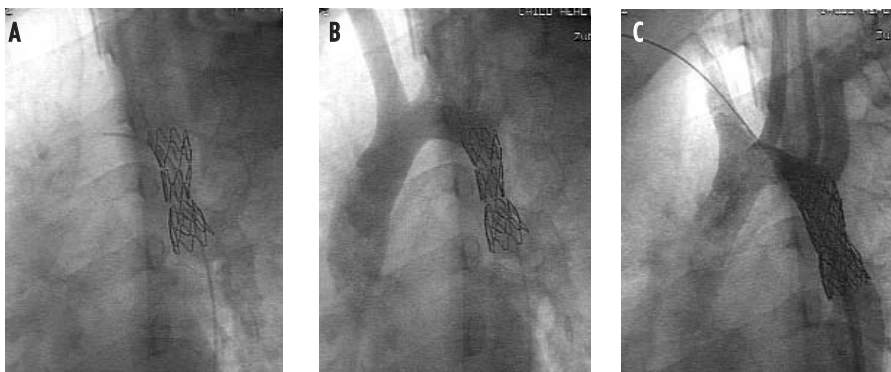
U jednego pacjenta zakwalifikowanego do planowej redylatacji stentu 4 lata po zabiegu (gradient ciśnienia skurczowego 30 mmHg), w czasie aortografii stwierdzono niewielki tętniak w miejscu poprzedniej koarktacji

(średnica 6 mm). Pacjent nie miał tętniaka w tomografii komputerowej wykonanej 3 miesiące po zabiegu. Po implantacji stentu pokrytego PTFE wyeliminowano zwężenie oraz napływ do tętniaka (ryc. 7.). U jednego pacjenta zakwalifikowanego do poszerzenia stentu w 11 lat po jego implantacji z powodu pooperacyjnej koarktacji aorty stwierdzono poza gradientem w stencie (15 mmHg) dodatkowo gradient ciśnienia skurczowego powyżej stentu, na poziomie pierwotnego łuku aorty (20 mmHg). Implantowano stent pokryty PTFE, eliminując zwężenie i poszerzając dodatkowo pierwotnie założony stent.

Omówienie

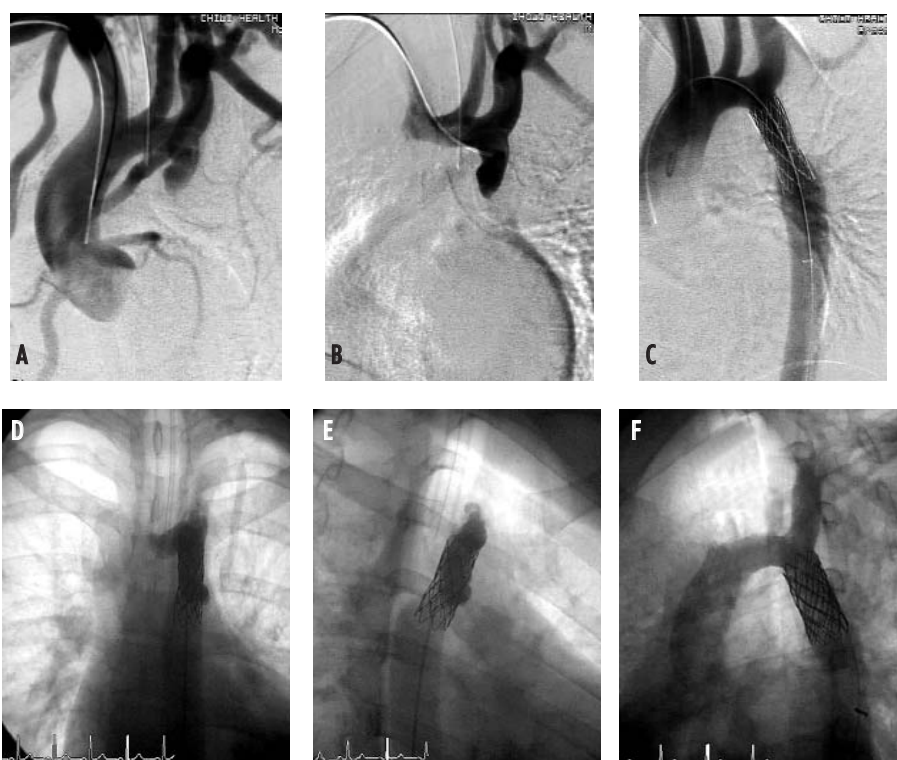
Leczenie koarktacji aorty było od lat przedmiotem wielu poważnych opracowań. Wada nieleczona jest obciążona wysokim ryzykiem zgonu [1]. Wprowadzenie agresywnego leczenia chirurgicznego, a następnie interwencyjnego koarktacji zmieniło rokowanie, chociaż wyniki leczenia są istotnie zależne od wieku chorych oraz długości okresu obserwacji [2–5]. Nawet po dobrej korekcy wady istnieje podwyższone ryzyko późnego nadciśnienia tętniczego, choroby wieńcowej, uszkodzenia ściany aorty [5–7]. Coraz powszechniej uznaje się, że chorzy po leczeniu koarktacji aorty przez całe życie powinni być pod kontrolą kardiologiczną [6–7].

Powszechnie przyjętymi wskazaniami do leczenia koarktacji aorty są nadciśnienie tętnicze w górnej połowie ciała z gradientem ciśnienia skurczowego powyżej 20 mmHg, zobrazowanie zwężenia np. w tomografii komputerowej, tomografii rezonansu magnetycznego czy konwencjonalnej angiografii, niewydolność serca zarówno w prostej, jak i złożonej koarktacji. Nawet niewielkie anatomiczne zwężenie aorty powodujące nieprawidłową reakcję ciśnienia tętniczego na wysiłek, powstawanie powysiłkowego gradientu ciśnienia skurczowego, dysfunkcję lewej komory, objawy obniżonej tolerancji wysiłku czy zwężenie aorty współistniejące z chorobą wieńcową lub niedomykalnością aortalną są uznawane



Ryc. 6. Złamań w obrębie stentu Cheatham Platinum stwierdzone 4 lata po implantacji w 2000 roku. Obraz fluoroskopii (A), aortografia w projekcji LAO przed (B) i bezpośrednio po implantacji stentu Cheatham Platinum pokrytego PTFE (C). Udokumentowane odpowiednie umiejscowienie stentu i dobry efekt anatomiczny

Fig. 6. Cheatham Platinum stent fracture 4 years after implantation in 2000. Fluoroscopy (A), aortography in LAO projection before (B) and after covered PTFE Cheatham Platinum stent implantation with a good anatomic and haemodynamic result and position (C)



Ryc. 7. Ciężka wrodzona koarktaacja aorty u 15-letniego chorego. Aortografia do aorty wstępującej (A) i do aorty nad zwężeniem (B) wykonana cewnikiem wprowadzonym przez prawą tętnicę ramieniową. Angiografia bezpośrednio po implantacji stentu Cheatham Platinum dokumentuje odpowiednie usytuowanie stentu i dobry efekt anatomiczny (C). Angiografie wykonane w projekcji AP (D) i RAO (E) przed planową redylatacją stentu w 4 lata po pierwszym zabiegu obrazują niewielki tętniak w miejscu poprzedniej koarktacji. W wyniku implantacji stentu (Cheatham Platinum) pokrytego PTFE wyeliminowano zwężenie i wykluczono napływ do tętniaka (F)

Fig. 7. Severe aortic coarctation in 15-year-old patient. Aortography to ascending aorta (A) and above the coarctation (B) performed with catheter introduced via right brachial artery. An angiogram after Cheatham Platinum stent implantation showing good position of the stent and excellent relief of coarctation (C). An angiograms in AP (D) and RAO (E) projections performed before elective stent redilation 4 years later showing a small aneurysm in the region of previous coarctation. This was treated by implantation of an overlapping covered PTFE Cheatham Platinum stent with a good anatomic and haemodynamic result (F)

za wskazania do leczenia zwężenia [8–14]. Dobre wyniki interwencyjnego leczenia różnych form koarktacji aorty powodują stałe rozszerzenie wskazań oraz obniżanie wartości gradientu ciśnienia skurczowego kwalifikującego do leczenia do 10 mmHg [15]. Wskazania do leczenia łagodnych zwężeń aorty, w tym niedorozwoju łuku aorty, poszerzają się wraz z wykazaniem, że w efekcie leczenia dochodzi nie tylko do poszerzenia zwężenia, ale przede wszystkim do obniżenia nadciśnienia tętniczego. U 50% takich chorych po implantacji stentów przerwano farmakologiczne leczenie nadciśnienia, a u pozostałych istotnie zmniejszono dawki leków przeciwnadciśnieniowych w okresie 2-letniej obserwacji pozabiegowej [16]. Po implantacji stentów w łagodnych zwężeniach aorty udokumentowano także istotne obniżenie ciśnienia końcoworozkurczowego w lewej komorze [17].

Chirurgia jest od lat uznanym standardem leczenia koarktacji aorty, obarczonym pewnym ryzykiem nawrotu zwężenia (zwłaszcza w najmłodszej grupie chorych) oraz powstania tętniaka, późnego nadciśnienia tętniczego,

przedwczesnego zgonu, przede wszystkim u chorych operowanych po pierwszym roku życia [2–5]. Wprowadzona w 1982 roku przeszskórna angioplastyka balonowa pooperacyjnej koarktacji aorty stała się metodą z wyboru leczenia tego zwężenia, z dobrymi wynikami w ponad 75% przypadków [18]. Jej rola w leczeniu wrodzonej koarktacji ogranicza się do zwężeń pierścieniowatych, bez współistnienia niedorozwoju łuku czy cieśni aorty. W takich przypadkach wyniki angioplastyki balonowej są bardzo dobre [18–22]. Stenty wprowadzone w 1991 roku do leczenia koarktacji aorty zwiększyły możliwości przeszskórnego leczenia zwężeń wrodzonych i pooperacyjnych niepoddających się angioplastyce balonowej, koarktacji tubularnych czy współistniejących z niedorozwojem cieśni/łuku aorty [23].

Metoda wykorzystuje właściwości elastyczne ściany aorty dla zwiększenia średnicy zwężonego segmentu naczyń i jednocześnie minimalizuje uszkodzenie ściany (zmniejsza zakres rozdarcia błony wewnętrznej oraz wzmacnia niepełnowartościową ścianę). Wyniki leczenia

implantacją stentów są bardziej przewidywalne i utrzymują się w dłuższym okresie obserwacji chorych. Zgodnie z danymi z piśmiennictwa stenty powinny być stosowane planowo u chorych dorosłych lub takich, których rozwój fizyczny pozwala na implantację stentów możliwych do redylatacji do średnicy aorty u dorosłego człowieka.

W analizowanej grupie średni wiek chorych wynosił $13,63 \pm 3,09$ roku (zakres 5–20 lat, mediana 14), to jest nieznacznie mniej niż w większości opublikowanych serii, co wynika z pediatrycznego profilu Instytutu. Do implantacji stentu zakwalifikowano 5 dzieci w wieku 5–10 lat. Wszystkie miały istotne pooperacyjne zwężenia (po operacji „koniec do końca”), niepoddające się angioplastyce balonowej, z trudnym do farmakologicznego kontrolowania nadciśnieniem tętniczym. W okresie średnio $6,8 \pm 4,27$ roku (zakres 1–11 lat, mediana 6) obserwacji 3 z tej grupy najmłodszych dzieci miało wykonane skuteczne redylatacje stentów.

Wszyscy przedstawieni chorzy mieli wskazania do leczenia istotnych zwężeń wrodzonych lub pooperacyjnych aorty. Średnica zwężenia wynosiła średnio $5,28 \pm 2$ mm (zakres 2–11, mediana 5), a gradient ciśnienia skurczowego średnio $33 \pm 12,64$ mmHg (zakres 10–84, mediana 30). Pomiar bezpośredni gradientu ciśnienia skurczowego nie odzwierciedla w większości chorych ciężkości zwężenia ze względu na rozwinięte krążenie oboczne.

U wszystkich chorych stosowano stenty rozprężane na balonie, ręcznie montowane przez operatora na cewniku balonowym. W pierwszym okresie stosowano stenty typu Palmaz (P308, P4014 i P5014, Johnson&Johnson), od 2002 roku standardowo stenty Cheatham Platinum (NuMED). Podobny przekrój implantowanych stentów można znaleźć w publikacjach innych autorów. W niektórych przypadkach koarktacji aorty u dorosłych implantowano także stenty samorozprężalne.

Są opinie, że w czasie implantacji stentów do aorty może być przydatne stosowanie adenozyliny lub szybkiej stymulacji serca (kontrolowane, krótkotrwałe obniżenie rzutu serca umożliwia stabilne ustawienie stentu w czasie jego rozprężania) [14]. W analizowanej grupie zabiegów nie stosowano kontrolowanego obniżania rzutu serca. W dotychczasowym doświadczeniu Pracowni nie było powikłań związanych z przemieszczeniem stentu lub jego nieprawidłowym ustawieniem zależnych od czasowego zamknięcia przez cewnik balonowy światła aorty. Jest prawdopodobne, że standardowe stosowanie do rozprężania stentów w aorcie cewników BiB (NuMED) pozwala na wystarczająco dokładne pozycjonowanie stentu i ostatecznie zmniejsza ryzyko jego przemieszczenia. W czasie jednego z pierwszych zabiegów, w 1998 roku, doszło do migracji stentu do aorty piersiowej z powodu nieprawidłowo wykonanych pomiarów aorty i dobrania balonika o zbyt małej średnicy. Stent rozprężono w aorcie na poziomie przepony, co jest standardowym postę-

powaniem w takich sytuacjach. W czasie tego samego znieczulenia implantowano drugi stent zamontowany na cewniku balonowym o średnicy balonika o 2 mm większej od poprzedniego. Przesunięcie stentu w czasie implantacji przed wprowadzeniem cewników BiB było najczęstszym powikłaniem implantacji stentów do aorty.

Za dobry wynik leczenia uznaje się obniżenie gradientu ciśnienia skurczowego przez stent poniżej 10 mmHg oraz poszerzenie światła zwężenia do średnicy zdrowego odcinka aorty, np. aorty zstępującej na poziomie przepony. Wykazano, że gradient 10 mmHg bezpośrednio po leczeniu jest ważnym czynnikiem prognostycznym dobrego wyniku odległego [15, 19].

Wyniki bezpośrednie w analizowanej grupie chorych są bardzo dobre. W sposób istotny obniżono gradient ciśnienia skurczowego przez zwężenie ze średnio $33 \pm 12,64$ mmHg (zakres 10–84, mediana 30) do średnio $3,15 \pm 5,21$ mmHg (zakres 0–18, mediana 0) ($p < 0,000001$) oraz poszerzono średnicę zwężenia ze średnio $5,28 \pm 2$ mm (zakres 2–11, mediana 5) do średnio $16,19 \pm 2,44$ mm (zakres 12–22, mediana 16) ($p < 0,001$). U chorego z gradientem pozabiegowym 18 mmHg w okresie dalszej obserwacji stwierdzono złamanie stentu i nawrót zwężenia. Po implantacji dodatkowo stentu pokrytego PTFE całkowicie zniesiono gradient.

U wszystkich chorych wymagających redylatacji stentu wykonano skuteczne zabiegi angioplastyki balonowej. Odsetek chorych wymagających redylatacji stentów zależy od wieku, w którym mieli implantację, od tempa ich rozwoju fizycznego oraz od przerostu śródbłonna [24].

Zgodnie z danymi z piśmiennictwa wyniki bezpośrednie oraz średnioterminowe implantacji stentów w zwężeniach aorty są bardzo dobre (zniesienie gradientu ciśnienia skurczowego $>95\%$ chorych, nawrót zwężenia $<5\%$ chorych, powikłania $<5\%$) [10, 13, 17, 22, 25–33]. W latach 2000–2007 opublikowano 26 prac na temat leczenia stentami koarktacji aorty grup chorych o liczebności od 6 do 153, średnio 28 chorych. Łącznie stenty implantowano u 928 chorych w średnim wieku $17,9 \pm 4,2$ roku (mediana 18,2 roku). W wyniku zabiegów zwężenie poszerzyło się ze średnio $5,87 \pm 1,8$ do średnio $14,58 \pm 1,5$ mm, a gradient ciśnienia skurczowego przez zwężenie obniżył się ze średnio $38,56 \pm 12,9$ do średnio $3,37 \pm 1,36$ mmHg. Wynik bezpośredni zabiegu utrzymywał się w okresie dostępnej obserwacji (średni czas obserwacji $27,2 \pm 12,6$ miesiąca, mediana 24). U 29 na 928 chorych wykonano redylatację stentów ze względu na rozwój fizyczny chorych lub planowe leczenie etapowe. Brak badań metodą tomografii komputerowej wykonanych standardowo u wszystkich chorych powoduje, że ocena powikłań ściany aorty jest niepełna, jednak w trzech przypadkach stwierdzono tętniaki aorty wymagające leczenia (chirurgia – 1 chory, stent pokryty PTFE – 2 chorych). U 38% chorych nadciśnie-

nie tętnicze było w dalszym ciągu leczone farmakologicznie mniejszymi w porównaniu z okresem przed zabiegiem dawkami leków przeciwnadciśnieniowych.

W większości dostępnych stentów opisano, najczęściej zdiagnozowane przypadkowo w czasie kontroli rentgenowskiej, sporadycznie występujące pęknięcia (ang. *stent fracture*) [34]. Ich istotność nie została do tychczas określona. Leczeniu powinni być poddawani jedynie ci chorzy, u których pęknięciu stentu towarzyszy np. jego zwężenie. Leczenie polega na implantacji drugiego stentu lub stentu pokrytego PTFE. To powikłanie w analizowanym materiale wystąpiło u 3 chorych po implantacji platynowo-irydowych stentów Cheatham Platinum pierwszej generacji (używane do 2002 roku). Były one zbudowane z segmentów o utkaniu zygzakowym, spawanych laserowo. Ze względu na doniesienia o zaobserwowanych w badaniach rentgenowskich złamaniach stentu, w następnej ich generacji wzmocniono konstrukcję dodatkiem złota. Dotychczas nie ma opisów złamań nowej generacji stentów Cheatham Platinum.

Stenty Cheatham Platinum pokryte PTFE mają pokrycie wykonane z rozciągliwego politetrafluoroetyleny, którego średnica przed rozprężeniem wynosi około 7 mm i może być zwiększona nawet do 24 mm. W przedstawionej grupie stenty pokryte PTFE zastosowano do leczenia powikłań naczyniowych u chorych z koarktacją aorty, ze złożoną anatomią zwężenia oraz w razie współistnienia chorób zwiększających ryzyko uszkodzenia ściany aorty. Wskazania te są zgodne z danymi z piśmiennictwa [35–37].

Uznaje się, że stosowanie stentów pokrytych PTFE zabezpiecza przed wystąpieniem powikłań ze strony ściany aorty. W coraz większej liczbie ośrodków stenty pokryte PTFE są planowo stosowane u starszych chorych, w razie krytycznego zwężenia lub braku ciągłości aorty oraz współistnienia koarktacji z przetrwałym przewodem tętniczym. Ryzyko uszkodzenia ściany aorty u dzieci jest bardzo niskie i przede wszystkim związane z angioplastyką balonową.

W przedstawionej grupie zabiegów nie było istotnych powikłań. Jednak należy pamiętać, że szczególnie u starszych chorych, chorych z dwupłatkową zastawką aortalną i poszerzoną aortą wstępującą mogą wystąpić zagrożające życiu powikłania związane z uszkodzeniem ściany aorty [38–43].

Nawrót nadciśnienia tętniczego po leczeniu koarktacji aorty nie jest związany z metodą leczenia, ale z wagą zasadniczą. Może być zależny od wielu czynników (zmieniona reaktywność śródbłonna, nieprawidłowa reakcja baroreceptorów, aktywacja układu renina-angiotensyna-aldosteron, nieprawidłowa budowa ściany tętnic proksymalnych do zwężenia, nieprawidłowa ich reakcja na katecholaminy). Podnoszona jest także pierwotna przyczyna uogólnionej arteriopatii współistnieją-

cej z koarktacją aorty. W odległych obserwacjach po leczeniu koarktacji aorty w istotnej grupie chorych stwierdza się nadciśnienie tętnicze. Występuje ono rzadziej u leczonych przed ukończeniem 1. roku życia (do 7%), natomiast dochodzi do 46% u operowanych po 15. roku życia i do 75% u operowanych w późniejszym wieku. Odsetek chorych z nadciśnieniem tętniczym po dobrej korekcy wady wzrasta wraz z wydłużaniem się okresu ich obserwacji [44–49]. W przedstawionej grupie 47% chorych nie wymaga leków przeciwnadciśnieniowych, a pozostali są leczeni niewielkimi dawkami leków w różnych kombinacjach terapeutycznych.

Wnioski

Implantacja stentów u chorych z wrodzoną i pooperacyjną koarktacją aorty daje dobre wyniki bezpośrednie i wczesne. Leczenie farmakologiczne nadciśnienia tętniczego po implantacji stentów może być zredukowane. W okresie obserwacji pozabiegowej mogą pojawić się wskazania do redylatacji stentu oraz dodatkowych implantacji stentów pokrytych PTFE.

Piśmiennictwo

- Abbott ME. Statistical study and historical retrospect of 200 recorded cases, with autopsy, of stenosis or obliteration of the descending arch in subjects above the age of two years. *Am Heart J* 1928; 3: 392-421.
- Koller M, Rothlin M, Senning A. Coarctation of the aorta: review of 362 operated patients. Long-term follow-up and assessment of prognostic variables. *Eur Heart J* 1987; 8: 670-679.
- Cohen M, Fuster V, Steele PM i wsp. Coarctation of the aorta. Long-term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1989; 80: 840-845.
- Stark JF, Gallivan S, Davis K i wsp. Assessment of mortality rates for congenital heart defects and surgeons' performance. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 169-174.
- Haimyr H, Christensen TD, Emmertsen K i wsp. Surgical repair of coarctation of the aorta: up to 40 years of follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 30: 910-916.
- Vriend JW, Mulder BJ. Late complications in patients after repair of aortic coarctation: implications for management. *Int J Cardiol* 2005; 101: 399-406.
- Vriend JW, de Groot E, de Waal TT i wsp. Increased carotid and femoral intima-media thickness in patients after repair of aortic coarctation: influence of early repair. *Am Heart J* 2006; 151: 242-247.
- Qureshi SA, Redington AN, Wren C i wsp. Recommendations of the British Paediatric Cardiac Association for therapeutic cardiac catheterisation in congenital cardiac disease. *Cardiol Young* 2000; 10: 649-667.
- Pihkala J, Pedra CA, Nykanen D i wsp. Implantation of endovascular stents for hypoplasia of the transverse aortic arch. *Cardiol Young* 2000; 10: 3-7.
- Cheatham JP. Stenting of coarctation of the aorta. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 54: 112-125.
- Ewert P, Berger F, Kretschmar O i wsp. Stent implantation as therapy of first choice in adults with coarctation. *Z Kardiol* 2003; 92: 48-52.
- Brzezińska-Rajszyś G, Książyk J. Techniki przeszskórne stosowane w leczeniu wad układu sercowo-naczyniowego u dzieci. *Kardiol Pol* 2005; 63 (supl. 3): 571-588.
- Golden AB, Hellenbrand WE. Coarctation of the aorta: stenting in children and adults. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 69: 289-299.
- Qureshi SA. Stenting in aortic coarctation and transverse arch/isthmus hypoplasia. W: *Percutaneous Interventions for Congenital Heart Disease*. Sievert H, Qureshi SA, Wilson N, Hijazi ZM (red.). Informa Healthcare 2007.
- Zabal C, Attie F, Rosas M i wsp. The adult patient with native coarctation of the aorta: balloon angioplasty or primary stenting? *Heart* 2003; 89: 77-83.

16. Boshoff D, Budts W, Mertens L i wsp. Stenting of hypoplastic aortic segments with mild pressure gradients and arterial hypertension. *Heart* 2006; 92: 1661-1666.
17. Marshall AC, Perry SB, Keane JF i wsp. Early results and medium-term follow-up of stent implantation for mild residual or recurrent aortic coarctation. *Am Heart J* 2000; 139: 1054-1060.
18. McCrindle BW, Jones TK, Morrow WR i wsp. Acute results of balloon angioplasty of native coarctation versus recurrent aortic obstruction are equivalent. Valvuloplasty and Angioplasty of Congenital Anomalies (VACA) Registry Investigators. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1810-1817.
19. Kaine SF, Smith EO, Mott AR i wsp. Quantitative echocardiographic analysis of the aortic arch predicts outcome of balloon angioplasty of native coarctation of the aorta. *Circulation* 1996; 94: 1056-1062.
20. Ovaert C, McCrindle BW, Nykanen D i wsp. Balloon angioplasty of native coarctation: clinical outcomes and predictors of success. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 988-996.
21. Fawzy ME, Awad M, Hassan W i wsp. Long-term outcome (up to 15 years) of balloon angioplasty of discrete native coarctation of the aorta in adolescents and adults. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1062-1067.
22. Pedra CA, Fontes VF, Esteves CA i wsp. Stenting vs. balloon angioplasty for discrete unoperated coarctation of the aorta in adolescents and adults. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 64: 495-506.
23. O'Laughlin MP, Perry SB, Lock JE, Mullins CE. Use of endovascular stents in congenital heart disease. *Circulation* 1991; 83: 1923-1939.
24. Duke C, Rosenthal E, Qureshi SA. The efficacy and safety of stent redilatation in congenital heart disease. *Heart* 2003; 89: 905-912.
25. Ebeid MR, Prieto LR, Latson LA. Use of balloon-expandable stents for coarctation of the aorta: initial results and intermediate-term follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1847-1852.
26. Magee AG, Brzezińska-Rajszyś G, Qureshi SA i wsp. Stent implantation for aortic coarctation and recoarctation. *Heart* 1999; 82: 600-606.
27. Hamdan MA, Maheshwari S, Fahy JT i wsp. Endovascular stents for coarctation of the aorta: initial results and intermediate-term follow-up. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1518-1523.
28. Harrison DA, McLaughlin PR, Lazzam C i wsp. Endovascular stents in the management of coarctation of the aorta in the adolescent and adult: one year follow up. *Heart* 2001; 85: 561-566.
29. Rosenthal E. Stent implantation for aortic coarctation: the treatment of choice in adults? *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1524-1527.
30. Macdonald S, Thomas SM, Cleveland TJ i wsp. Angioplasty or stenting in adult coarctation of the aorta? A retrospective single center analysis over a decade. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003; 26: 357-364.
31. Chessa M, Carrozza M, Butera G i wsp. Results and mid-long-term follow-up of stent implantation for native and recurrent coarctation of the aorta. *Eur Heart J* 2005; 26: 2728-2732.
32. Suarez de Lezo J, Pan M, Romero M i wsp. Percutaneous interventions on severe coarctation of the aorta: a 21-year experience. *Pediatr Cardiol* 2005; 26: 176-189.
33. Qureshi AM, McElhinney DB, Lock JE i wsp. Acute and intermediate outcomes, and evaluation of injury to the aortic wall, as based on 15 years experience of implanting stents to treat aortic coarctation. *Cardiol Young* 2007; 17: 307-318.
34. Ledesma M, Jauregui R, Ceron CK i wsp. Stent fracture after stent therapy for aortic coarctation. *J Invasive Cardiol* 2003; 15: 719-721.
35. de Giovanni JV. Covered stents in the treatment of aortic coarctation. *J Interv Cardiol* 2001; 14: 187-190.
36. Qureshi S, Zubrzycka M, Brzezińska-Rajszyś G i wsp. Use of covered Cheatham-Platinum stents in aortic coarctation and recoarctation. *Cardiol Young* 2004; 14: 50-54.
37. Tzifa A, Ewert P, Brzezińska-Rajszyś G i wsp. Covered Cheatham-platinum stents for aortic coarctation: early and intermediate-term results. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 1457-1463.
38. Schlatmann TJ, Becker AE. Histologic changes in the normal aging aorta: implications for dissecting aortic aneurysm. *Am J Cardiol* 1977; 39: 13-20.
39. Isner JM, Donaldson RF, Fulton D i wsp. Cystic medial necrosis in coarctation of the aorta: a potential factor contributing to adverse consequences observed after percutaneous balloon angioplasty of coarctation sites. *Circulation* 1987; 75: 689-695.
40. Korkola SJ, Tchervenkov CI, Shum-Tim D i wsp. Aortic rupture after stenting of a native coarctation in an adult. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 936.
41. Varma C, Benson LN, Butany J i wsp. Aortic dissection after stent dilatation for coarctation of the aorta: a case report and literature review. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 59: 528-535.
42. Kothari SS. Dissection after stent dilatation for coarctation of aorta. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004; 62: 421.
43. Oliver JM, Gallego P, Gonzalez A i wsp. Risk factors for aortic complications in adults with coarctation of the aorta. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 1641-1647.
44. Seirafi PA, Warner KG, Geggel RL i wsp. Repair of coarctation of the aorta during infancy minimizes the risk of late hypertension. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 1378-1382.
45. O'Sullivan JJ, Derrick G, Darnell R. Prevalence of hypertension in children after early repair of coarctation of the aorta: a cohort study using casual and 24 hour blood pressure measurement. *Heart* 2002; 88: 163-166.
46. Swan L, Goyal S, Hsia C i wsp. Exercise systolic blood pressures are of questionable value in the assessment of the adult with a previous coarctation repair. *Heart* 2003; 89: 189-192.
47. de Divitiis M, Rubba P, Calabro R. Arterial hypertension and cardiovascular prognosis after successful repair of aortic coarctation: a clinical model for the study of vascular function. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2005; 15: 382-394.
48. Meyer AA, Joharchi MS, Kundt G i wsp. Predicting the risk of early atherosclerotic disease development in children after repair of aortic coarctation. *Eur Heart J* 2005; 26: 617-622.
49. Peirone AR, Lee KJ, Golding IF i wsp. Exercise performance and blood pressure responses in children after stenting of aortic coarctation. *Prog Pediatr Cardiol* 2006; 22: 161-164.