

# Leczenie przezskórne koarktacja aorty – krok po kroku

## Percutaneous treatment of coarctation of the aorta – step by step

### STRESZCZENIE

Koarktacja aorty jest jedną z najczęstszych wrodzonych wad serca. Jej manifestacja może być dramatyczna w okresie noworodkowym lub podstępna, skąpoobjawowa w wieku późniejszym. Opóźnione postawienie diagnozy pogarsza rokowanie. Na przestrzeni ostatnich 60 lat zmieniło się podejście do leczenia tej wady. Odchodzono od tradycyjnych metod kardiochirurgicznych na rzecz nowoczesnych zabiegów przezskórnych. Celem niniejszej pracy było opisanie podstawowych zagadnień związanych z rozpoznaniem koarktacji aorty oraz kwalifikacją pacjentów do leczenia. Szczegółowo przedstawiono techniki zabiegów przezskórnych oraz dokonano przeglądu literatury pod kątem oceny wyników leczenia.

**Słowa kluczowe:** koarktacja aorty, leczenie przezskórne  
Kardiol. Inwazyjna 2017; 12 (4), 25–31

### ABSTRACT

Aortic coarctation belongs to the most common congenital heart diseases. It can manifest itself dramatically during the neonatal period or insidiously, with scarcely any symptoms, at a later age. A delayed diagnosis has an adverse effect on prognosis. Over the last 60 years, the approach to treating the disease has been subject to change. The traditional cardiosurgical methods have been gradually replaced with modern percutaneous procedures. This paper is intended to describe the fundamental issues related to the diagnosis of aortic coarctation and qualification of patients for treatment. The percutaneous techniques have been presented in detail and the literature has been reviewed in terms of assessment of treatment results.

**Key words:** aortic coarctation, percutaneous treatment  
Kardiol. Inwazyjna 2017; 12 (4), 25–31

### Wstęp

Koarktacja aorty (CoAo) jest czwartą co do częstości występowania wrodzoną wadą układu sercowo-naczyniowego i występuje z częstością około 20–60/100 000 urodzeń z preferencją dla płci męskiej (2:1) [1, 2]. Częściej występuje u pacjentów z zespołem Turnera (u ok. 30%) oraz w zespole Williamsa-Beurena. Mogą jej towarzyszyć inne wrodzone wady serca, takie jak dwupłatkowa zastawka aorty (u 50% pacjentów), ubytek w przegrodzie międzykomorowej, drożny przewód tętniczy oraz wady zastawki aortalnej i mitralnej [3]. Naturalny przebieg wady cechuje się złym rokowaniem. Średnia długość życia nieleczonych pacjentów wynosi 35 lat, a tylko 10% dożywa 50. roku życia [1].

Zwężenie najczęściej obejmuje cieśń aorty, rzadziej poprzeczną część łuku aorty, odcinek piersiowy lub brzuszny aorty. Może mieć charakter zlokalizowany (błoniasty lub w kształcie klepsydry) lub obejmować dłuższy odcinek (hipoplazja łuku aorty). Tradycyjnie koarktację aorty dzieli się na nadprzewodową (typu noworodkowego) i podprzewodową (typu dorosłego). W rzeczywistości miejsce zwężenia najczęściej

Paweł Cześniewicz<sup>1</sup>,

Magdalena Słupska<sup>1</sup>, Jacek Kusa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Oddział Kardiologii Dziecięcej, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu

<sup>2</sup>Klinika Kardiologii Dziecięcej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

znajduje się w okolicy ujścia przewodu tętniczego (lub jego pozostałości — więzadła tętniczego) i taką lokalizację określa się jako „juxtapozycja”.

Przyczyny rozwoju koarktacji aorty nie są w pełni poznane. Najczęściej cytuje się dwie teorie wyjaśniające mechanizm jej powstania. Pierwsza z nich bazuje na założeniu, że rozwój koarktacji aorty wiąże się z niedostatecznym przepływem krwi przez łuk aorty na wczesnym etapie rozwoju płodu. W życiu płodowym dolna część ciała w większości jest zaopatrywana przez przewód tętniczy, natomiast przez cieśń aorty przepływa niewielka ilość krwi. Towarzyszące koarktacji aorty wewnątrzsercowe anomalie, takie jak wady zastawki aorty lub ubytek w przegrodzie międzykomorowej, prowadzą do dalszej redukcji przepływu krwi w cieśni aorty. Teoria ta nie wyjaśnia jednak występowania koarktacji aorty jako wady izolowanej.

Bliskość przewodu tętniczego oraz badania histologiczne leżą u podstaw drugiej teorii. Zakłada ona, że za rozwój koarktacji aorty odpowiada nieprawidłowa migracja tkanki przewodu tętniczego do ściany aorty [4]. Skurcz mięśni gładkich we wczesnym okresie pourodzeniowym doprowadza do zwężenia aorty. Infiltracja ściany aorty tkanką przewodu tętniczego osłabia ją i sprawia, że jest ona podatna na rozwój tętniaków oraz zakażenia bakteryjnego (*endarteritis*).

Obecnie w leczeniu koarktacji aorty stosuje się trzy metody: zabiegi kardiochirurgiczne, angioplastykę balonową oraz implantację stentów. W 1944 roku Craford po raz pierwszy wykonał operację polegającą na wycięciu zwężonego odcinka i zespoleniu aorty koniec do końca. Ta metoda leczenia, z drobnymi modyfikacjami, jest obecnie najbardziej rozpowszechniona. Inne techniki operacyjne bazują na plastyce koarktacji aorty z wykorzystaniem uszypułowanej łaty z własnej tętnicy podobojczykowej (operacja Waldhausena), łaty z materiału sztucznego (operacja Vosschulte'a) lub wszyciu wstawki z protezy naczyniowej. Zespolenia omijające cieśń stosuje się u pacjentów w zaawansowanym wieku ze zwapnieniem aorty. Przez lata dominował pogląd, że miejsce zwężenia musi zostać wycięte chirurgicznie, aby zapobiec nawrotom zwężenia oraz formowaniu się tętniaków. Nowsze badania wskazują, że metody chirurgiczne nie zapobiegają tym powikłaniom, a odsetek tętniaków w dłuższej obserwacji wynosi 15–25% [5].

Pierwszą przezskórną angioplastykę balonową (BAP, *balloon angioplasty*) koarktacji aorty wykonano w 1982 roku [6]. Niespełna 10 lat później, w roku 1991, przeprowadzono pierwszy zabieg implantacji stentu [7]. Na przestrzeni lat techniki zabiegów przezskórnych uległy wielu modyfikacjom i obecnie są preferowaną metodą leczenia tej wady w wielu sytuacjach klinicznych.

## Objawy i rozpoznanie koarktacji aorty

Manifestacja wady u noworodków może być poważna i bezpośrednio zagrażać życiu. Nieleczona prowadzi do rozwoju niewydolności serca, kwasicy metabolicznej, anurii i wstrząsu. W tym okresie leczenie polega na ustabilizowaniu stanu dziecka, podawaniu leków podtrzymujących drożność przewodu tętniczego (prostacykliny PGE1), leków moczopędnych oraz inotropowych. Następnie wykonuje się zabieg chirurgiczny bądź rzadziej przezskórny.

Poza okresem noworodkowym większość pacjentów jest bezobjawowa. Uważa się, że nawet 25% przypadków koarktacji aorty jest rozpoznawana powyżej 10. roku życia, niejednokrotnie w wieku dorosłym. Przez ten okres podstępny przebieg choroby prowadzi do nieodwracalnych zmian, a w szczególności utrwalenia się nadciśnienia tętniczego. Ze względu na dobrze rozwinięte krążenie oboczne rzadko obserwuje się takie objawy, jak chromanie przestankowe czy gorszy rozwój dolnej części ciała (zmniejszoną masę mięśniową kończyn dolnych). Często powodem skierowania pacjenta do kardiologa są: nadciśnienie tętnicze lub cechy przerostu lewej komory w przypadkowo wykonanym zapisie EKG. W badaniu fizykalnym uwagę zwraca brak lub osłabione tętno na tętnicach udowych oraz charakterystyczny szmer skurczowy w górnej części mostka oraz późnoskurczowy na plecach w okolicy międzyłopatkowej. Poza tym można stwierdzić różnicę ciśnień pomiędzy kończynami górnymi a dolnymi w pomiarze manometrycznym (o istotności wady świadczy różnica ciśnień przekraczająca 20 mm Hg). Niestety zdarza się, że pierwszą manifestacją kliniczną wady u młodych dorosłych są powikłania związane z trwającym wiele lat nadciśnieniem tętniczym, w tym udary mózgu czy choroba wieńcowa.

Złotym standardem w rozpoznaniu koarktacji aorty pozostaje badanie echokardiograficzne. W projekcjach nadmostkowych uwidacznia się zwężenie w części zstępującej łuku aorty. Za pomocą technik doplerowskich stwierdza się przyspieszenie przepływu w miejscu zwężenia oraz nieprawidłowy skurczowo-rozkurczowy przepływ w aorcie brzusznej. Badanie to umożliwia również rozpoznanie współistniejących nieprawidłowości wewnątrzsercowych oraz określenie stopnia przerostu mięśnia lewej komory serca (rzadziej stwierdza się rozstrzeń lewej komory i zaburzenia kurczliwości).

Jeżeli na podstawie badania echokardiograficznego istnieją trudności w ocenie ciężkości wady lub jej anatomii, należy wykonać badanie rezonansem magnetycznym. Daje ono możliwość doskonałej oceny anatomicznej wady. Zwężenie aorty o ponad 50% w stosunku do średnicy aorty na poziomie przepony jest uważane za istotne. U małych dzieci oraz u pacjentów z podejrzeniem tętniaka aorty lepszej jakości obrazy uzyskuje się w tomografii komputerowej.

## Kwalifikacja do zabiegu

Leczenie interwencyjne należy podjąć, jeżeli gradient ciśnień krwi pomiędzy kończynami górnymi a dolnymi jest większy niż 20 mm Hg [5, 8]. Należy jednak wziąć pod uwagę, że przy dobrze rozwiniętym krążeniu obocznym (najczęściej poprzez tętnice międzyżebrowe oraz piersiowe wewnętrzne), nawet przy obecności bardzo ciasnego zwężenia aorty, gradient ciśnień może być nieadekwatnie niski i jako pojedynczy parametr nie może świadczyć o ciężkości wady. Dlatego do leczenia interwencyjnego kwalifikuje się pacjentów z nadciśnieniem tętniczym (również z nieprawidłową reakcją tensyjną podczas próby wysiłkowej) lub przerostem mięśnia lewej komory oraz istotnym zwężeniem aorty (przekraczającym 50% w odniesieniu do średnicy aorty na poziomie przepony) [5, 8].

Metoda leczenia zależy od wieku pacjenta oraz charakteru zwężenia. W przypadku pacjentów z nasywną postacią wady wybór pomiędzy leczeniem chirurgicznym a przezskórnym jest kontrowersyjny. W większości ośrodków kwalifikacja odbywa się na podstawie następujących kryteriów [8]:

- dzieci do 6. miesiąca życia są leczone metodami kardiochirurgicznymi. Przezskórna balonowa angioplastyka (BAP, *balloon angioplasty*) jest wykonywana w wyjątkowych sytuacjach, na przykład w przypadku ciężkiego stanu klinicznego dziecka, bez poprawy po leczeniu farmakologicznym lub u pacjentów ze stwierdzonym krwawieniem śródczaszkowym. Stenty są rzadko implantowane u dzieci w tym wieku;
- przezskórna balonowa angioplastyka jest metodą z wyboru u pacjentów powyżej 6. miesiąca życia. Stenty są implantowane u pacjentów z masą ciała powyżej 25 kg oraz u dorosłych. W przypadkach, gdy zwężenie ma charakter długiego hipoplastycznego odcinka, należy rozważyć leczenie kardiochirurgiczne;

— nawrót zwężenia (rekoartacja aorty) po wcześniejszym leczeniu metodami chirurgicznymi lub przezskórnymi jest wskazaniem do przezskórnej BAP lub implantacji stentu.

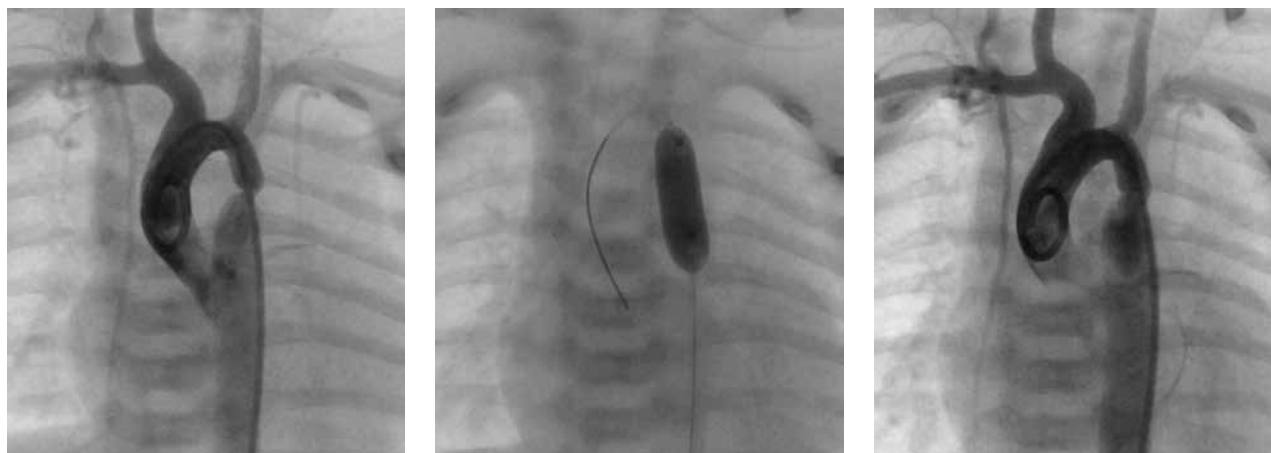
## Przezskórna balonowa angioplastyka

U dzieci BAP wykonuje się w znieczuleniu ogólnym, natomiast u pacjentów dorosłych zabieg może być przeprowadzony w znieczuleniu miejscowym. W tym ostatnim przypadku zaleca się stosowanie silnych leków przeciwbólowych (np. morfiny), gdyż BAP jest zabiegiem bolesnym. W większości ośrodków stosuje się profilaktykę antybiotykową. Rutynowo dostęp naczyniowy uzyskuje się przez nakłucie tętnicy udowej. W niektórych przypadkach (np. niedrożność naczyń udowych, małe dziecko) zabieg może zostać wykonany po nakłuciu lub chirurgicznym odstąpieniu tętnicy szyjnej lub tętnicy pachowej. Uzyskanie dostępu naczyniowego pod kontrolą USG zmniejsza częstość powikłań [9]. Zaleca się podanie heparyny w dawce 50–100 j./kg do uzyskania ACT 200–250 s.

Po określeniu gradientu ciśnień wykonuje się aortografię (ryc. 1) w dwóch projekcjach (najczęściej LAO 60 lub pełnym boku oraz drugiej — AP lub RAO). Aortografia rotacyjna z rekonstrukcją 3D jest przydatna do oceny pacjentów z krętym przebiegiem zwężonego odcinka oraz do oceny tętniaków aorty. Kolejnym etapem jest umieszczenie sztywnego przewodnika (np. *Amplatz extra-stiff*) najczęściej w opuszcze aorty i wprowadzeniu po nim cewnika balonowego.

U małych dzieci zaleca się stosowanie cewników balonowych niskoprofilowych i niskociśnieniowych. Natomiast u pacjentów dorosłych polecane są cewniki balonowe wysokociśnieniowe. Dobór cewnika balonowego przeprowadza się w następujący sposób:

- średnica balonu nie powinna przekraczać 2–3 krotności średnicy zwężenia oraz nie powinna być większa od średnicy aorty powyżej zwężenia lub aorty na poziomie przepony;



**Rycina 1A.** Aortografia — wrodzone zwężenie cieśni aorty; **B.** Balonowa angioplastyka; **C.** Stan po skutecznej balonowej angioplastyce zwężenia cieśni aorty



- zaleca się stosowanie jak najkrótszych balonów. Zbyt długie balony zwiększają ryzyko uszkodzenia ściany aorty powyżej oraz poniżej miejsca zwężenia. U małych dzieci (do 8–10 kg) rekomendowane są balony o długości 2–2,5 cm, natomiast u pacjentów starszych 3–4 cm. Kluczowe dla stabilności balonu podczas napełniania jest zastosowanie odpowiednio sztywnego przewodnika;
- balon napełnia się do momentu pełnego rozprężenia i zniknięcia wcięcia na balonie (nie należy dążyć do osiągnięcia maksymalnych ciśnień napełniania balonu). Angioplastykę balonową aorty wykonuje się, stosując krótkie inflacje (5–10 s). W razie konieczności można je 2-3-krotnie powtórzyć.

Podczas kontrolnej aortografii (ryc. 1) (ponownie w dwóch projekcjach) oraz przy końcowych pomiarach gradientu ciśnień należy zachować szczególną ostrożność. Cewniki naczyniowe wymienia się w taki sposób, aby nie stracić pozycji przewodnika umieszczonego w opuszce aorty. Powtórne przechodzenie przewodnikiem lub cewnikiem przez poszerzony odcinek aorty wiąże się z ryzykiem uszkodzenia jej ściany. W pierwszej dobie po zabiegu utrzymuje się wlew heparyny. Zabieg uznaje się za skuteczny, jeżeli gradient wynosi mniej niż 10–15 mm Hg.

### Przezkórna implantacja stentu

Kwalifikacja i przygotowanie pacjenta do zabiegu implantacji stentu w zwężeniu aorty (ryc. 2) nie różni się od tego stosowanego w BAP. U starszych pacjentów, u których rzut serca jest wysoki, szybka stymulacja komór serca (*rapid pacing*, ok. 180 pobudzeń/min) zmniejsza ryzyko niekontrolowanego przemieszczenia się stentu podczas napełniania balonu. Obecnie na rynku dostępne są różne rodzaje stentów. Ze względu na mechanizm ich uwalniania dzieli się je na samorozprężalne (*self-expandable*) i rozprężane za pomocą balonu (*balloon expandable*). Wyróżnia się stenty niepokryte (*bare stent*) oraz pokryte (*cover stent*). Stenty mogą być dostarczane już zamontowane na cewniku balonowym lub wymagają samo-

dzielnego montażu. Szeroki wachlarz materiałów, z których są wykonane obejmuje: stal nierdzewną, stopy irydowo-platynowe, kobaltowo-chromowe, nitinolowe, tytanowe i inne. Ich konstrukcja może być w kształcie zamkniętych lub otwartych komórek (*open/close cells*). Od lat oczekuje się wprowadzenia stentów biodegradowalnych. Pomimo wielu badań klinicznych, wciąż nie są one dostępne komercyjnie. Wybór odpowiedniego stentu zależy od wielu czynników. Najszerzej stosowane są stenty niepokryte. Typowo używa się je w następujących sytuacjach:

- nieskuteczna przezkórna balonowa angioplastyka. Dzięki promienistemu rozkładowi sił stenty zapobiegają nawrotowi zwężenia w mechanizmie „*elastic recoil*” (natychmiastowy nawrót zwężenia po obniżeniu ciśnienia w cewniku balonowym);
- nawrót zwężenia (rekoarktaacja);
- niekorzystna anatomia wady — kręty przebieg zwężonego odcinka;
- zwężenie na długim odcinku aorty (hipoplazja).

Stenty pokryte znajdują zastosowanie jako metoda ratunkowa w razie ciężkich powikłań związanych z BAP (dyssekcja aorty), a także w wyłączeniu tętników aorty. Preferencyjnie używa się ich u pacjentów z dużym ryzykiem powikłań — po wielokrotnych interwencjach, w wieku powyżej 40. roku życia oraz z bardzo ciasnym zwężeniem (tzw. funkcjonalnym przerwaniem łuku aorty). Głównym ograniczeniem w stosowaniu stentów u dzieci są trudności z ich późniejszym poszerzeniem. Z tego powodu większość ośrodków implantuje stenty u pacjentów z masą ciała większą niż 25 kg. Stenty o konstrukcji otwartych komórek (*open cells*) można poszerzyć w większym stopniu (nawet o 100%) niż te o konstrukcji zamkniętych komórek (*close cells*) [10].

W leczeniu wrodzonych wad serca najczęściej używa się stentów rozprężanych za pomocą balonu. Jednak bardzo dobre efekty uzyskuje się również po zastosowaniu stentów samorozprężalnych [11]. Przy implantacji stentów dużą popularnością cieszą się cewniki balonowe typu „balon w balonie”. Po rozprężeniu wewnętrznego balonu, którego średnica



**Rycina 2A.** Aortografia — w aorcie piersiowej ukazująca brak wstecznego napływu do łuku aorty; **B.** Aortografia w łuku aorty — funkcjonalne przerwanie łuku aorty; **C.** Skuteczne poszerzenie cieśni aorty za pomocą stentu z zachowaną drożnością lewej tętnicy podobojczykowej

stanowi połowę średnicy zewnętrznego balonu, istnieje możliwość wykonania kontrolnej aortografii i w razie potrzeby korekcji położenia stentu. Długość balonu powinna być przynajmniej równa długości implantowanego stentu.

Dobór średnicy stentu i jego długości jest indywidualny. Średnica stentu nie powinna przekraczać średnicy przylegających odcinków aorty lub aorty na poziomie przepony. Długość stentu powinna być nieznacznie większa niż długość zwężonego odcinka. Należy wziąć pod uwagę, że większość stentów skraca się podczas implantacji (w niektórych przypadkach nawet o 40%!). Zastosowanie zbyt długiego stentu stwarza ryzyko zamknięcia ważnych odgałęzień aorty, w tym naczyń dogłowych, lewej tętnicy podobojczykowej czy tętnicy Adamkiewicza zaopatrzonej rdzeń kręgowy. To ryzyko jest szczególnie istotne w przypadku stosowania stentów pokrytych. Stenty implantuje się za pomocą długich koszulek naczyniowych. Po przygotowaniu stentu koszulkę naczyniową wprowadza się powyżej miejsca zwężenia. Po dostarczeniu stentu w miejsce zwężenia wielokrotnie wykonuje się aortografię (manualną lub przy użyciu strzykawki automatycznej) i koryguje się jego położenie aż do uzyskania optymalnej pozycji. Podczas implantacji cewnik balonowy rozpręża się do uzyskania ciśnienia nominalnego. Podobnie jak w przypadku BAP obowiązuje końcowa aortografia i pomiar ciśnień.

Zabieg uznaje się za skuteczny, jeżeli gradient ciśnień zostanie zniesiony (< 10–15 mm Hg), a naczynie zostanie poszerzone przynajmniej do 90% szerokości przylegających odcinków aorty. W pierwszej dobie podaje się wlew heparyny, a następnie włącza pojedynczą (u dzieci) lub podwójną terapię przeciwplatekową na okres 6 miesięcy.

### Wyniki leczenia przezskórnego

Wyniki leczenia przezskórnego są bardzo dobre. Odsetek skutecznych zabiegów wynosi 73–93% dla przezskórnych balonowych angioplastyk i 96–100% dla implantacji stentów [3, 11–13]. Niepowodzenie przezskórnej angioplastyki balonowej może wynikać z niekorzystnej anatomii wady (hipoplastyczny odcinek aorty), nadmiernej sztywności ściany naczynia (np. blizny po wcześniejszych zabiegach) lub z tak zwanego zjawiska „*elastic recoil*”. Wprowadzenie stentów w znacznym stopniu zniósło te ograniczenia. W oparciu o wyniki wielośrodkowego badania *congenital cardiovascular interventional study consortium* (CCISC) ustalono, że implantacja stentów ma niższą częstość powikłań w porównaniu z BAP i metod kardiochirurgicznych [13]. Śmiertelność związana z zabiegami przezskórnymi jest niewielka, bliska zeru [3, 12, 13].

Istotnym problemem jest ponowne zwężenie w miejscu wady pierwotnej po uprzednim zabiegu przez-



**Rycina 3.** Aortografia — tętniak powstały 2 lata po leczeniu kardiochirurgicznym

skórnym (rekoarktacja). Częstość tego powikłania jest bardzo wysoka po przezskórnej balonowej angioplastyce u noworodków (83%) oraz zdecydowanie niższa u dzieci starszych i dorosłych (7,5–18%) [14–16]. Najrzadziej występuje po implantacji stentu (2,7–4%) [17, 16]. Do zwężenia stentu przyczynia się nadmierna proliferacja błony wewnętrznej, złamanie struktury stentu oraz relatywne zwężenie wynikające z rozwoju dziecka. W zależności od przyczyny większość autorów proponuje w takich przypadkach plastykę stentu z użyciem balonu wysokociśnieniowego lub wszczepienie kolejnego stentu.

Podczas przezskórnej balonowej angioplastyki oraz stentowania dochodzi do rozerwania błony wewnętrznej i środkowej ściany aorty. Głównym zagrożeniem z tym związanym jest powstawanie tętniaków (ryc. 3) i rozwarstwień ściany aorty. Ryzyko tych powikłań jest wyższe u pacjentów z zespołem Turnera, dwupłatkową zastawką aorty oraz w wieku powyżej 40 lat [15, 18]. Uważa się, że tkanka bliznowata, która rozwija się w miejscu wady pierwotnej po uprzednim zabiegu kardiochirurgicznym ma działanie ochronne. Stąd ryzyko uszkodzenia ściany aorty podczas angioplastyki balonowej w przypadku rekoarktacji jest niższe (8%) niż w przypadku wady natywnej (27%) [3, 12]. Wyniki badania COAST II, wbrew oczekiwaniom, nie udowodniły ochronnej roli stentów pokrytych w zapobieganiu powstawaniu tętniaków. Autorzy sugerują, że wynika to ze skomplikowanej anatomii wady oraz wielokrotnych prób przejścia przez ciasno zwężony odcinek za pomocą przewodników hydrofilnych. Efektem tego może być do uszkodzenie błony wewnętrznej i osłabienia ściany aorty [19]. Szacuje się, że do uszkodzenia ściany aorty na skutek wszczepienia stentu dochodzi u 3–9% pacjentów [19, 17]. Małe tętniaki wymagają jedynie uważnej obserwacji, gdyż często dochodzi do

ich zaniku podczas dłuższej obserwacji. Natomiast większe, których średnica przekracza 50% średnicy aorty na poziomie przepony leczy się poprzez implantację stentu pokrytego lub chirurgicznie.

Powikłania związane z dostępem naczyniowym występują częściej u małych dzieci oraz po implantacji stentu. Podczas tych ostatnich procedur istnieje konieczność użycia bardzo dużych koszulek naczyniowych (> 10 Fr).

Wszyscy pacjenci po BAP, niezależnie od wyniku, wymagają regularnych kontroli kardiologicznych. Zaleca się wykonywanie badań obrazowych (echokardiografia lub rezonans magnetyczny) co 1–2 lata. Wynika to z możliwości nawrotu zwężenia lub pojawienia się tętniaka nawet w odległym okresie po zabiegu.

Istotnym problemem, również przy braku zwężenia resztkowego, pozostaje nadciśnienie tętnicze. Szacuje się, że występuje ono u 32,5% pacjentów, częściej, jeżeli interwencję podjęto w późniejszym wieku [20]. Oprócz domowych pomiarów ciśnienia zaleca się również pomiary podczas próby wysiłkowej. Według Lujiendijk 64% pacjentów z nieprawidłową reakcją tensyjną podczas próby wysiłkowej rozwija przewlekłe nadciśnienie tętnicze w późniejszym okresie [21]. W leczeniu nadciśnienia tętniczego stosuje się inhibitory enzymu konwertującego (ACEI, *angiotensin-converting-enzyme inhibitors*), antagonistów receptora angiotensyny oraz beta-adrenolityki. Skuteczne leczenie interwencyjne polepsza przebieg nadciśnienia tętniczego, a nawet może doprowadzić do jego normalizacji [19].

## Podsumowanie

Podejście do leczenia koarktacji aorty zmieniło się na przestrzeni ostatnich lat. Nastąpiło odejście od postrzegania tej wady jako punktowego zwężenia na rzecz uogólnionej arteropatii. W wielu przypadkach pojedyncza interwencja kardiochirurgiczna lub przeszćorna nie jest wystarczająca. Ze względu na ryzyko rozwoju powikłań, czasami w bardzo odległym czasie od zabiegu, pacjenci wymagają stałego nadzoru kardiologicznego. U pacjentów z natywną postacią wady wybór metody leczenia jest kontrowersyjny. Wyniki leczenia kardiochirurgicznego i przeszćornego koarktacji aorty u pacjentów w wieku powyżej 6 miesięcy są porównywalne. Natomiast w leczeniu nawrotu zwężenia oraz powikłań (np. tętniaków) metodą z wyboru jest leczenie przeszćorne. Oczekuje się, że dalszy rozwój przeszćornych technik zabiegowych przyczyni się do zmniejszenia częstości powikłań oraz poprawi jakość życia pacjentów z koarktacją aorty.

## Piśmiennictwo

1. Campbell M. Natural history of coarctation of the aorta. *Br Heart J.* 1970; 32(5): 633–640, indexed in Pubmed: [5470045](#).
2. Hoffman JIE, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39(12): 1890–1900, indexed in Pubmed: [12084585](#).
3. Harris KC, Du W, Cowley CG, et al. Congenital Cardiac Intervention Study Consortium (CCISC). A prospective observational multicenter study of balloon angioplasty for the treatment of native and recurrent coarctation of the aorta. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2014; 83(7): 1116–1123, doi: [10.1002/ccd.25284](#), indexed in Pubmed: [24917074](#).
4. Kim JiE, Kim EK, Kim WH, et al. Abnormally extended ductal tissue into the aorta is indicated by similar histopathology and shared apoptosis in patients with coarctation. *Int J Cardiol.* 2010; 145(2): 177–182, doi: [10.1016/j.ijcard.2009.05.036](#), indexed in Pubmed: [19515437](#).
5. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NMS, et al. Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC), Association for European Paediatric Cardiology (AEPIC), ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J.* 2010; 31(23): 2915–2957, doi: [10.1093/eurheartj/ehq249](#), indexed in Pubmed: [20801927](#).
6. Lock JE, Castaneda-Zuniga WR, Bass JL, et al. Balloon dilatation of excised aortic coarctations. *Radiology.* 1982; 143(3): 689–691, doi: [10.1148/radiology.143.3.6210934](#), indexed in Pubmed: [6210934](#).
7. O’Laughlin MP, Slack MC, Grifka RG, et al. Implantation and intermediate-term follow-up of stents in congenital heart disease. *Circulation.* 1993; 88(2): 605–614, indexed in Pubmed: [8339424](#).
8. Guidelines for the Management of Congenital Heart Diseases in Childhood and Adolescence. *Cardiology in the Young.* 2017; 27(S3): S1–S105, doi: [10.1017/s1047951116001955](#).
9. Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access With Ultrasound Trial). *JACC Cardiovasc Interv.* 2010; 3(7): 751–758, doi: [10.1016/j.jcin.2010.04.015](#), indexed in Pubmed: [20650437](#).
10. Quandt D, Ramchandani B, Bhole V, et al. Initial experience with the cook formula balloon expandable stent in congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2015; 85(2): 259–266, doi: [10.1002/ccd.25543](#), indexed in Pubmed: [24824198](#).
11. Haji Zeinali AM, Sadeghian M, Qureshi SA, et al. Midterm to long-term safety and efficacy of self-expandable nitinol stent implantation for coarctation of aorta in adults. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017 [Epub ahead of print], doi: [10.1002/ccd.27178](#), indexed in Pubmed: [28707350](#).
12. Reich O, Tax P, Bartáková H, et al. Long-term (up to 20 years) results of percutaneous balloon angioplasty of recurrent aortic coarctation without use of stents. *Eur Heart J.* 2008; 29(16): 2042–2048, doi: [10.1093/eurheartj/ehn251](#), indexed in Pubmed: [18550553](#).
13. Forbes TJ, Garekar S, Amin Z, et al. Congenital Cardiovascular Interventional Study Consortium (CCISC). Procedural results and acute complications in stenting native and recurrent coarctation of the aorta in patients over 4 years of age: a multi-institutional study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007; 70(2): 276–285, doi: [10.1002/ccd.21164](#), indexed in Pubmed: [17630670](#).
14. Rao PS, Galal O, Smith PA, et al. Five- to nine-year follow-up results of balloon angioplasty of native aortic

- coarctation in infants and children. *J Am Coll Cardiol.* 1996; 27(2): 462–470, indexed in Pubmed: [8557921](#).
15. Fawzy ME, Awad M, Hassan W, et al. 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(6): 1062–1067, doi: [10.1016/j.jacc.2003.10.040](#), indexed in Pubmed: [15028367](#).
  16. Forbes TJ, Kim DW, Du W, et al. CCISC Investigators. Comparison of surgical, stent, and balloon angioplasty treatment of native coarctation of the aorta: an observational study by the CCISC (Congenital Cardiovascular Interventional Study Consortium). *J Am Coll Cardiol.* 2011; 58(25): 2664–2674, doi: [10.1016/j.jacc.2011.08.053](#), indexed in Pubmed: [22152954](#).
  17. Forbes TJ, Moore P, Pedra CAC, et al. Intermediate follow-up following intravascular stenting for treatment of coarctation of the aorta. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007; 70(4): 569–577, doi: [10.1002/ccd.21191](#), indexed in Pubmed: [17896405](#).
  18. van den Hoven AT, Duijnhouwer AL, Eicken A, et al. Adverse outcome of coarctation stenting in patients with Turner syndrome. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017; 89(2): 280–287, doi: [10.1002/ccd.26728](#), indexed in Pubmed: [27629084](#).
  19. Sohrabi B, Jamshidi P, Yaghoubi A, et al. Comparison between covered and bare Cheatham-Platinum stents for endovascular treatment of patients with native post-ductal aortic coarctation: immediate and intermediate-term results. *JACC Cardiovasc Interv.* 2014; 7(4): 416–423, doi: [10.1016/j.jcin.2013.11.018](#), indexed in Pubmed: [24630880](#).
  20. Canniffe C, Ou P, Walsh K, et al. Hypertension after repair of aortic coarctation—a systematic review. *Int J Cardiol.* 2013; 167(6): 2456–2461, doi: [10.1016/j.ijcard.2012.09.084](#), indexed in Pubmed: [23041096](#).
  21. Luijendijk P, Bouma BJ, Vriend JWJ, et al. Usefulness of exercise-induced hypertension as predictor of chronic hypertension in adults after operative therapy for aortic isthmus coarctation in childhood. *Am J Cardiol.* 2011; 108(3): 435–439, doi: [10.1016/j.amjcard.2011.03.063](#), indexed in Pubmed: [21550580](#).

---

**Adres do korespondencji:**

Dr hab. n. med Jacek Kusa  
 Oddział Kardiologii Dziecięcej Wojewódzki Szpital Specjalistyczny  
 we Wrocławiu  
 ul. Kamińskiego 73a, 51–124 Wrocław  
 tel.: 71 327 01 40  
 faks: 71 327 05 78  
 e-mail: [jkusa@poczta.onet.pl](mailto:jkusa@poczta.onet.pl)