

Perkutana balonska dilatacija aortne zaklopke

Percutaneous balloon aortic valvuloplasty

Jana Ambrožič,¹ Darko Zorman,¹ Katja Ažman-Juvan,¹ Špela Mušič,² Mirta Koželj,¹ Matjaž Bunc¹

¹ Klinični oddelek za kardiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana

² Klinični oddelek za anesteziologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana

Korespondenca/ Correspondence:

Prof.dr. Matjaž Bunc, dr. med.
KO za kardiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška c. 7, 1000 Ljubljana
mbunce@yahoo.com

Ključne besede:

bolezni aortne zaklopke, aortna stenoza, perkutana balonska valvuloplastika, perkutane intervencije na zaklopkah

Key words:

Aortic valve disease, aortic stenosis, percutaneous balloon valvuloplasty, percutaneous valve interventions

Izvleček

Izhodišča: Zaradi staranja prebivalstva se srečujemo z vedno večjim številom starostnikov s hudo simptomatsko stenozo aortne zaklopke in številnimi pridruženimi boleznimi. Odločitev o kirurški menjavi aortne zaklopke, ki je standardna metoda zdravljenja, je pri tej skupini prebivalstva velikokrat težka, saj gre za skupino z velikim oboperativnim tveganjem. Posledično se razvijajo manj invazivne, perkutane metode zdravljenja z namenom izboljšanja kakovosti življenja in podaljšanja preživetja. Balonska dilatacija aortne zaklopke je perkutana metoda širjenja aortne zaklopke, ki se v preteklosti ni uveljavila zaradi visokega deleža restenoz in nobene vpliva na preživetje. Dvajset let po njeni uvedbi, vzporedno z razvojem nove metode perkutane vstavitve aortne zaklopke, pa ponovno pridobiva svoje mesto.

Prikaz primera: V prispevku prikazujemo 88-letno bolnico s hudo stenozo aortne zaklopke in velikim oboperativnim tveganjem, ki so ji zavrnilo možnost kirurškega zdravljenja. Zaradi napredujoče simptomatike smo se odločili za balonsko dilatacijo aortne zaklopke, po katerem je prišlo do kliničnega in objektivnega izboljšanja.

Zaključki: Naš primer kaže na dodatne možnosti zdravljenja bolnikov s hudo aortno

stenozo in z velikim tveganjem za operativni poseg. Po mnenju mnogih bo imela balonska dilatacija v bodoče pomembno vlogo kot paliativni poseg ali premostitev do bodisi kirurške bodisi perkutane vstavitve nove zaklopke.

Abstract

Background: As the population ages there is an increasing number of elderly patients with severe symptomatic aortic stenosis and numerous co-morbidities. Decision for aortic valve replacement—a gold standard for the treatment of aortic stenosis—might be difficult in this group of patients, in whom open heart procedure may be associated with an unacceptably high risk. Less invasive percutaneous methods are being developed as alternative options for improving the quality of life and prolonging survival. Balloon aortic valvuloplasty is a percutaneous catheter-based method for dilation of the aortic valve, which was in the past almost abandoned due to a high incidence of restenosis and the lack of impact on long-term survival. Twenty years after its introduction in the elderly patients, together with the development of percutaneous aortic valve implantation methods, balloon aortic valvuloplasty is regaining its role.

Citirajte kot/Cite as:
Zdrav Vestn 2010;
79: 48–54

Prispelo: 29. maj 2009,
Sprejeto: 1. okt. 2009

Case report: We report a case of a 88-year-old woman with severe symptomatic aortic stenosis and a high perioperative risk, who was considered unsuitable for surgical aortic valve replacement. Owing to worsening of her symptoms, she had balloon aortic valvuloplasty performed. After the procedure she improved clinically and objectively.

Conclusions: Our case points out that there are additional therapeutic options for high-risk patients with severe aortic stenosis. Many share the opinion that balloon aortic valvuloplasty will play an important role as a palliative therapy or a bridge to surgical or percutaneous prosthetic valve implantation.

Uvod

Degenerativna stenoza aortne zaklopke je najpogostejša bolezen srčnih zaklopk v zahodnem svetu. Njena pojavnost narašča s starostjo.^{1,2} Gre za aktivni bolezenski process, ki s kopičenjem lipidov, vnetjem in kalcinacijami posnema aterosklerozo.³ Pri bolnikih s hudo, simptomatsko aortno stenozo je kirurška menjava aortne zaklopke standardna metoda zdravljenja.⁴ Prognoza neoperiranih simptomatskih bolnikov je slaba, s povprečnim preživetjem 2 do 3 leta.⁵ Kljub razmeroma majhni operativni umrljivosti in dobrim dolgoročnim rezultatom kirurgije pa podatki registrov kažejo, da kar tretjina bolnikov s hudo simptomatsko aortno stenozo ni napotena na kirurško zdravljenje.^{6,7} Gre predvsem za starejše bolnike, osemdeset in devetdesetletnike, ki imajo zaradi spremljajočih kroničnih bolezni pomembno večje operativno tveganje. Po podatkih registra Mednarodnega združenja torakalnih kirurgov znaša operativna umrljivost pri izolirani kirurški menjavi aortne zaklopke v skupini 80–89 let 9,2 %, v skupini nad 90 let pa 13,3 %, skupna operativna in bolnišnična umrljivost znaša v skupini 80–89 let 17,8 % in v skupini nad 90 let 26,1 %.⁸ Pri starostnikih so pogostejši pooperacijski zapleti, daljše je bolnišnično

zdravljenje in daljši čas rehabilitacije, kakovost življenja se lahko celo poslabša.^{9–13} Veliko starejših bolnikov tudi zavrne kirurško zdravljenje. Vse to so razlogi, da postajajo manj invazivni, perkutani načini zdravljenja vse bolj pomembni za izboljšanje kakovosti življenja starostnikov.

Balonska dilatacija aortne zaklopke ali balonska aortna valvuloplastika (BAV) je perkutani kateterski poseg, s katerim z napihnjem balona skozi aortno zaklopko povečamo ustje stenotične zaklopke in izboljšamo klinične simptome. Metodo, ki so jo sprva uporabljali pri mladih s prirojeno stenozo aortne zaklopke,¹⁴ je pri kalcinirani aortni stenozni prvič uporabil Cribier leta 1986 kot paliativni poseg pri kritično bolnih bolnikih z velikim operativnim tveganjem.¹⁵ Prvotnemu navdušenju je sledilo obdobje zatona uporabe metode zaradi visokega odstotka restenoz v nekaj mesecih in le kratkotrajnega kliničnega izboljšanja.^{16,17} S staranjem populacije in naraščanjem deleža starejših bolnikov s hudo simptomatsko aortno stenozo, ki so slabi kirurški kandidati, prihajajo manj invazivne oblike zdravljenja vse bolj v ospredje. Širjenje aortne zaklopke z balonskim perkutanim posegom se tako ponovno oživlja kot paliativni poseg pri bolnikih z ve-

Tabela 1: Ehokardiografski kazalci pri bolnici pred balonsko dilatacijo aortne zaklopke in po njej.

	Pred BAV	Po BAV, pred odpustom	Po BAV, 1 mesec
Največji gradient tlaka (mmHg)	97	63	57
Srednji gradient tlaka (mmHg)	68	36	37
Največja hitrost toka krvi (m/s)	4,9	3,9	3,8
Površina aortne zaklopke (cm ²)	0,45	0,80	0,75

BAV=balonska dilatacija aortne zaklopke

likim tveganjem ali kot premostitveni poseg do bodisi kirurške bodisi perkutane vstavitve zaklopke pri nestabilnih bolnikih (npr. bolnikih v kardiogenem šoku, bolnikih, ki potrebujejo drugo urgentno kirurško zdravljenje). Z napredkom tehnologije v zadnjih letih so se izboljšali kratkoročni rezultati balonske dilatacije. Poleg klasične retrogradne transarterijske tehnike so razvili tudi antegradni, transvenski pristop, pri katerem so dosegli večjo površino ustja aortne zaklopke in manj zapletov na vbodnem mestu.¹⁸⁻²⁰ Pri transvenskem pristopu mora biti operater večš transeptalne tehnike, kar omejuje pogostost uporabe omenjene tehnike pri dilataciji aortne zaklopke.

Zadnje študije poročajo o upadu periprocuduralnih zapletov in umrljivosti pri BAV.²¹ V seriji 141 bolnikov s povprečno starostjo 83 let je bila umrljivost ob posegu 4 %, le v 6 % je prišlo do zapletov: tranzitorne ishemične atake, popolnega atrioventrikularnega bloka in žilnih zapletov.²² Podobne rezultate so objavile tudi druge študije.^{23,24} Pri 31 bolnikih je le v 1 % prišlo do pomembne aortne insuficience, ki je zahtevala kirurško zdravljenje.²³ Pričakovani cilj BAV je zmanjšanje povprečnega gradienta skozi aortno zaklopko za 50 % ali povečanje ustja aortne zaklopke na 1 cm².

Problem BAV ostajajo še vedno zgodnje restenoze in neizboljšano preživetje bolnikov. V iskanju novih rešitev za izboljšanje dolgoročnih rezultatov nekateri priporočajo ponavljanje balonskih dilatacij.²⁵ V pilotski študiji RADAR pa so pri bolnikih povprečne starosti 89 let z uporabo zunanega obsevanja pomembno znižali stopnjo restenoz na 20 % v enem letu.²⁶

Prikaz primera

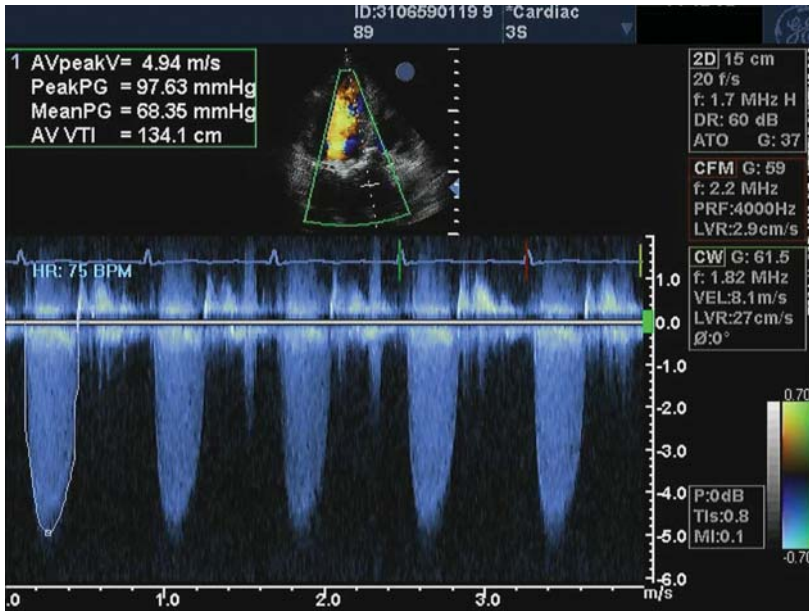
88-letna bolnica je bila sprejeta na Klinični oddelek za kardiologijo zaradi napredujo-

če težke sape in prsnih bolečin, ki so jo omejevale že pri majhnih, vsakodnevnih telesnih dejavnostih (tretji razred po klasifikaciji NYHA). Od spremljajočih bolezni je imela dolgoletno kronično obstruktivno pljučno bolezen, zaradi česar je prejela bronhodilatatorje in kortikosteroide v pršilcu, ter arterijsko hipertenzijo. Ob sprejemu je bil krvni tlak 115/65 mmHg, srčni ritem reden s frekvenco 80/min, nad aortno zaklopko je bil slišen izrazit holosistolni šum jakosti 3/6 s širjenjem v vrat, nad karotidni arteriji. V EKG je bil viden sinusni ritem, levi sprednji hemiblok in podaljšana doba PQ na 0,24 sekunde. Biokemične laboratorijske preiskave so pokazale normalne vrednosti dušičnih retentov, krvne slike in krvnega sladkorja, vrednost NT-proBNP je bila 412 ng/L (referenčno območje po 75. letu >1500 ng/L). Spirometrija je pokazala zmerno obstruktivno motnjo ventilacije z volumnom forsiranega izdihanega zraka v prvi sekundi 51 % in indeksom Tiffeneau 64 % norme za bolnično starost in spol. Pri 6-minutnem testu hoje je bolnica prehodila 120 m ob ustreznem porastu srčne frekvence in krvnega tlaka. Ehokardiografija je pokazala močno fibrozirano in mestoma kalcinirano aortno zaklopko z največjo hitrostjo toka krvi skozi zaklopko 4,9 m/s, največjim gradientom tlaka 97 mmHg in srednjim gradientom 68 mmHg. Izračunana površina ustja aortne zaklopke po enačbi kontinuitete je znašala 0,45 cm² (Tabela 1, Slika 1a). Aortne regurgitacije ni bilo. Mitralna zaklopka je bila blago degenerativno spremenjena z manjšo kalcinacijo na zadnji strani obroča in z blago mitralno regurgitacijo. Levi prekat je bil normalno velik, blago koncentrično hipertrofičen z dobro sistolno funkcijo (EF 70 %) in znaki za diastolno disfunkcijo prve stopnje. Desni prekat je bil blago povečan, njegova sistolna funkcija, ocenjena s tkivno doplersko preiskavo, je bila blago oslABLJENA.

Tabela 2: Hemodinamske meritve med balonsko dilatacijo.

	Pred BAV	Po BAV
Tlak v levem prekatu (mmHg)	178/10	168/4
Tlak v aorti (mmHg)	121/63	128/64

BAV=balonska dilatacija aortne zaklopke



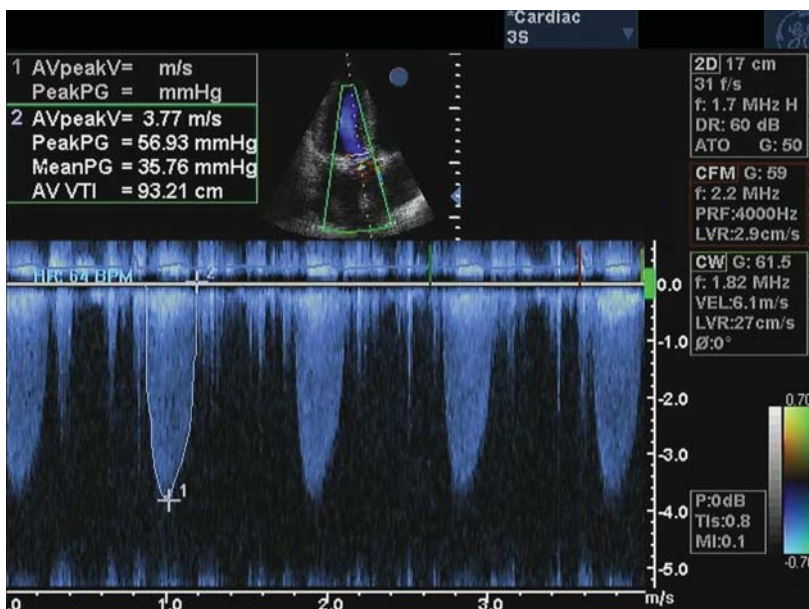
Slika 1: a).
Kontinuirana
doplerska
ehokardiografija skozi
aortno zaklopko pred
balonsko dilatacijo
(BAV).

Slika 1: b).
Kontinuirana
doplerska
ehokardiografija skozi
aortno zaklopko en
mesec po balonski
dilataciji (BAV).

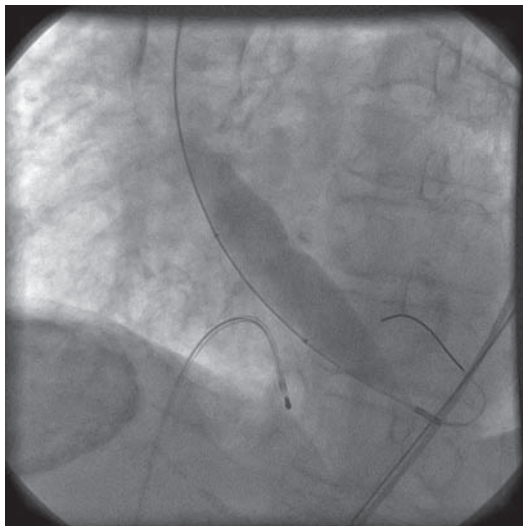
Viden je bil barvni signal zmerne trikuspidalne regurgitacije, na podlagi katere smo ugotovili pomembno pljučno hipertenzijo (ocenjen sistolni tlak v desnem prekatu je bil 62 mmHg). Pri srčni kateterizaciji smo v levem prekatu izmerili tlak 178/10 mmHg, v aorti 121/63 mmHg, največji, "peak-to-peak" gradient tlaka je znašal 57 mmHg (Tabela 2). Aortna zaklopka je bila videti močno kalcinirana in slabo gibljiva. Levi prekat je bil normalno velik z dobro sistolno funkcijo. Desnostranska srčna kateterizacija ni bila narejena. Selektivna koronarna angiografija ni pokazala zožitev na koronarnih arterijah. Pri bolnici bi bila zaradi hude, simptomatske

stenoze potrebna kirurška menjava aortne zaklopke. Euroscore za oceno operativnega tveganja je znašal 12 oz. logistično 34,1 %. Ob predstavljenem tveganju je bila bolnica zavrnjena za kirurško zdravljenje, izbrana pa je bila za perkutano vstavitve aortne zaklopke, ki v naši ustanovi takrat še ni bila na voljo. Bolnico smo odpustili domov in priporočili zdravljenje z zdravili.

Po štirih mesecih je bila po rednih mesečnih ambulatnih pregledih ponovno sprejeta v bolnišnico. Pojavljati so se začele tudi do 4-krat dnevne izgube zavesti, navajala je vse težje sapo in prsne bolečine, ki so se pojavljale že v mirovanju. Po simptomatiki je napredovala v četrti razred klasifikacije NYHA. Glede na poslabšanje simptomatike in velikega tveganja za operativni poseg bi bila kandidatka za perkutano vstavitve aortne zaklopke, ki pa v naši ustanovi še vedno ni bila na voljo. Odločili smo se za premostitveni poseg, balonsko dilatacijo aortne zaklopke. Poseg smo opravili v katetrskem laboratoriju pod rentgenskim nadzorom v splošni anesteziji z retrogradnim femoralnim pristopom. Preko leve femoralne arterije smo v levi prekat vstavili kateter "pigtail", preko leve femoralne vene pa v desni prekat elektrodo srčnega spodbujevalnika. V desno femoralno arterijo smo vstavili vodilo in s tehniko zamenjave vodilne žice namestili balonski kateter skozi aortno zaklopko. Opravili smo tri dilatacije aortne zaklopke z balonom 14x40 mm in 18x40 mm (Slika 2) med simultanim prekatnim spodbujanjem s frekvenco 200/min. Po balonski dilataciji smo izmerili največji, "peak-to-peak" gradient tlaka 40 mmHg. Ventrikulografija je pokazala blago aortno regurgitacijo. Na ehokardiografiji pred odpustom je bila največja hitrost toka krvi skozi aortno zaklopko 3,9 m/s, največji gradient tlaka 63 mmHg in srednji gradient 36 mmHg. Izračunana površina ustja aortne zaklopke je bila 0,80 cm² (Tabela 1, Slika 1b). Viden je bil signal blage aortne regurgitacije. Po posegu ni bilo zapletov in osmi dan po posegu je bila bolnica odpuščena domov. Na kontrolnem pregledu po enem mesecu je navajala izrazito klinično izboljšanje. Izgub zavesti in simptomov v mirovanju ni imela več, pri vsakodnevni telesni dejavnosti je bila zmogljivejša kot pred posegom. Klinično je



Slika 2: Napihnjenje balona skozi stenotično aortno zaklopko.



bolničino stanje napredovalo v drugi razred po klasifikaciji NYHA. Ehokardiografija po enem mesecu je pokazala podobne vrednosti gradientov tlaka skozi aortno zaklopko kot po posegu in dobro sistolno funkcijo levega prekata (Tabela 1).

Razprava

V prispevku smo predstavili 88-letno bolnico s hudo, simptomatsko stenozo aortne zaklopke, ki je bila zavrnjena za kirurški poseg zaradi velikega operativnega tveganja. Zaradi stopnjevanja težav in ob dejstvu, da perkutana vstavitev zaklopke pri nas ni bila še mogoča, smo se odločili za premostitveni poseg – balonsko dilatacijo aortne zaklopke, s katerim smo dosegli pomembno klinično izboljšanje. Evropske in ameriške smernice za zdravljenje valvularnih bolezni navajajo, da metoda BAV ni zamenjava za kirurško metodo zdravljenja. Po priporočilih razreda IIb pa ima svoje mesto kot premostitveni poseg do kirurške menjave aortne zaklopke pri hudo bolnih, na primer bolnikih v kardiogenem šoku in kot paliativni poseg pri bolnikih z velikim operativnim tveganjem.⁴ V enem izmed vodilnih ameriških centrov za zdravljenje bolezni aortne zaklopke upoštevajo pri možnih kandidatih s simptomatsko, hudo aortno stenozo naslednja merila za balonsko dilatacijo: balonska dilatacija kot premostitveni poseg do kirurške menjave aortne zaklopke, veliko oboperativno tveganje (STS ocena tveganja > 15 %), pričakovano preživetje < 3 leta, starost > 85 let, huda pridruže-

na obolenja, kot so porcelanasta aorta, hudo pljučno obolenje, huda ledvična insuficienca in ostala obolenja, ki povečujejo operativno tveganje, huda skeletno-mišična obolenja, ki bi onemogočala zadovoljivo pooperativno rehabilitacijo.¹⁸

BAV se v zadnjih letih ponovno uveljavlja zlasti ob dejstvu, da se s podaljševanjem življenjske dobe v razvitem svetu vse pogostejše srečujemo z osemdeset- in devetdesetletniki, ki imajo poleg hude stenoze aortne zaklopke še številne pridružene kronične bolezni. Pogosto smo postavljeni pred dilemo, kakšen način zdravljenja je najprimernejši za starejšega bolnika. Z BAV lahko dosežemo klinično izboljšanje brez izpostavitve bolnika operativnemu tveganju. V kolikor bi se izkazalo, da z dodatnimi postopki, npr. obsevanjem, znižamo stopnjo restenoz, bi bila to lahko dokončna rešitev za starejšega bolnika. Študije proučujejo vlogo BAV kot posega za zmanjšanje prekatne obremenitve (afterload) zaradi aortne stenoze, s čimer bi se upočasnili proces napredovanja prekatnega remodeliranja in potreba po vstavitvi nove zaklopke. Tako bi lahko po BAV ocenili hemodinamski odgovor na razširitev zaklopke pri kritični aortni stenozi z nizkim minutnim volumnom srca in nizkim gradientom tlaka skozi zaklopko, pri katerih načrtujemo menjavo zaklopke. Pogosto se pojavlja dilema glede sočasne operacije na mitralni zaklopki zaradi različne stopnje in etiologije mitralne regurgitacije, ki jo velikokrat najdemo pri bolnikih z aortno stenozo, napotenih na kirurško zdravljenje.²⁸ V takih primerih, ko se težko odločimo o obsegu kirurškega zdravljenja, bi lahko s spremljanjem dinamike mitralne regurgitacije po BAV lažje sprejeli optimalno odločitev o obsegu operativnega zdravljenja.

Pri naši bolnici je bila ocena operativnega tveganja po sistemu Euroscore visoka, predvsem na račun starosti in pljučne hipertenzije ob kronični obstruktivni pljučni bolezni, zaradi česar ni bila kandidatka za operativni poseg. Z balonsko dilatacijo smo dosegli zmanjšanje gradienta skozi zaklopko in povečanje površine ustja zaklopke, predvsem pa izboljšali bolničine simptome. Če se bo v naslednjih mesecih izkazalo, da je prišlo do restenoz aortne zaklopke ali do poslabšanja

bolničnega kliničnega stanja, je možno postopek BAV ponoviti.

Zaključek

Z naraščanjem števila starostnikov z velikim tveganjem za kirurški poseg je vse večja potreba po manj invazivnih, perkutanih oblikah zdravljenja. Balonska dilatacija aortne zaklopke se z razvojem nove tehnologije in iskanjem načinov za preprečevanje restenoz ponovno uveljavlja v zdravljenju aortne stenoze. Dilatacija predstavlja premostitev do perkutane ali kirurške vstavitve ume tne aortne zaklopke. BAV bi lahko bila tudi dokončno zdravljenje aortne stenoze, če bi uspeli preprečiti zgodnje restenoze.

Literatura

1. Lindroos M, Kupari M, Heikkilä J, Tilvis R. Prevalence of aortic valve abnormalities in the elderly: an echocardiographic study of a random population sample. *J Am Coll Cardiol* 1993; 2: 1220–5.
2. Iung B, Baron G, Butchart EG, Delahaye F, Gohlke-Bärwolf C, Levang OW, et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: the Euro Heart Survey on valvular heart disease. *Eur Heart J* 2003; 24: 1231–43.
3. Otto CM, Kuusisto J, Reichenbach DD, Gown AM, O'Brien KD. Characterization of the early lesion of »degenerative« valvular aortic stenosis: histological and immunohistochemical studies. *Circulation* 1994; 90: 844–53.
4. 2006 WRITING COMMITTEE MEMBERS; Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K, De Leon AC, Faxon DP, Freed MD, et al. 2008 Focused Update Incorporated Into the ACC/AHA 2006 Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1998 Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease): Endorsed by the Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons *Circulation* 2008; 118: 523–661.
5. Frank S, Johnson A, Ross J Jr. Natural history of valvular aortic stenosis. *Br Heart J* 1973; 35: 41–6.
6. D, Lindblom U, Qvist J, Lundström H. Long-term relative survival rates after heart valve replacement. *Am Coll Cardiol* 1990; 15: 566–73.
7. Iung B, Cachier A, Baron G, Messika-Zeitoun D, Delahaye F, Tornos P, et al. Decision-making in elderly patients with severe aortic stenosis: why are so many denied surgery? *Eur Heart J* 2005; 26: 2714–20.
8. Society of Thoracic Surgeons National Cardiac Surgery Database. Dosegljivo na: <http://www.sts.org/documents/pdf/STS-Executive-SummaryFall2005.pdf>.
9. Gehlot A, Mullany CJ, Ilstrup D, Schaff HV, Orzulak TA, Morris JJ, et al. Aortic valve replacement in patients aged eighty years and older: early and long-term results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 111: 1026–36.
10. Dalrymple-Hay MJR, Alzetani A, Aboel-Nazar S, Haw M, Livesey S, Monro J. Cardiac surgery in the elderly. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 15: 61–6.
11. Sundt TM, Bailey MS, Moon MR, Mendeloff EN, Huddleston CB, Pasque MK, et al. Quality of life after aortic valve replacement at the age of > 80 years. *Circulation* 2000; 102 Supl. III: 70–4.
12. Kolh P, Kerzmann A, Honore C, Comte L, Limet R. Aortic valve surgery in octogenarians: predictive factors for operative and long term results. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 31: 600–6.
13. Melby SJ, Zierer A, Kaiser YP, Guthrie TJ, Keune JD, Schuessler RB, et al. Aortic valve replacement in octogenarians. Risk factors for early and late mortality. *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 1651–7.
14. Lababidi Z. Aortic balloon valvuloplasty. *Am Heart J* 1983; 106: 751–2.
15. Cribier A, Savin T, Saoudi N, Rocha P, Bertrand J, Letac B. Percutaneous transluminal valvuloplasty of acquired aortic stenosis in elderly patients: an alternative to valve replacement? *Lancet* 1986; 1: 63–7.
16. Otto CM, Mickel MC, Kennedy JW, Alderman EL, Bashore TM, Block PC, et al. Three-year outcome after balloon aortic valvuloplasty. Insights into prognosis of valvular aortic stenosis. *Circulation* 1994; 89: 642–50.
17. Feldman T, Glagov S, Carroll JD. Restenosis following successful balloon valvuloplasty: bone formation in aortic valve leaflets. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 29: 1–7.
18. Hara H, Pedersen WR, Ladich E, Mooney M, Virmani R, Nakamura M, et al. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty revisited: time for a renaissance? *Circulation* 2007; 115: 334–8.
19. Marchant D, Schwartz R, Chepurko L, Katz S. Access site management after aortic valvuloplasty using a suture mediated closure device: clinical experience in 4 cases. *J Invasive Cardiol* 2000; 12: 474–7.

20. Eisenhauer AC, Hadjipetrou P, Piemonte TC. Balloon aortic valvuloplasty revisited: the role of the inoue balloon and transseptal antegrade approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 50: 484–91.
21. Klein A, Lee K, Gera A, Ports TA, Michaels AD. Long-term mortality, cause of death, and temporal trends in complications after percutaneous aortic balloon valvuloplasty for calcific aortic stenosis. *J Interv Cardiol* 2006; 19: 269–75.
22. Agatiello C, Eltchaninoff H, Tron C, Bauer F, Babaliaros V, Nercolini D, et al. Balloon aortic valvuloplasty in the adult. Immediate results and in-hospital complications in the latest series of 141 consecutive patients at the University Hospital of Rouen (2002–2005). *Arch Mal Coeur Vaiss* 2006; 99: 195–200.
23. Pedersen WR, Klaassen PJ, Boisjolie CR, Pierce TA, Harris KM, Lesser JR, et al. Feasibility of transcatheter intervention for severe aortic stenosis in patients $\geq$ 90 years of age: aortic valvuloplasty revisited. *Catheter Cardiovasc Interv* 2007; 70: 149–54.
24. Shareghi S, Rasouli L, Shavelle DM, Burstein S, Matthews RV. Current results of balloon aortic valvuloplasty in high-risk patients. *J Invasive Cardiol* 2007; 19: 1–5.
25. Agarwal A, Kini AS, Attanti S, Lee PC, Ashtiani R, Steinheimer AM, et al. Results of repeat balloon valvuloplasty for treatment of aortic stenosis in patients aged 59 to 104 years. *Am J Cardiol* 2005; 95: 43–7.
26. Pedersen WR, Van Tassel RA, Pierce TA, Pence DM, Monyak DJ, Kim TH, et al. Radiation following percutaneous balloon aortic valvuloplasty to prevent restenosis (RADAR pilot trial). *Catheter Cardiovasc Interv* 2006; 68: 183–92.
27. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002; 106: 3006–8.
28. Unger P, Dedobbeleer C, Van Camp G, Plein D, Cosyns B, Lancellotti P. Mitral regurgitation in patients with aortic stenosis undergoing valve replacement. *Heart* 2009;doi:10.1136/hrt.2009.165548.