



Původní sdělení | Original research article

Endovaskulární léčba koarktace aorty u dospělých

(Endovascular management of coarctation of the aorta in adult patients)

Jiří Novotný, Jan H. Peregrin

Základna radiodiagnostiky a intervenční radiologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Praha, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 30. 1. 2015

Přepřacován: 5. 3. 2015

Přijat: 6. 3. 2015

Dostupný online: 3. 4. 2015

Klíčová slova:

Balonková dilatace

Endovaskulární léčba

Koarktace aorty

Stent

Stentgraft

SOUHRN

Úvod: Koarktace patří mezi vrozené srdeční vady s výskytem 5–8 %, častější je u chlapců, převážná většina pacientů je ale již v dětském věku operována. U mladistvých a dospělých převládá v současné době endovaskulární léčba.

Metoda: Použili jsme všechny tři obvyklé způsoby katetrizační léčby: prostou balonkovou dilataci, implantaci stentu, implantaci stentgraftu. Všichni pacienti podstoupili před výkonem a po výkonu CT angiografii.

Soubor: Mezi roky 2004 a 2014 jsme léčili deset pacientů s koarktací – sedm mužů, tři ženy v průměrném věku 41,1 roku (21–59 let). U osmi jsme léčili nativní koarktaci, u dvou jsme léčili rekoarktaci. Dominantním znakem byla hypertenze (osm pacientů) a levostranné srdeční selhání (čtyři pacienti) (u některých nemocných bylo více znaků). Prostou dilataci jsme provedli u dvou nemocných, čtyřem jsme implantovali stent a čtyřem stentgraft.

Výsledky: Technicky úspěšní jsme byli u všech pacientů. Dlouhodobý pozitivní léčebný účinek se projevil u všech. U všech osmi nemocných s hypertenzí došlo ke zlepšení, medikace byla snížena u čtyř a další čtyři jsou bez medikace.

© 2015, ČKS. Published by Elsevier Sp. z o.o. All rights reserved.

ABSTRACT

Background: Coarctation is a congenital heart defect with an incidence of 5–8%, more frequent in boys; however, the overwhelming majority of patients undergo surgery earlier as pediatric patients. Currently, the treatment of choice in adolescents and adults is endovascular management.

Method: We used all three common catheter-based techniques: simple balloon dilatation, stent placement, and stent-graft placement. All treated patients underwent pre- and postprocedural CT angiography.

Group of patients: Between 2004 and 2014, we treated a total of 10 patients with coarctation. They included seven men and three women, with a mean age of 41.1 (21–59) years. Eight patients were treated for native coarctation, and two for re-coarctation. Dominant features included hypertension (eight patients) and left-sided heart failure (four patients); some patients presented with multiple conditions at a time. Simple dilatation was performed in two patients while four had both stent and stent-graft placement.

Results: All procedures were technically successful, with a long-term beneficial effect seen in all patients. All patients with hypertension showed improvement, with medication either reduced or completely discontinued in four cases.

Keywords:

Balloon dilatation

Coarctation of the aorta

Endovascular management

Stent

Stent graft

Adresa: MUDr. Jiří Novotný, Základna radiodiagnostiky a intervenční radiologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Vídeňská 1958/9, 140 21 Praha 4, e-mail: jino@ikem.cz

DOI: 10.1016/j.crvasa.2015.03.008

Úvod

Koarktace je zúžení aortálního isthmu, vzácně hrudní či břišní aorty. Jde o lokální lištu vyklenující se ze zadní a laterální stěny aorty proti ústí tepenné dučeje. Tvořena je ztlustělou medií, případně intimou. Patří mezi vrožené srdeční vady s výskytem 5–8 %. Častější je u chlapců než u dívek v poměru 2–5 : 1 [1–3]. Příčina není známá. Odlišit musíme tubulární hypoplazii – zúžení proximální části oblouku aorty na 60 %, distální aorty na 50 % a aortálního isthmu na 40 %, na rozdíl od koarktace má tubulární hypoplazie normální strukturu stěny. Kritické zúžení aorty kojenců a novorozenců má zcela rozdílné hemodynamické i klinické projevy než zúžení starších dětí a mladistvých. U novorozenců je vyžadována urgentní léčba, ta je převážně chirurgická pro dlouhodobou nespolehlivost balonkové dilatace [4]. U mladistvých nebo dospělých převládá v současné době endovaskulární léčba, a to zejména u rekoarktací. O zkušenostech s touto metodou pojednává naše práce.

Materiál a metodika

Před výkonem jsme prováděli CT angiografii. Podle anatomického nálezu jsme se rozhodovali o způsobu léčby. Nikdy se nejednalo o urgentní výkony, nýbrž o plánovaný zákrok.

Použili jsme všechny tři obvyklé způsoby katetrizační léčby: prostou balonkovou dilataci, balonkovou dilataci s implantací stentu, implantací stentgraftu s „dodilatací“ balonkem. Pro jednotlivé postupy jsme se rozhodovali takto: prostá dilatace u stenózy hraničního významu, anatomicky nevhodná pro implantaci stentu; implantace stentu u významné stenózy lokalizované do blízkosti větvi oblouku, mladší pacienti; implantace stentgraftu u těsné stenózy, starší pacienti, poststenotická dilatace. Pro endovaskulární léčbu byla společná katetrizace na začátku výkonu. Ta byla snadná u méně významných stenóz. Problémy jsme měli se sondováním těsných stenóz s poststenotickou dilatací. V tomto případě jsme museli vodičem ve volném prostoru aorty pod zúžením nasondovat malou šterbinu se slabou oporou katetru.

Postup se v průběhu deseti let měnil vzhledem k vývoji instrumentária. Prostou dilataci jsme prováděli v počátcích endovaskulární léčby, nyní preferujeme implantaci stentu nebo stentgraftu. Dříve používané stenty měly silné zaváděče 18–20 F a stejně jako u stentgraftů jsme implantaci prováděli z vypreparované femorální tepny. Tehdy jsme používali na zakázku vyrobené, ocelové, samoexpandibilní stenty českého výrobce ELLA Hradec Králové. V současné době používáme nitinolové, laserem řezané, samoexpandibilní stenty Sinus-XL (OptiMed, Ettlingen, Německo), které jsou adaptovány pro vodiče 0,035 palce. Rozmezí námi použitých velikostí bylo v průměru 28–36 mm a v délce 40 nebo 60 mm. Vzhledem k možnosti použít zaváděcí sheath o velikosti 10 F nebyla nutná preparace třísla. Výkony byly provedeny pouze v lokální anestezii a po odstranění sheathu bylo krvácení zastaveno kompresí pomocí systému Femostop (OptiMed, Ettlingen, Germany). Stejným způsobem byla provedena péče o třísla i při prosté balonkové dilataci, zde byly použity

sheathy o velikosti 7 F pro balonkové katetry o průměru 14 mm. Způsob anestezie u stentgraftů a stentů s nutností preparace třísla závisel na rozhodnutí anesteziologa, byla prováděna epidurální anestezie i celková narkóza. Vzhledem k bolestivosti dilatace zejména těsných nativních stenóz byla během zákroku podávána analgetika (opiáty) s nutností pokračovat v aplikaci i několik dní po výkonu. Během výkonu jsme podávali heparin v případech, kdy docházelo k obstrukci v tepnách pánve a ke zpomalení průtoku vlivem silných zaváděcích systémů, jinak jsme heparin nepodávali. Z použitých stentgraftů jsme zvolili Valiant (Medtronic, Santa Rosa, CA) nebo Relay (Bolton Medical, Inc., Sunrise, FL), vždy nejkratší vyráběné délky – 100 mm, neboť se jednalo vždy o krátké léze. Oba produkty jsou konstrukčně shodné (endograft) – nitinolový skelet na pletené tkanině (dacron). Vždy se jednalo o tubulární typ stentgraftu o stejné šíři na proximálním i distálním konci. Zvolený průměr stentgraftu byl větší o 20 %, než byl průměr aorty v místě kotvení.

Pokud jsme zvolili jako postup prostou dilataci balonkem, byl způsob léčby velmi podobný perkutánní transluminální angioplastice. Dávali jsme pozor na výši dilatačního tlaku v balonku, používané balonkové katetry s velkým průměrem jsou náchylnější k prasknutí. I těsné stenózy povolovaly při 4–6 atm.

V případě použití stentu jsme nejprve dilatovali balonkem s menším průměrem, obvykle 10–12 mm, následně jsme aplikovali stent. Průměr stentu byl asi o 10 % větší než průměr aorty. Poté jsme dilatovali větším balonkem, používali jsme průměry do 24 mm – vždy o 20–30 % menší, než byl průměr zdravé aorty.

Třetí možností při endovaskulární léčbě byla implantace stentgraftu přístupem z femorální tepny. Nejprve jsme opět dilatovali těsné zúžení na aortě menším balonkovým katetrem 10–12 mm. Následně jsme částečně roztaženou stenózu pokrývali textilní částí stentgraftu. V případě nutnosti jsme překrývali úplně nebo částečně levou podklíčkovou tepnu po ověření, že tímto způsobem neomezíme prokrvení mozku. Před otevřením stentgraftu jsme snižovali systolický krevní tlak pod 100 mm Hg z důvodu vyvarování se rizika posunu stentgraftu krevním proudem. Následně jsme dilatovali zúžené místo balonkovým katetrem s velikostí opět o 20–30 % menším, než byl průměr zdravé aorty.

Před výkonem a po výkonu jsme zjišťovali přímým měřením tlakový gradient, který byl hlavním ukazatelem technicky úspěšné léčby a jedním z indikačních kritérií k provedení zákroku. Minimální hodnota systolického tlakového gradientu pro endovaskulární výkon byla 20 mm Hg. Za úspěšný zákrok jsme považovali ten, kdy systolický gradient klesl pod 15 mm Hg. Měření jsme prováděli nejčastěji stažením katetru „pigtail“ s naměřením hodnot nad a pod stenózou. Méně často jsme měřili tlak v katetru s koncem nad stenózou v oblouku aorty a druhá tlaková hodnota byla získána ze sheathu zavedeného koncem do pánevní tepny. Tlakové gradienty před léčbou se pohybovaly v rozmezí 20–100 mm Hg. Po léčbě byl nejvyšší gradient 12 mm Hg. Za technický úspěch jsme považovali, pokud je stentgraft zúžen maximálně nevýznamně – reziduální stenóza nebo recoil.

Za klinický úspěch jsme považovali lépe korigovatelnou hypertenzi (snížení antihypertenzní medikace nebo

normalizace krevního tlaku bez nutnosti léčby), vymizení klaudikací nebo prodloužení klaudikačního intervalu, ústup známek levostranného srdečního selhání. Součástí pooperačního sledování byla i CT vyšetření. První vyšetření jsme prováděli minimálně tři měsíce po zákroku, další následné kontroly byly po jednom roce. Po získání zkušeností s implantacemi s minimálním výskytem komplikací jsme změnilí vyšetřovací schéma na CT, bylo provedeno pouze jediné vyšetření po třech měsících. Vždy byla prováděna CT angiografie s rekonstrukcemi, ve kterých byla hodnocena významnost stenózy, integrita stentu a stentgraftu. Hodnotili jsme velikost a množství kolaterálních tepen. Další vyšetření jsme indikovali pouze v případě změny klinického stavu (podezření na restenózu či jiné pozdní komplikace).

Soubor

Na našem pracovišti jsme od roku 2004 do roku 2014 léčili celkem deset pacientů. Mužů bylo sedm, ženy byly tři v průměrném věku 41,1 roku. Věkové rozpětí bylo 21–59 let. U osmi pacientů jsme provedli primární léčbu nativní koarktace, u dvou jsme léčili rekoarktaci. Výkon jsme vždy prováděli plánovaně. U všech nativních koarktací se vždy jednalo o náhodné nálezy, u obou rekoarktací nemocní vypadli ze sledování v dětství provedených operací. Prostou dilataci jsme provedli u dvou nemocných, čtyřem jsme implantovali stent a čtyřem jsme implantovali stentgraft (obr. 1). Anesteziolog byl přítomen u zákroků, kdy byla nutná preparace třísla. To bylo u všech čtyř implantací stentgraftu a u dvou implantací stentu. V lokální anestezii jsme provedli čtyři výkony. Všichni léčení absolvovali před endovaskulární léčbou kardiologické vyšetření s klinickými projevy hemodynamicky významného zúžení potvrzeného při CT angiografii. Důvody, které vedly k léčbě, jsou uvedeny v tabulce 1. Nejčastějším důvodem léčby byla hypertenze, 8 případů. Druhým nejčastějším důvodem bylo levostranné srdeční selhávání. Jeden pacient s rekoarktací a pooperačním pseudoaneurysmatem měl vak malý, bez nástěnné trombózy. Další nemocný měl klaudikace po několika stech metrech, které byly v jeho případě limitní, jednalo se o mladého sportovce.



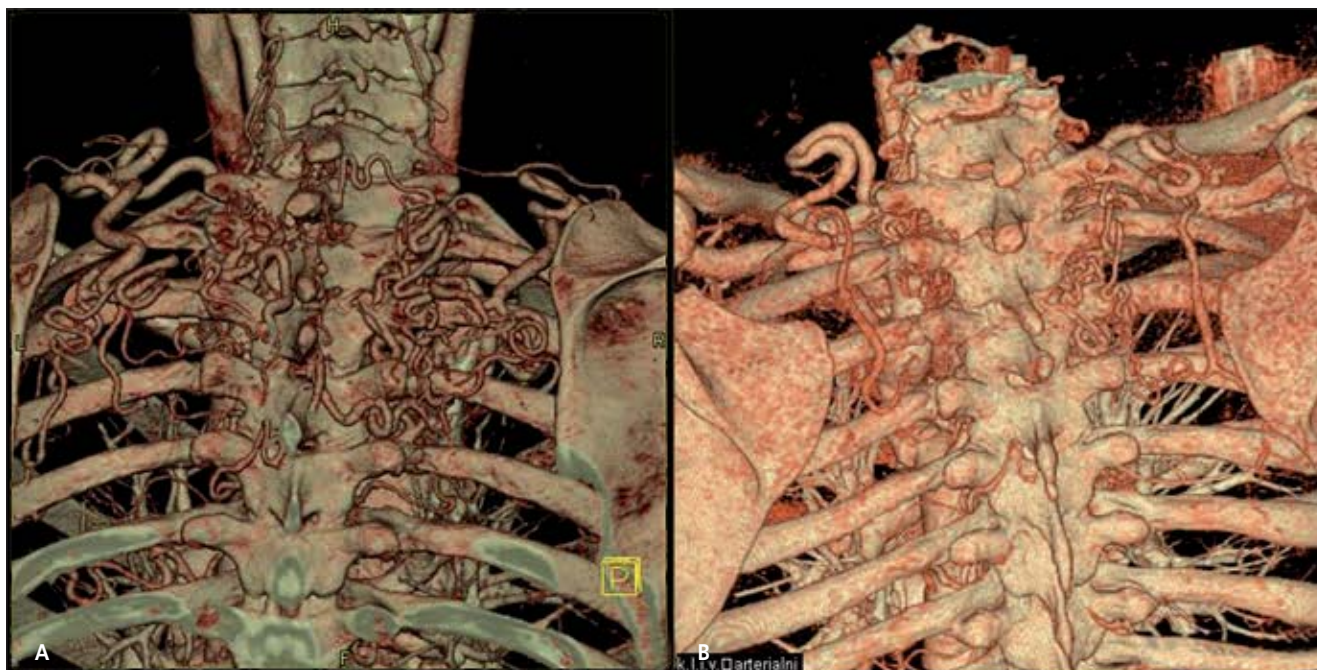
Obr. 1 – (A) CT angiografie hrudní aorty s koarktací, (B) angiografický nálezn před dilatací, (C) dilatace pomocí balonkového katetru, (D) kontrolní angiografie s implantovaným stentgraftem v místě původní koarktace, (E) kontrolní CTA čtyři dny po léčbě s reziduální nevýznamnou stenózou, (F) další CT angiografie za osm měsíců – plná normalizace nálezu.

Výsledky

Technicky úspěšní jsme byli u všech pacientů. Stenty a stentgrafty byly implantovány do požadované lokalizace. Dilatační balonky se rozvinuly na požadovanou velikost. Během výkonu jsme nezaznamenali žádnou fatální nebo jinou komplikaci, viz tabulku 2. Periprocedurálně jsme nezaznamenali úmrtí. Jednou jsme v dilatovaném místě po prosté balonkové dilataci, distálně od stenózy, pozorovali krátkou disekci v délce asi 3 cm, kterou jsme ponechali bez ošetření. Odstup levé podklíčkové tepny jsme stentgraftem překryli dvakrát, bez nutnosti revaskularizace překryté tepny.

Tabulka 1 – Soubor pacientů – počet pacientů, typ léze, důvod k léčbě a způsob léčby

Pacient M/Ž	Koarktace	Rekoarktace	Hypertenze	Kardiální	Pseudoaneur.	Klaudikace	Balonek	Stent	Stentgraft
1M	1	0	1	1	0	0	1	0	0
2M	1	0	0	1	0	0	1	0	0
3M	1	0	1	0	0	0	0	1	0
4M	1	0	1	1	0	0	0	0	1
5M	0	1	0	0	1	0	0	0	1
6Ž	1	0	1	0	0	0	0	1	0
7M	1	0	1	0	0	0	0	0	1
8M	1	0	1	0	0	1	0	0	1
9Ž	1	0	1	0	0	0	0	1	0
10Ž	0	1	1	1	0	0	0	1	0
Celkem	8	2	8	4	1	1	2	4	4



Obr. 2 – (A) Mohutný kolaterální oběh u koarktace v oblasti zad, (B) snížení průtoku v kolaterálním řečišti po úspěšné dilataci aortální stenózy (CT angiografie)

Tabulka 2 – Výsledky a komplikace léčby koarktace

Technický úspěch	10
Periprocedurální úmrtí	0
Ruptura/Aneurysma/Disekce	0/0/1
Embolizace/Vaskulární komplikace	0/0
CMP	0
Komplikace v třísle	0

Tabulka 3 – Kontrolní CT po léčbě

Restenózy	Významná	1
	Nevýznamná	2
	Žádná	7
Patologie stěny	Aneurysma	0
	Disekce	1

Průměrná doba sledování je nyní 4,1 roku. Všichni již absolvovali kontrolní kardiologické vyšetření a minimálně jednu kontrolní CT angiografii. Dlouhodobý pozitivní léčebný účinek se projevil u všech deseti nemocných. Jeden pacient zemřel tři roky po výkonu bez souvislosti s léčbou koarktace. Ani jednou jsme výkon neopakovali, nebyl též indikován chirurgický zákrok. U všech osmi nemocných s hypertenzí došlo ke zlepšení, snížena medikace byla u čtyř a další čtyři sledovaní jsou bez medikace. Jeden pacient po prosté dilataci má na kontrolním CT popsanou významnou rekoarktaci, klinicky je však i tento nemocný zlepšen a nevyžaduje další radikální léčbu. Ostatní CT nálezy jsou shrnuty v tabulce 3. Klaudikace u jednoho nemocného vymizely, pseudoaneurysma u dalšího bylo

překryto stentgraftem, a tím vyléčeno. Při dilataci vzniklá krátká disekce se při dalších kontrolách nemění. U pacientů s implantovaným stentem nebo stentgraftem se nálezy dlouhodobě nemění, nebyla porušena jejich integrita.

Diskuse

Způsob léčby se na našem pracovišti měnil podle vývoje materiálů na endovaskulární léčbu v oblasti hrudní aorty. Nejprve jsme jako metodu používali prostou balonkovou dilataci. Balonková angioplastika je považována za bezpečnou a účinnou při léčbě nativní aortální koarktace avšak s významným výskytem rekoarktace. Opakovaná dilatace je možná [4]. Také oba naši pacienti léčení prostou balonkovou dilatací nemají ideální nálezy při kontrolních CT vyšetřeních. Jeden má významnou restenózu, druhý krátkou disekcí. Ačkoli nebylo dosaženo konsensu, pokud jde o způsob léčby (chirurgie vs. balonková angioplastika) pro nativní aortální koarktace u dospělých, obecně panuje souhlas, že endovaskulární přístup je metodou volby pro rekoarktace [5–7]. V dalším období jsme jako metodu léčby volili implantaci na zakázku vyráběných stentů s nutností preparace femorální tepny. Léčba aortální koarktace s použitím stentů je ve světě datována na počátek roku 1990. Implantace stentů vede ke snížení výskytu akutního elastického recoilu a pozdní restenózy [1]. Naposledy jsme začali k léčbě užívat stentgrafty a průmyslově vyráběné stenty. Užití stentgraftů je doporučováno při léčbě koarktace zejména v kombinaci s těmito postiženími: průchodný ductus arteriosus, Takayasuova arteriitida, velmi těsná stenóza, výskyt aneurysmat, výrazné vinutí aorty a v případech vysokého rizika vzniku aneurysmatu nebo disekce. Na našem pracovišti používáme stentgraft u velmi těsných stenóz. S úplnou atrezií aorty

jsme se nesetkali, jsou však známé práce, kdy je při koarktaci aorta zcela přerušena, a přesto je užít stentgraft s dobrým výsledkem [8]. Z preventivních důvodů možné ruptury máme stentgraft i při prosté balonkové dilataci (eventuálně i při implantaci stentu) vždy v pohotovosti. Technický úspěch u všech našich pacientů po implantaci stentů a stentgraftů je srovnatelný s ostatními publikovanými soubory. Shodujeme se též na dlouhodobém dobrém účinku léčby. Na rozdíl od literárních údajů v našem souboru překvapivě převládaly nativní koarktace nad rekoarktací [9–12]. Celkově jsou publikované soubory malé i z velkých center [13,14].

Použití moderních stentů s nízkým profilem zaváděčů a šicích zařízení k ošetření nepreparovaného třísla při použití stentgraftů umožňuje zákroky provádět v lokální anestezii. Role anesteziologa se zužuje na analgosedaci. Otázkou je též další zajištění pacienta, zejména zavedení centrálního žilního katetru (mnohdy nevyužitého). Centrální žilní přístup je nutný v případě hrazení krevních ztrát, ty mohou nastat při ruptuře. Prasknutí aorty je vzácná, avšak fatální komplikace. Hlášeny jsou však pouze čtyři případy [15]. Anesteziolog lépe dokáže zvládnout bolestivost na hrudi při dilataci, a tak považujeme jeho přítomnost za výhodu. Ke snížení rizika komplikací při výkonu vede podrobná znalost v dětství provedených chirurgických operací, což často naráží na již nedostupnou zdravotní dokumentaci.

U pacientů s koarktací nejsou jasné doporučení dalšího sledování, zejména pak sledování pomocí zobrazovacích metod. Jsou publikovány návrhy pro CT sledování v pěti-letém intervalu [16,17]. U většiny námi kontrolovaných pacientů s implantovaným stentem či stentgraftem došlo na CT k úplné normalizaci průměru aorty nebo zůstala nevýznamná reziduální stenóza. Došlo ke zmenšení kolaterálního oběhu (obr. 2).

Při dlouhodobém sledování našich prvních pacientů se nálezy se stenty podstatně nemění. U žádného se nevyklytly nežádoucí projevy typu ruptury nebo rekoarktace. Tuto skupinu je vhodné sledovat na CT krátce po výkonu zejména z obav z možného vzniku disekce. V dalším období však CT sledování nepřináší nové informace. Vzhledem k radiační expozici u mladých, dlouhodobě sledovaných pacientů doporučujeme provádět CT pouze v případě změny klinického nálezu. U pacientů s prostou balonkovou dilatací je vhodná jednorázová CT kontrola pro vyšší riziko restenózy, vzniku aneurysmatu nebo disekce [1].

Závěr

Endovaskulární léčba koarktace je bezpečnou, rychlou a pacienta málo zatěžující metodou, což potvrzují i naše výsledky. Výhodou je i krátká doba hospitalizace. Chirurgická léčba je na našem pracovišti rezervována pouze pro složité anatomické poměry nevhodné pro katetrizaci.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Autoři prohlašují, že nemají konflikt zájmů ve vztahu k článku.

Financování

Pro přípravu této publikace nebyla nutná finanční podpora.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Tato publikace byla připravena v souladu s etickými normami našeho institutu.

Informovaný souhlas

Všichni pacienti a dobrovolníci, kteří se podílejí se na tomto výzkumu, dali souhlas ke zveřejnění výsledků (včetně obrazové dokumentace).

Literatura

- [1] B.N. Agarwala, E. Bacha, Q.L. Cao, Z.M. Hijazi, Clinical Manifestations and Diagnosis of Coarctation of the Aorta, UpToDate, 2009.
- [2] J.D. Keith, R.D. Rowe, P. Vlad, Heart Disease in Infancy and Childhood, Macmillan Publishers Limited, New York, 1978.
- [3] A.S. Nadas, D.C. Fyler, Pediatric Cardiology, Saunders, Philadelphia, 1972.
- [4] P.S. Rao, O. Galal, P.A. Smith, A.D. Wilson, Five- to nine-year follow-up results of balloon angioplasty of native aortic coarctation in infants and children, Journal of the American College of Cardiology 27 (1996) 462–470.
- [5] M.I. Singer, M. Rowen, T.J. Dorsey, Transluminal aortic balloon angioplasty for coarctation of the aorta in the newborn, American Heart Journal 103 (1982) 131–132.
- [6] J. Hess, E.L. Mooyaart, H.J. Busch, et al., Percutaneous transluminal balloon angioplasty in restenosis of coarctation of the aorta, British Heart Journal 55 (1986) 459–461.
- [7] P.S. Rao, Which aortic coarctations should we balloondilate? American Heart Journal 117 (1989) 987–989.
- [8] M.W. Freund, A.M. Vollebregt, G. Krings, et al., Native atretic coarctation of the aorta in a 37-year-old hypertensive woman, treated with a low-profile covered stent, Netherlands Heart Journal 21 (2013) 206–207.
- [9] J. Gunn, T. Cleveland, P. Gaines, Covered stent to treat coexistent coarctation and aneurysm of the aorta in a young man, Heart 82 (1999) 351.
- [10] J.V. De Giovanni, Covered stents in the treatment of aortic coarctation, Journal of Interventional Cardiology 14 (2001) 187–190.
- [11] T. Forbes, D. Matisoff, J. Dysart, S. Aggarwal, Treatment of coexistent coarctation and aneurysm of the aorta with covered stent in a pediatric patient, Pediatric Cardiology 3 (2003) 289–291.
- [12] G. Butera, L. Piazza, M. Chessa, et al., Covered stents in patients with complex aortic coarctations, American Heart Journal 154 (2007) 795–800.
- [13] P. Ewert, F. Berger, O. Kretschmar, et al., Stentimplantation als Therapie der ersten Wahl bei Erwachsenen mit Aortenisthmusstenose? Zeitschrift für Kardiologie 92 (2003) 48–52.
- [14] G. Butera, J.L.L. Manica, D. Marini, et al., From bare to covered, Catheterization and Cardiovascular Interventions 83 (2014) 6.
- [15] N. Collins, V. Mahadevan, E. Horlick, Aortic rupture following a covered stent for coarctation: delayed recognition, Catheterization and Cardiovascular Interventions 68 (2006) 653–655.
- [16] R. Jurcut, A.M. Daraban, A. Lorber, et al., Coarctation of the aorta in adults: what is the best treatment?, Journal of Medicine and Life 4 (2011) 189–195.
- [17] E. Rosenthal, A. Bell, Optimal imaging after coarctation stenting, Heart 96 (2010) 1169–1171.

Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.