



Původní sdělení | Original research article

Záchovné operace a plastiky bikuspidální aortální chlopně

(Valve preserving surgery in patients with bicuspid aortic valve)

Jiří Ničovský, Jiří Ondrášek, Petr Fila, Jan Štěrba, Linda Vetešková,
Marek Šebo, Petr Němec

Centrum kardiovaskulární a transplantační chirurgie, Brno, Česká republika

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Došel do redakce: 22. 6. 2017

Přiját: 19. 7. 2017

Dostupný online: 31. 10. 2017

Klíčová slova:

Aortální regurgitace

Bikuspidální aortální chlopně

Plastika aortální chlopně

Záchovné operace aortální chlopně

SOUHRN

Přítomnost bikuspidální aortální chlopně může být spojena s významnou chlopenní insuficiencí a dilatací ascendentní aorty. Provedením záchovné operace aortální chlopně nebo její plastiky se snažíme předcházet komplikacím, které souvisejí s přítomností chlopenní náhrady a užíváním antikoagulační léčby. V textu předkládáme analýzu střednědobých výsledků záchovných operací a plastik u pacientů s bikuspidální aortální chlopní.

Materiál a metodika: Od ledna 2008 do prosince 2015 jsme provedli u 91 pacientů (průměrný věk $40,9 \pm 12,2$ roku) záchovnou operaci nebo plastiku bikuspidální aortální chlopně. Indikací k operaci byla aortální regurgitace a/nebo aneurysma ascendentní aorty. Do souboru nebyli zařazeni pacienti akutně operovaní a pacienti starší 65 let. Retrospektivně jsme tento soubor rozdělili do dvou skupin. Do skupiny 1 bylo zařazeno 49 pacientů, kteří podstoupili záchovnou operaci aortální chlopně s náhradou aortálního kořene. Do skupiny 2 bylo zařazeno 42 pacientů, u kterých jsme provedli plastiku aortální chlopně bez resekce aortálního kořene. Průměrná doba sledování činila 57,5 měsíce.

Výsledky: V průběhu sledování jsme nezaznamenali žádné úmrtí, které by souviselo s operací aortální chlopně. Tři pacienti ze skupiny 2 podstoupili časnou reoperaci v důsledku selhání plastiky aortální chlopně. Dalších sedm pacientů (čtyři ze skupiny 1 a tři ze skupiny 2) bylo reoperováno pro závažnou aortální regurgitaci v průběhu doby sledování. Po pěti letech zůstává bez reoperace 90 % pacientů ze skupiny 1 a 87 % pacientů ze skupiny 2. Bez aortální regurgitace větší než 2 zůstává po pěti letech 85 % pacientů ze skupiny 1 a 78 % pacientů ze skupiny 2.

Závěr: Záchovné operace a plastiky bikuspidální aortální chlopně hodnotíme jako bezpečnou metodu s příznivými střednědobými výsledky. Riziko selhání záchovné operace nebo plastiky bikuspidální aortální chlopně se odvíjí od morfologie chlopně a od zvolené operační techniky. Typ operace je nutné přizpůsobit dané morfologii bikuspidální aortální chlopně a stupni dilatace ascendentní aorty.

© 2017, ČKS. Published by Elsevier sp. z o.o. All rights reserved.

ABSTRACT

Bicuspid aortic valve can be associated with clinically important aortic regurgitation and dilatation of ascending aorta. Aortic valve repair or valve sparing procedures seem to be optimal therapeutic option how to avoid prosthetic valve-related and anticoagulation-related complications. We have analyzed midterm outcomes of patients after bicuspid aortic valve preserving surgery.

Material and methods: Between January 2008 and December 2015, 91 patients (mean age 40.9 ± 12.2) with bicuspid aortic valve underwent valve preserving surgery for aortic valve regurgitation and/or aortic aneurysm. Urgent procedures and patients of age more than 65 were not included. The cohort of patients was retrospectively divided into two groups. Forty-nine patients underwent aortic valve-sparing procedure with root replacement (group 1). Forty-two patients underwent aortic valve repair without root replacement (group 2). The mean length of follow-up was 57.5 months.

Results: There was no death in connection with aortic valve surgery during follow-up. Three patients from group 2 required in-hospital reoperation for early repair failure. Other seven patients (four from group 1 and three from group 2) were reoperated for recurrent aortic regurgitation during follow-up period. Freedom from aortic valve reoperation at 5 years was 90% in group 1 and 87% in group 2. Freedom from recurrent aortic regurgitation ($>2^\circ$) at 5 years was 85% in group 1 and 78% in group 2.

Conclusion: Bicuspid aortic valve repair is a safe procedure, which can be performed with acceptable mid-term results. Risk of repair failure depends on preoperative valve morphology and choice of repair technique. Repair technique needs to be tailored to the specific anatomy of the valve and ascending aorta.

Keywords:

Aortic regurgitation

Aortic valve repair

Aortic valve-sparing surgery

Bicuspid aortic valve

Bikuspidální aortální chlopeň (BAV) patří mezi nejčastější vrozené srdeční vady. Její prevalence se pohybuje mezi 1–2 %. Tříkrát častěji je tato vada pozorována u mužů [1]. Přítomnost BAV je spojena se zvýšenou morbiditou svých nositelů v důsledku její časté degenerace. Pro BAV je typická široká fenotypová variabilita. Jednotlivé morfologické varianty popsal ve své klasifikaci Sievers v roce 2007, kde rozdělil bikuspidální chlopně podle počtu raphe do tří základních skupin (typ 0, 1, 2) [2]. V současnosti je tato klasifikace běžně používána a stala se dobrým nástrojem pro komunikaci v klinické praxi.

Odhaduje se, že u 10–20 % nemocných se na podkladě této vady vyvine významná aortální insuficience. K těmto změnám dochází v poměrně mladém věku, nejčastěji mezi 30.–50. rokem života [3,4].

U více než poloviny pacientů s BAV dochází také k určitému stupni dilatace ascendentní aorty, což souvisí s tzv. bikuspidální aortopatií [5,6]. Co je příčinou této dilatace a proč se vyskytuje na různých úrovních ascendentní aorty, zatím není přesně známo. Zda je příčinou této dilatace turbulentní proud krve generovaný bikuspidální chlopní nebo se jedná o genetické onemocnění stěny aorty, zůstává předmětem zkoumání [7,8]. Doposud nebyla prokázána souvislost mezi morfologií BAV a typem dilatace aorty [9]. Spolu s BAV se vyskytují i další vrozené cévní anomálie. Mezi nejčastější patří koarktace aorty.

Vzhledem k často nízkému věku této skupiny pacientů není volba chirurgické léčby dysfunkční BAV snadná. Použití mechanické chlopní náhrady je spojeno s výskytem komplikací, které souvisí s užíváním antikoagulační léčby [10,11]. Při použití biologických chlopní pozorujeme u těchto věkových skupin vyšší riziko jejich degenerace [12,13]. Za vhodnou alternativu k chlopním náhradám jsou považovány záchovné operace a plastiky aortální chlopně. Pokud je dysfunkční BAV indikována k operaci, je doporučeno současně nahradit ascendentní aortu již při její dilataci na 45 mm [14,15]. Odstraněním dilatovaného aortálního kořene/ascendentní aorty předejdeme riziku disekce aorty a současně zajistíme dlouhodobou stabilizaci aortální chlopně. Cílem této práce je zhodnotit střednědobé výsledky záchovných operací a plastik aortální chlopně u pacientů s BAV.

Material a metodika

Od ledna 2008 do prosince 2015 bylo na našem pracovišti plánovaně operováno 91 pacientů s BAV pro aortální re-

gurgitaci a/nebo aneurysma ascendentní aorty. Průměrný věk celého souboru byl $40,9 \pm 12,2$ roku (rozmezí 16–65), mužů bylo 77 (poměr muži : ženy = 5,5 : 1). Soubor jsme retrospektivně rozdělili do dvou skupin. Skupina 1 zahrnuje 49 pacientů, u kterých byla provedena záchovná operace aortální chlopně (valve sparing root replacement, VSRR). Technika reimplantace aortální chlopně byla použita u 46 pacientů, zatímco remodelace aortálního kořene pouze u tří pacientů. Do skupiny 2 bylo zařazeno 42 pacientů, u kterých byla provedena plastika aortální chlopně bez resekce aortálního kořene (aortic valve repair, AVR). U 28 pacientů z této skupiny byla provedena určitá forma anuloplastiky a u 15 pacientů byl nahrazen suprakomisurální úsek ascendentní aorty. Demografická a předoperační data zobrazuje tabulka 1. Bikuspidální aortální chlopně jsou zde rozděleny podle Sieversovy klasifikace. Při srovnání obou skupin pacientů, byl zjištěn statisticky významný rozdíl pouze ve velikosti aortálního kořene a ascendentní aorty. Ostatní charakteristiky vykazovaly podobné rozložení.

Všechny operace byly provedeny z kompletní střední sternotomie. K navození srdeční zástavy a ochraně myokardu byla použita buď krystaloidní, nebo krevní kardioplegie. Před spuštěním mimotělního oběhu bylo rutinně prováděno transezofageální echokardiografické vyšetření (TEE) k upřesnění patologie, která vede k aortální insuficienci a stanovení rozměrů aortálního kořene. Stejně tak po povolení aortální svorky byl výsledek operace kontrolován pomocí TEE. Při úpravě patologie cípu bikuspidální chlopně je naším cílem dosáhnout jeho efektivní výšky alespoň 9 mm. Adekvátně vysoký nesrostlý cíp potom slouží jako referenční bod pro úpravu srostlého cípu. Náhrada dilatovaného aortálního kořene byla provedena téměř výhradně pomocí techniky reimplantace aortální chlopně. Zpočátku jsme při náhradě aortálního kořene používali tubulární protézu Hemashield (Boston Scientific, USA), od roku 2010 používáme tzv. valsalvovskou protézu – Valsalva graft (Vascutek, Terumo Company, Skotsko). Postup, kterým stanovujeme velikost použité protézy, byl popsán již dříve [16]. U devíti pacientů byly provedeny ještě další přidružené výkony. Peroperační data a jednotlivé operační techniky použité při záchovných operacích a plastikách aortální chlopně ukazují tabulky 2 a 3. Doba mimotělního oběhu a srdeční zástavy byla statisticky významně delší ($p < 0,001$ pro obě hodnoty) u skupiny záchovných operací aortální chlopně.

Statistická analýza

Spojité hodnoty jsou uvedeny jako průměr \pm směrodatná odchylka (SD). Kategoriální hodnoty jsou uvedeny jako četnost a procentuální zastoupení. Spojité hodnoty byly porovnávány pomocí Mannova–Whitneyova testu a kategoriální hodnoty pomocí Fisherova exaktního testu. Přežívání pacientů bez reoperace a bez aortální regurgitace > 2 znázorňují Kaplanovy–Meierovy křivky. Hodnota $p < 0,05$ je považována za statisticky významnou.

Výsledky

Průměrná doba sledování celého souboru činila 57,5 měsíce. Hospitalizační mortalita byla nulová. Tři pacienti byli časně reoperováni pro pooperační krvácení. U čtyř pacientů došlo k rozvoji pooperační AV blokády III. stupně s nutností implantace kardiostimulátoru. Tři z nich byli po reimplantaci aortální chlopně. U všech operovaných bylo provedeno kontrolní echokardiografické vyšetření

před propuštěním z nemocnice a dále během doby sledování minimálně jednou za rok. Během doby sledování jsme zaznamenali jedenkrát tromboembolickou příhodu a jedenkrát cévní mozkovou příhodu. U žádného pacienta nedošlo k rozvoji stenózy chlopně nebo infekční endokarditidy. Celkem deset pacientů bylo reoperováno pro významnou aortální regurgitaci. Tři pacienti ze skupiny 2 byli reoperováni v časném pooperačním období. Příčinou tohoto časného selhání plastiky aortální chlopně byla dehiscence přímé sutury cípu nebo dehiscence perikardiální záplaty cípu po resekci raphe. Všechny tyto časně reoperace spadají do počátečního období naší učicí křivky („learning curve“). Pozdní reoperace byla provedena u čtyř pacientů ze skupiny 1 (po 19, 29, 32 a 41 měsících) a u tří pacientů ze skupiny 2 (po 24, 34 a 66 měsících). U čtyř z deseti reoperovaných byla použita k plastice cípu perikardiální záplata. Jeden pacient zemřel 77 měsíců po operaci aortální chlopně na karcinom pankreatu. Pooperační komplikace, příčinu reoperací a typ reoperací shrnuje tabulka 4. U pooperačních komplikací nebyl mezi oběma skupinami zjištěn statisticky významný rozdíl.

Tabulka 1 – Demografická a předoperační data

				Skupina 1 VSRR (n = 49)	Skupina 2 AVR (n = 42)	p
Věk, roky (průměr ± SD)				41,5 ± 12,2	40,3 ± 12,4	0,73
Muži, n (%)				41 (83,5 %)	36 (85,7 %)	1,00
NYHA, n	1			30	20	0,06
	2			16	22	
	3			3	0	
	4			0	0	
Hypertenze, n				20	17	1,00
Diabetes mellitus, n				0	0	1,00
Koncentrace kreatininu v séru, μmol/l (průměr ± SD)				84,9 ± 14,4	87,5 ± 14,4	0,59
BAV fenotyp, n	Typ 0			6	0	0,08
	Typ 1	LR*	37	36		
		RN*	5	5		
		LN*	1	1		
EFLK, n	Normální (> 50 %)			42	38	0,54
	Snížená (30–50 %)			7	4	
	Významně snížená (< 30 %)			0	0	
End-systolický rozměr LK, mm (průměr ± SD)				40,7 ± 8,2	42,5 ± 6,3	0,21
End-diastolický rozměr LK, mm (průměr ± SD)				58,9 ± 9,6	61,8 ± 7,4	0,17
Aortální regurgitace (stupeň), n	≤ 1			14	6	0,12
	≤ 2			10	6	
	> 2			18	23	
	> 3			7	7	
Ventrikuloaortální junkce, mm (průměr ± SD)				27,5 ± 3,3	27,4 ± 2,7	0,75
Aortální kořen, mm (průměr ± SD)				49,8 ± 6,2	41,0 ± 4,4	< 0,001
Ascendentní aorta, mm (průměr ± SD)				48,4 ± 9,3	43,5 ± 7,8	0,019

* LR – srostlý levý a pravý koronární cíp; * RN – srostlý pravý koronární a nonkoronární cíp, * LN – srostlý levý koronární a nonkoronární cíp; EFLK – ejekční frakce levé komory; SD – směrodatná odchylka.

Tabulka 2 – Perioperační data zachovné operace aortální chlopně (VSRR)

			Skupina 1 (n = 49)
Doba srdeční zástavy, min (průměr ± SD)			124,6 ± 29,7
Doba mimotělního oběhu, min (průměr ± SD)			148,1 ± 29,1
Výkon na kořeni, n	Reimplantace		46
	Remodelace		1
	Remodelace + anuloplastika		2
Výkony na cípech, n	Centrální plikace cípu		28
	Resekce raphe	Přímá sutura	8
		Záplata perikardem	2
	Dekalcifikace cípu		2
	Uzávěr otvoru v cípu perikardem		1
Přidružené výkony, n	Uzávěr foramen ovale apertum		2
	Plastika mitrální chlopně		1
	Maze		1

Tabulka 3 – Perioperační data, plastiky aortální chlopně (AVR)

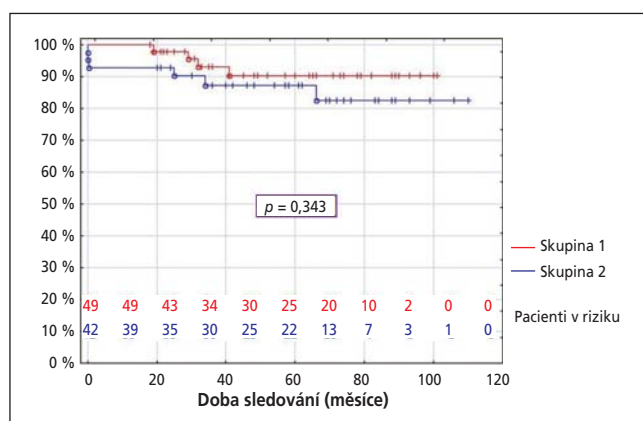
			Skupina 2 (n = 42)
Doba srdeční zástavy, min (průměr ± SD)			55,9 ± 21
Doba mimotělního oběhu, min (průměr ± SD)			70,7 ± 23,8
Výkony na cípech, n	Centrální plikace cípu		35
	Resekce raphe	Přímá sutura	11
		Záplata perikardem	3
	Shaving raphe		4
	Zvětšení cípu perikardem		2
	Dekalcifikace cípu		3
	Uzávěr otvoru v cípu perikardem		1
Anuloplastika, n	Subkomisurální plikace		5
	Zevní prstenec		2
	Stehová anuloplastika podle Schäferse		21
Náhrada ascendentní aorty, n			15
Přidružené výkony, n	Uzávěr foramen ovale apertum		3
	Plastika mitrální chlopně		2

Obrázky 1 a 2 obsahují Kaplanovy–Meierovy křivky, které znázorňují přežívání bez reoperace a přežívání bez aortální regurgitace > 2 pro obě skupiny pacientů. Po pěti letech bylo bez reoperace 90 % pacientů ze skupiny 1 a 87 % pacientů ze skupiny 2. Bez aortální regurgitace > 2 bylo po pěti letech 85 % pacientů ve skupině 1 a 78 % pacientů ve skupině 2. Z obrázku 2 je patrné, že všechny doposud zjištěné aortální regurgitace > 2 vznikly v průběhu prvních pěti let po operaci.

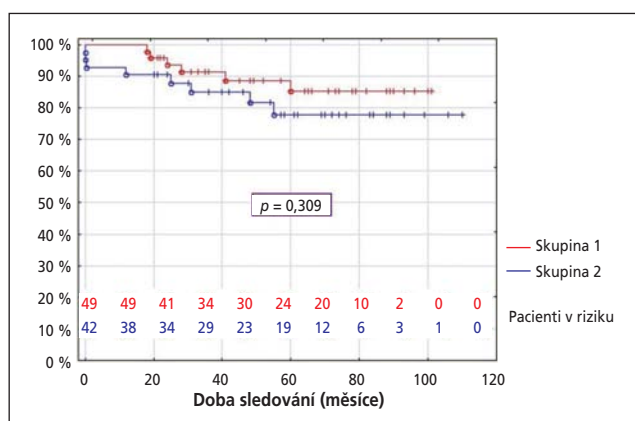
Diskuse

Zachovné operace a plastiky aortální chlopně jsou prováděny již více jak 20 let. Výsledky těchto operací u pa-

cientů s BAV jsou obvykle o něco horší než u pacientů s trojcípou aortální chlopní. Uvádí se, že po deseti letech je bez reoperace kolem 80 % nemocných s BAV [17,18]. Nejčastějším důvodem k reoperaci je opětovný výskyt aortální regurgitace. Reoperace v důsledku rozvoje stenózy chlopně nebo endokarditidy je spíše vzácná. V literatuře bylo popsáno několik prediktorů selhání zachovné operace a plastiky aortální chlopně, které mají vztah k morfologii chlopenních cípů a aortálního kořene. Mezi významné rizikové faktory patří výška koaptace cípů, použití perikardiální záplaty, dilatace ventrikuloaortální junkce a vzájemné postavení komisur bikuspidální chlopně [17,19–21]. V roce 2006 zavedl Schäfers koncept měření efektivní výšky cípu (eH) [22] a jako hlavní předpoklad pro správnou funkci opravené aortální chlopně doporučil



Obr. 1 – Přežívání pacientů bez reoperace



Obr. 2 – Přežívání pacientů bez aortální regurgitace > 2

dosažení optimální koaptace cípů (efektivní výška cípu ≥ 9 mm, délka koaptace 4 mm) [17,20].

Pro BAV je typická přítomnost dilatace ventrikuloaortální junkce (VAJ). Někteří autoři také uvádějí rekurenci dilatace VAJ po provedené subkomisurální anuloplastice

[23]. Tato rekurence může být zodpovědná za opětovný rozvoj aortální insuficience a selhání plastiky chlopně. V našem souboru byl v obou skupinách pacientů průměrný rozměr VAJ 27,5 mm. Ke zmenšení této dilatace byl nejčastěji použit anuloplastický steh PTFE (polytetra-

Tabulka 4 – Pooperační komplikace

		Skupina 1 (n = 49)	Skupina 2 (n = 39)	p
Časné komplikace				
Perioperační mortalita, n		0	0	1,00
Reoperace pro krvácení, n		2	1	1,00
Implantace kardiostimulátoru, n		3	1	0,62
Časné reoperace pro selhání VSRR, AVR		0	3	0,25
Příčina reoperace, n	Dehiscence sutury cípu	0	1	1,00
	Dehiscence perikardiální záplaty	0	2	
Typ reoperace, n	Mechanická náhrada	0	2	1,00
	Rossova operace	0	1	
Aortální regurgitace před propuštěním	≤ 1	49	36*	0,08
	≤ 2	0	3	
	> 2	0	0	
	> 3	0	0	
Pozdní komplikace				
Endokarditida		0	0	1,00
TIA, CMP		1	0	1,00
Tromboembolické komplikace		0	1	1,00
Pozdní reoperace pro selhání VSRR, AVR		4	3	1,00
Příčina reoperace, n	Dehiscence sutury cípu	2	1	1,00
	Dehiscence perikardiální záplaty	1	0	
	Kalcifikace perikardiální záplaty	0	1	
	Degenerace cípu	1	1	
Typ reoperace, n	Mechanická náhrada	2	1	0,31
	Bioprotéza	2	0	
	Rossova operace	0	2	

AVR – plastika aortální chlopně (aortic valve repair); CMP – cévní mozková příhoda; TIA – transitorní ischemická ataka; VSRR – záchovná operace aortální chlopně (valve sparing root replacement).

* Tři časné reoperovaní pacienti nejsou zahrnuti.

fluoretylen). podle Schäferse [24] nebo byla provedena redukce anulu pomocí reimplantace aortální chlopně. Subkomisurální anuloplastika se na našem pracovišti již prakticky neprovádí. Pokud je používána technika remodelace aortálního kořene, doporučuje se doplnit tento výkon o zevní anuloplastiku při dilataci VAJ nad 25 mm [17,25].

U pacientů s aneurysmatem aortálního kořene vykazují oba typy záchovných operací (remodelace, reimplantace) podobné výsledky [23,26]. Na našem pracovišti upřednostňujeme techniku reimplantace aortální chlopně, neboť pomocí ní dosáhneme stabilizace celého funkčního aortálního anulu (sinotubulární junkce i VAJ). Někteří autoři doporučují aktivnější přístup při řešení aneurysmatu aortálního kořene a aortální kořen nahrazují již při jeho střední dilataci (40–45 mm) s cílem stabilizovat aortální chlopeň a zlepšit dlouhodobé výsledky záchovných operací bikuspidální chlopně [17,20,23,26]. El Khoury používá tento aktivní přístup především u pacientů s restriktivní formou srostlého cípu. Při reimplantaci aortální chlopně provádí redukci aortálního anulu v rozsahu srostlého cípu a tím dosáhne větší symetrie chlopně (vzájemné postavení komisur se blíží 180°). Srostlý cíp je potom pod menším napětím a v případě resekce raphe je často možné provést přímou suturu cípu a vyhnout se použití perikardiální záplaty [20,23].

Použití perikardiální záplaty při rekonstrukci cípu chlopně je často považováno za rizikový faktor selhání plastiky [17,20,23]. V našem souboru jsme použili perikardiální záplatu u devíti pacientů při úpravě restriktivní formy srostlého cípu nebo při uzávěru perforace cípu. Čtyři z nich byli následně reoperováni pro selhání plastiky. Z tohoto důvodu u pacientů s BAV typu 1, kde je přítomno fibroticky ztluštělé nebo kalcifikované raphe, dáváme v posledních třech letech přednost Rossově operaci před plastikou chlopně s použitím perikardiální záplaty.

Z uvedených výsledků vyplývá, že záchovné operace bikuspidální aortální chlopně vykazují lepší výsledky než plastiky těchto chlopní, i když tento rozdíl není statisticky významný ($p = 0,343$ pro reoperace, $p = 0,309$ pro aortální regurgitace). Použití perikardiální záplaty při plastice cípu bikuspidální chlopně se ukázalo jako významný rizikový faktor pro rekurenci aortální regurgitace.

Závěr

Záchovné operace a plastiky bikuspidální aortální chlopně jsou spojeny s nízkým výskytem komplikací souvisejících s operovanou chlopní. Procento reoperací, eventuálně významných regurgitací lze hodnotit jako přijatelné ve střednědobém sledování. U bikuspidálních chlopní s restrikcí cípu je Rossova operace vhodnou alternativou k záchovným operacím a plastikám chlopně.

Prohlášení autorů o možném střetu zájmů

Žádný střet zájmů.

Financování

Žádné.

Prohlášení autorů o etických aspektech publikace

Autoři prohlašují, že výzkum byl veden v souladu s etickými standardy.

Informovaný souhlas

Autoři prohlašují, že požadavek informovaného souhlasu se nevztahuje na tento rukopis.

Literatura

- [1] C. Ward, Clinical significance of the bicuspid aortic valve, *Heart British Cardiac Society* 83 (2000) 81–85.
- [2] H.-H. Sievers, C. Schmidtke, A classification system for the bicuspid aortic valve from 304 surgical specimens, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 133 (2007) 1226–1233.
- [3] N. Tzemos, J. Therrien, J. Yip, et al., Outcomes in adults with bicuspid aortic valves, *Journal of the American Medical Association* 300 (2008) 1317–1325.
- [4] S. Siu, C. Silversides, Bicuspid aortic valve disease, *Journal of the American College of Cardiology* 55 (2010) 2789–2800.
- [5] V.T. Nkomo, M. Enriquez-Sarano, N.M. Ammash, et al., Bicuspid aortic valve associated with aortic dilatation: a community-based study, *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 23 (2003) 351–356.
- [6] M.G. Keane, S.E. Wiegers, T. Plappert, et al., Bicuspid aortic valves are associated with aortic dilatation out of proportion to coexistent valvular lesions, *Circulation* 102 (Suppl. 3) (2000) III35–III39.
- [7] E. Girdauskas, M.A. Borger, M.-A. Secknus, et al., Is aortopathy in bicuspid aortic valve disease a congenital defect or a result of abnormal hemodynamics? A critical reappraisal of a one-sided argument, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 39 (2011) 809–814.
- [8] P.W. Fedak, S. Verma, The molecular fingerprint of bicuspid aortopathy, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 145 (2013) 1334.
- [9] F.A. Kari, S.S. Fazel, R.S. Mitchell, et al., Bicuspid aortic valve configuration and aortopathy pattern might represent different pathophysiological substrates, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 144 (2012) 516–517.
- [10] K. Hammermeister, G.K. Sethi, W.G. Henderson, et al., Outcomes 15 years after valve replacement with a mechanical versus a bioprosthetic valve: final report of the Veterans Affairs randomized trial, *Journal of the American College of Cardiology* 36 (2000) 1152–1158.
- [11] J.S. Ikonomidis, J.M. Kratz, A.J. Crumbley, et al., Twenty-year experience with the St Jude Medical mechanical valve prosthesis, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 126 (2003) 2022–2031.
- [12] M.K. Banbury, D.M. Cosgrove, B.W. Lytle, et al., Long-term results of the Carpentier-Edwards pericardial aortic valve: a 12-year follow-up, *Annals of Thoracic Surgery* 66 (6 Suppl.) (1998) S73–S76.
- [13] W.R. Jamieson, L.H. Burr, R.T. Miyagishima, et al., Carpentier-Edwards supra-annular aortic porcine bioprosthesis: clinical performance over 20 years, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 130 (2005) 994–1000.
- [14] M.A. Borger, M. Preston, J. Ivanov, et al., Should the ascending aorta be replaced more frequently in patients with bicuspid aortic valve disease?, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 128 (2004) 677–683.
- [15] R. Erbel, V. Aboyans, C. Boileau, et al., 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC), *European Heart Journal* 35 (2014) 2873–2926.
- [16] P. Fila, P. Němec, J. Ondrášek, B. Uchytil, Náhrada kořene aorty s reimplantací aortální chlopně – střednědobé výsledky tohoto typu záchovné operace aortální chlopně, *Cor et Vasa* 53 (2011) 133–137.

- [17] D. Aicher, T. Kuniyara, O. Abou Issa, et al., Valve configuration determines long-term results after repair of the bicuspid aortic valve, *Circulation* 123 (2011) 178–185.
- [18] J. Price, L. De Kerchove, D. Glineur, et al., Risk of valve-related events after aortic valve repair, *Annals of Thoracic Surgery* 95 (2013) 606–612, discussion 613.
- [19] K. Pethig, A. Milz, C. Hagl, et al., Aortic valve reimplantation in ascending aortic aneurysm: risk factors for early valve failure, *Annals of Thoracic Surgery* 73 (2002) 29–33.
- [20] M. Boodhwani, L. de Kerchove, D. Glineur, et al., Repair of regurgitant bicuspid aortic valves: a systematic approach, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 140 (2010) 276–284.e1.
- [21] E. Navarra, G. El Khoury, D. Glineur, et al., Effect of annulus dimension and annuloplasty on bicuspid aortic valve repair, *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 44 (2013) 316–322, discussion 322–323.
- [22] H.-J. Schäfers, B. Bierbach, D. Aicher, A new approach to the assessment of aortic cusp geometry, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 132 (2006) 436–438.
- [23] L. de Kerchove, M. Boodhwani, D. Glineur, et al., Valve sparing-root replacement with the reimplantation technique to increase the durability of bicuspid aortic valve repair, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 142 (2011) 1430–1438.
- [24] D. Aicher, U. Schneider, W. Schmied, et al., Early results with annular support in reconstruction of the bicuspid aortic valve, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 145 (3 Suppl.) (2013) S30–S34.
- [25] E. Lansac, I. Di Centa, E. Arnaud-Crozat, et al., Remodeling of the aortic root combined to an expansible aortic ring annuloplasty, *Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery – MMCTS 2011* (401) (2011) mmcts.2006.001958.
- [26] H.-J. Schäfers, T. Kuniyara, P. Fries, et al., Valve-preserving root replacement in bicuspid aortic valves, *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 140 (6 Suppl.) (2010) S36–S40, discussion S45–51.

Z anglického originálu online verze článku přeložil autor.