

Když selžou dvě chlopně, přichází na řadu třetí (transkatétrová implantace chlopeň do chlopně)

Zuzana Komorová¹, Jan Sitar¹, Jiří Seménka¹, Ladislav Groch¹, Lenka Špinarová¹, Karin Ďurčanská^{2,3}

¹I. interní kardioangiologická klinika, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

²Klinika zobrazovacích metod, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

³Mezinárodní centrum klinického výzkumu, Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně

Případ popisuje 90letou pacientku s námahovou dušností funkční klasifikace NYHA III po chirurgické náhradě aortální chlopně bezešvou bioprotézou Sorin Perceval S v roce 2014 s poměrně časnou (za 6 let), vysoce významnou (AVA 0,3 cm²) a vysoce symptomatickou degenerací bioprotézy s těžkou depresí systolické funkce levé komory s ejekční frakcí (EF LK) 25 %. Pacientka podstoupila v kardiocentru transkatétrovou implantaci aortální chlopně Valve-in-Valve (TAVI ViV) s použitím chlopně CoreValve Evolute R o průměru 23 mm s časně optimálními tonometrickými, angiografickými, echokardiografickými a klinickými výsledky. Zákrok a následná hospitalizace proběhly bez větších komplikací. Příznivý průběh přetrvával i po 18 měsících klinického sledování.

Klíčová slova: aortální stenóza, transkatétrová implantace aortální chlopně, echokardiografie.

When two valves fail, it's time for a third one (transcatheter valve-in-valve implantation)

This case report depicts a 90-year-old patient with exertional dyspnea of NYHA class III following bioprosthetic replacement of the aortic valve (Sorin Perceval S sutureless). She developed a relatively early (6 years), highly significant (AVA 0.3 cm²) and symptomatic degeneration of bioprosthesis with severe left ventricular depression and a left ventricular ejection fraction of 25%. At a heart center, the patient underwent a valve-in-valve transcatheter aortic valve implantation (ViV-TAVI) procedure using the 23-mm CoreValve Evolut R valve, resulting in an early optimal tonometric, angiographic, echocardiographic and clinical effect. The surgery and the course of hospitalization were without major complications. A favorable clinical outcome persists even at 18 months of follow-up.

Key words: aortic stenosis, transcatheter aortic valve implantation, echocardiography.

Úvod

Aortální stenóza patří mezi nejčastější chlopenní vady v dospělosti. Mezi typické příznaky provázející významnou aortální stenózu patří angina pectoris, námahová dušnost a synkopa. S dobrými životními podmínkami u dnešní populace je velmi pravděpodobné, že se mnoho pacientů po náhradě chlopně

dožije její degenerace, která bude vyžadovat další řešení, a proto je potřeba se touto problematikou zabývat.

Popis případu

90letá žena s četnými interními komorbiditami: po chirurgické náhradě aortální chlopně bezešvou bioprotézou Sorin

DECLARATIONS:

Ethical principles compliance:

The authors attest that their study was approved by the local Ethical Committee and is in compliance with human studies and animal welfare regulations of the authors' institutions as well as with the World Medical Association Declaration of Helsinki on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects adopted by the 18th WMA General Assembly in Helsinki, Finland, in June 1964, with subsequent amendments, as well as with the ICMJE Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals, updated in December 2018, including patient consent where appropriate.

Conflict of interest and financial disclosures:

None.

Funding/Support:

This publication was created at Masaryk University within the project "New Trends in Diagnostics and management of cardiac diseases" issue MUNI/A/1410/2022 supported by funding for specific university research, granted by the Department for Education and Science in 2023.

Cit. zkr: Interv Akut Kardiolog. 2023;22(4):201-205

<https://doi.org/10.36290/kar.2023.015>

Článek přijat redakcí: 31. 5. 2023

Článek přijat po 1. přepracování: 16. 1. 2023

Článek přijat po 2. přepracování: 14. 3. 2023

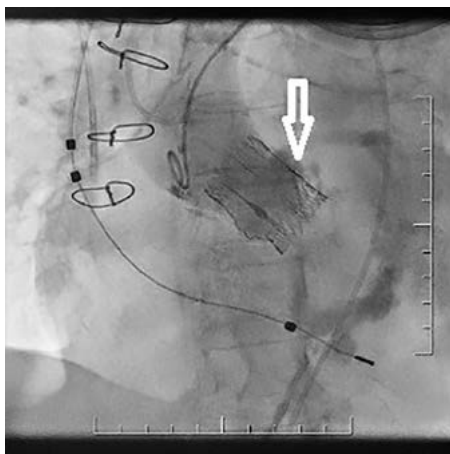
Článek přijat k tisku: 21. 4. 2023

MUDr. Zuzana Komorová
komorova.zuzana@fnusa.cz

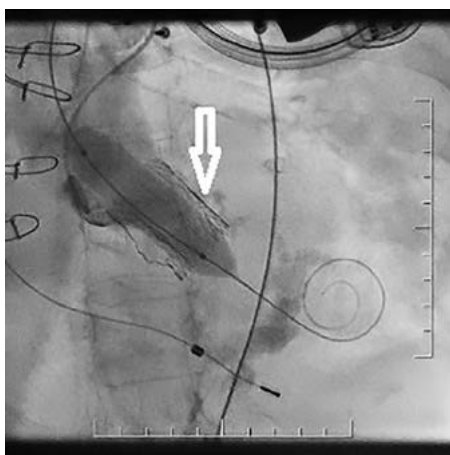
Obr. 1. CT angiografie zobrazila kalcifikace v oblasti bifurkace aorty, proximálních úseků společných pánevních tepen a distálních úseků společných femorálních tepen



Obr. 2. Angiografie ascendentní aorty před implantací chlopně, bioprotéza Sorin Perceval S in situ



Obr. 3. Insuflace balonu – predilatace balonem NuMed ZMED 20 x 45 mm za komorové stimulace s použitím implantovaného PM TF 140/min



Perceval S v roce 2014, ischemická choroba srdeční – stav po anterolaterálním infarktu myokardu v roce 2012, kdy byla provedena perkutánní koronární intervence (PCI) na ramus interventricularis anterior (RIA) s bare metal stentem, EF LK 60 %, po implantaci kardiostimulátoru Biotronic Effecta (VDD) pro atrioventrikulární blokádu III° v roce 2014, ischemická choroba dolních končetin IIb podle Fontaine, hypertenze III° podle

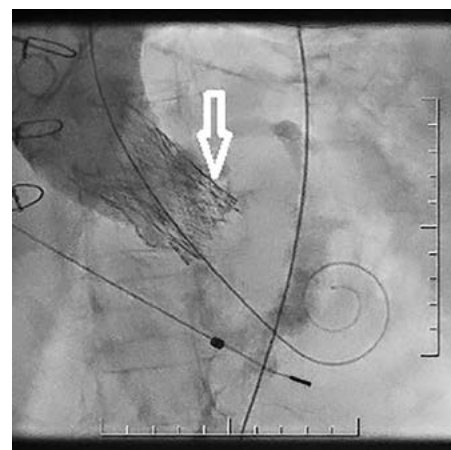
WHO klasifikace, hyperlipoproteinémie; byla přijata do kardiocentra pro vysoce významnou degeneraci aortální bioprotézy. V klinickém obraze dominovala dušnost třídy NYHA III. Byla provedena rekonarografie s nálezem: perzistující optimální efekt ve stentu na RIA, věnčité tepny s nerovnostmi. Echokardiografické vyšetření prokázalo hemodynamicky významnou restenózu původní bioprotézy Sorin Perceval S v aortální pozici (maximální gradient 48 mmHg, střední gradient 30 mmHg, AVA 0,3 cm²) a současně těžkou depresi systolické funkce LK s globální EF 25 %. CT angiografie zobrazila kalcifikace na bifurkaci aorty, proximálním úseku společných ilických tepen a distálním úseku společných femorálních tepen (Obr. 1). Pacientka byla indikována k řešení aortální stenózy – vzhledem k věku, fragilitě, komorbiditám a kalkulovanému EuroSCORE II 46,17 % bylo zvolena TAVI ViV femorálním přístupem.

Procedura TAVI ViV byla provedena pravostranným femorálním přístupem v celkové anestezii s implantací chlopně CoreValve Evolute R o průměru 23 mm po předchozí predilataci balonkem 20 x 45 mm, s optimálním bezprostředním efektem (Obr. 2–5). Invazivně naměřené vrcholové tlakové gradienty byly před implantací chlopně 54 mmHg a po implantaci 2 mmHg na aortální bioprotéze (Obr. 6–7). V dalším průběhu hospitalizace byla pacientka tlakově i kardiopulmonálně stabilní. Kontrolní echokardiografické vyšetření po zákroku ukázalo příznivý nález na bioprotéze v aortální pozici s nízkými gradienty, bez paravalvárního leaku a bez centrální regurgitace (Obr. 8–9). Zákrok a následná hospitalizace proběhly bez celkových a lokálních komplikací (cévní přístup). Pátý den po TAVI byla pacientka propuštěna domů, v medikaci byla zavedena duální antiagregační léčba. Při první ambulantní kontrole (1 měsíc po zákroku) je pacientka klinicky výrazně zlepšena, funkčně NYHA I a echokardiograficky přetrvává příznivý nález na bioprotéze v aortální poloze – maximální gradient je 8 mmHg, EF LK stacionární 25–28 %. Při dalších kontrolách po 18 a 30 měsících trvá příznivý klinický efekt, echokardiograficky stacionární peak gra-

Obr. 4. Stav po implantaci chlopně CoreValve EVOLUT R 23 do původní degenerované Perceval S. Optimální výška implantace



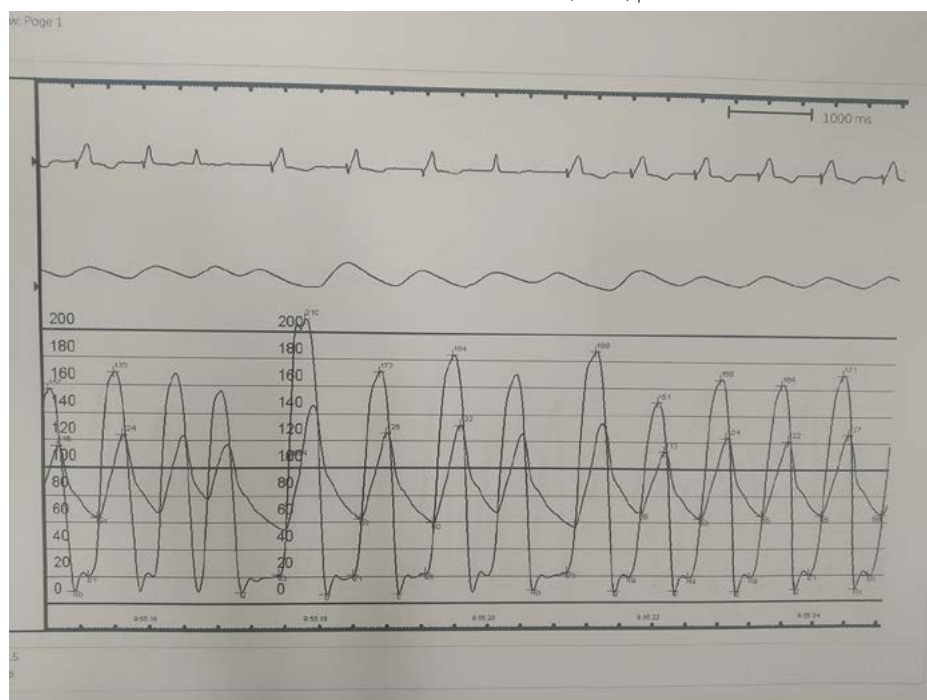
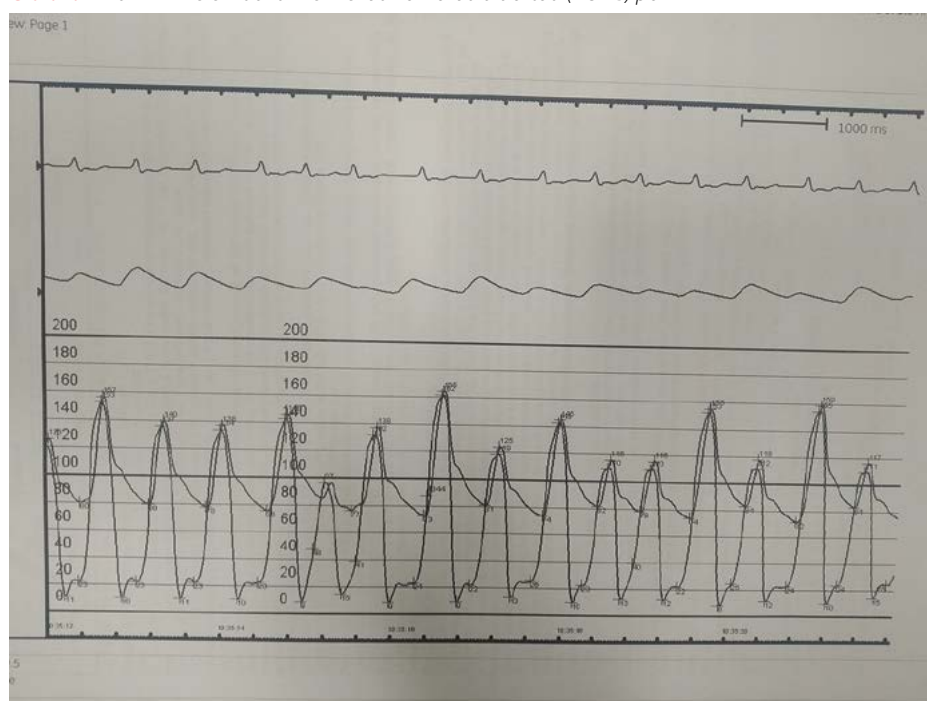
Obr. 5. Angiografie ascendentní aorty post TAVI: optimální usazení chlopně, bez leaku, bez obturace koronárních tepen, gradient po implantaci AOVGpp 2 mmHg



dient 8–10 mmHg, EF LK zlepšena na 35 % v 18 měsících a 50–55 % po 30 měsících.

Diskuze

V patofyziologii vzniku degenerativní aortální stenózy hraje důležitou roli kalcifikace, která byla donedávna považována za důsledek stárnutí, kdy se vápník pasivně hromadí ve tkáních. Nyní je však zřejmé, že tento regulovaný proces probíhající na tkáňové úrovni, je mnohem složitější, než by se mohlo zdát, a lze jej přirovnat k ateroskleróze postihující tepny, s tím rozdílem, že u aterosklerotických cév může dojít k ruptuře plaku a s tím spojeným komplikacím, zatímco u aortální stenózy kalcifikace způsobuje srůst cípů chlopně, jejich nehybnost a obstrukci. V patogenezi degenerativní aortální stenózy hraje důležitou roli remodelace tkáně mechanickým stresem krevním tokem, ukládání lipidů ve tkáni, chronický zánět, oxi-

Obr. 6. Invazivní měření tlaku mezi levou komorou a aortou (AOVG) před TAVI**Obr. 7.** Invazivní měření tlaku mezi levou komorou a aortou (AOVG) po TAVI

dační stres, dysfunkce endoteliálních buněk, které mohou potencovat ukládání kalcia; v pozdějších stadiích proces mineralizace a osteogeneze, který lze přirovnat k tvorbě lamelární kosti (1–3).

U pacientů, kterým byla implantována bioprotéza, může taktéž dojít ke vzniku dysfunkce. Byly definovány čtyři skupiny dysfunkce aortálních bioprotéz (Valve Academic Research Consortium 3, VARC-3), a to strukturální poškození chlopně, nestrukturální poškození chlopně, trombóza a endokarditida. Degenerativní změ-

ny na bioprotéze patří do skupiny strukturální poškození chlopně (23, 24).

Echokardiografie je základní metodou pro posouzení významnosti aortální stenózy. Těžká aortální stenóza je definována jako porucha, která splňuje následující kritéria: neindexovaná plocha ústí AVA < 1,0 cm², střední gradient > 40 mmHg, maximální rychlost proudění přes aortální chlopně V max ≥ 4 (m/s). Za „low-flow, low-gradient“ aortální stenózu se považuje vada, u které je neindexovaná plocha ústí AVA < 1,0 cm², střední gradient < 40 mmHg

měřený při snížené EF LK < 50 %. V tomto případě lze k rozlišení mezi skutečně významnou aortální stenózou a pseudostenózou použít dobutaminovou echokardiografii (1, 4, 5). Pacientka v této kazuistice splňovala kritéria pro symptomatickou vysoce významnou degeneraci chlopní bioprotézy indikovanou k náhradě.

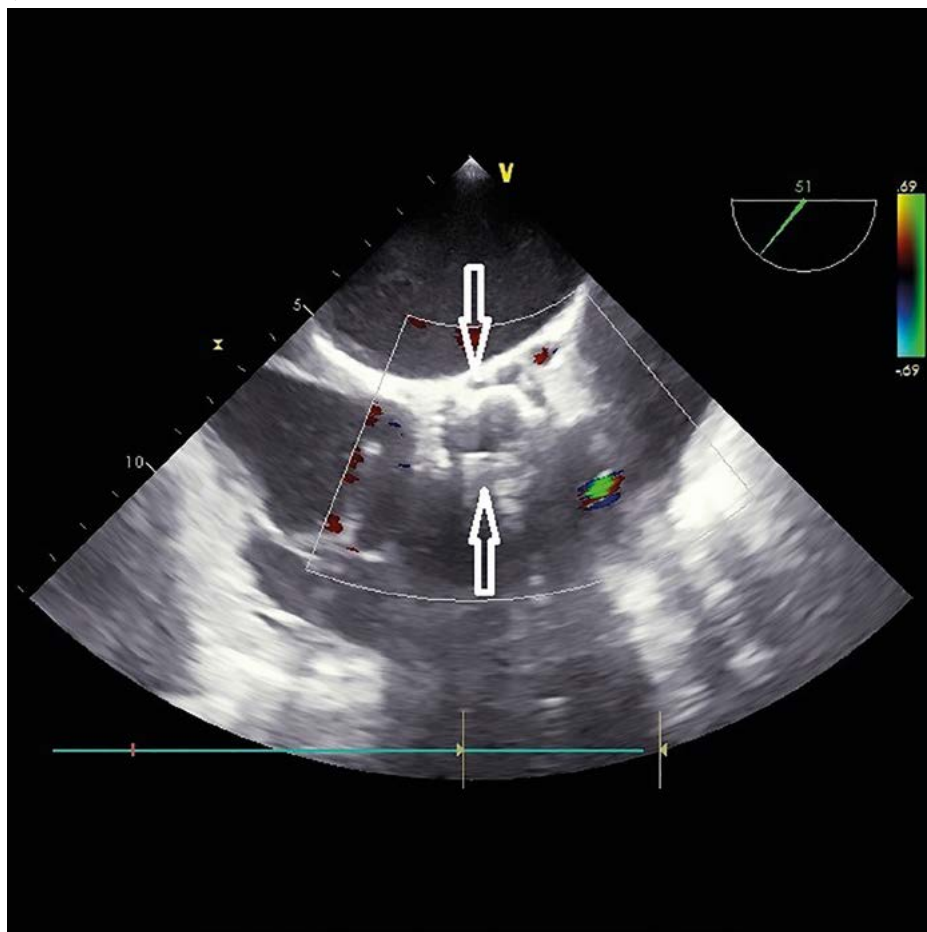
Léčba aortální stenózy, tedy i významné degenerace chlopní bioprotézy – restenózy, spočívá v její náhradě. Zatím nebylo prokázáno, že by farmakologická léčba zpomalovala progresi onemocnění (6). Z invazivních metod lze k léčbě aortální stenózy využít následující možnosti:

1. Surgical aortic valve replacement (SAVR), chirurgická náhrada aortální chlopně, při níž je na místo postižené chlopně chirurgickým přístupem implantována protéza (mechanická nebo bioprotéza) (7).
2. Transcatheter aortic valve implantation (TAVI), transkatéetrová implantace aortální chlopně – intervenční implantace chlopně různými přístupovými cestami, a to: trans-femorálním přístupem (transfemoral access, TFA), transapikálním přístupem (transapical access, TAA), transsubklaviálním přístupem (transsubclavial access, TSA), transkarotickým přístupem (transcarotid access, TCA) nebo přímým aortálním přístupem (direct aortic access, DAA) (8). TAVI se nyní stala metodou volby nejen pro pacienty s vysokým rizikem, ale nedávné studie ukázaly, že tato forma náhrady aortální chlopně je ve srovnání s chirurgickou operací bezpečná a účinná i pro pacienty s nízkým a středním rizikem (9). Naše pacientka byla indikována k TAVI ViV vzhledem ke svému věku, křehkosti, přidruženým komorbiditám, a tedy velmi vysokému operačnímu riziku.

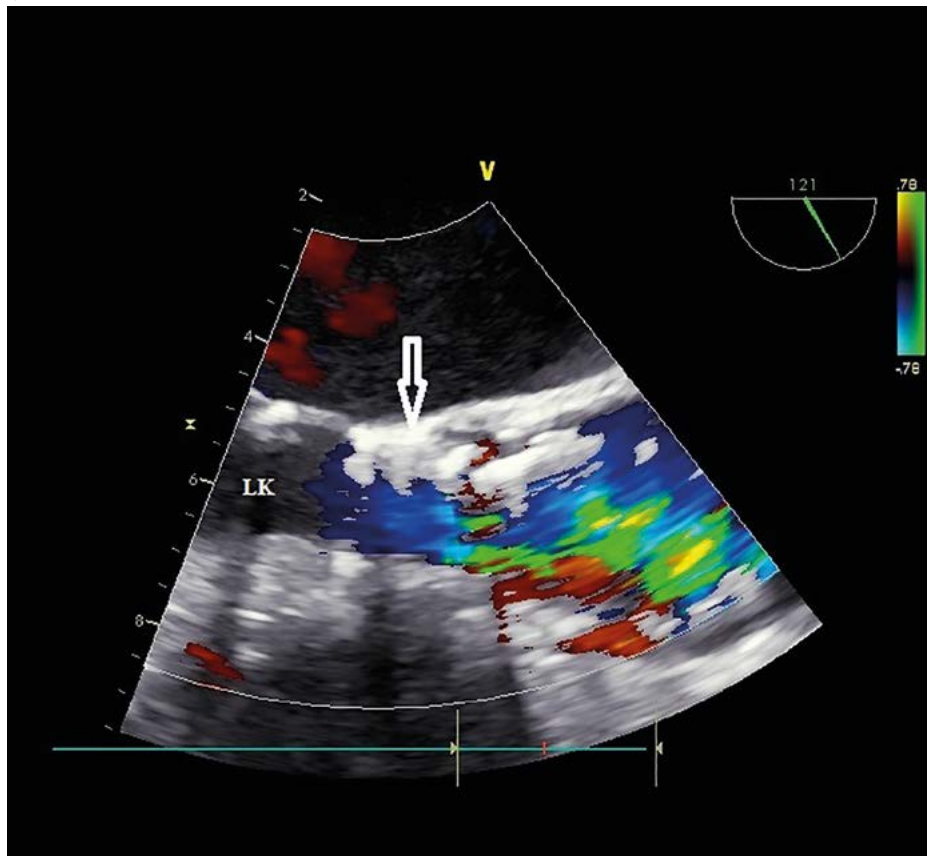
Chirurgické chlopní bioprotézy můžeme rozdělit na:

- a. **stentované chlopně (stented)** – například: Sorin Mitroflow, St. Jude Trifecta, Medtronic Hancock II, Edwards Magna, Edwards Perimount 2700 a 2800 a další. Při ViV TAVI je zde vyšší riziko obstrukce ostia koronárních tepen a vyšší reziduální gradient.
- b. **nestentované chlopně (stentless)** – Sorin Freedom, St. Jude Toronto,

Obr. 8. Transezofageální echokardiografie po TAVI, krátká osa, Evolut R 23 chlopeň v aortální pozici, symetrická expanze, bez paravalvarního leaku, bez centrální regurgitace (označeno šipkou)



Obr. 9. Transezofageální echokardiografie po TAVI, dlouhá osa, Evolut R 23 chlopeň v aortální pozici, symetrická expanze (označeno šipkou), bez centrální regurgitace



Medtronic Freestyle, Edwards Prima Plus. Jejich nevýhodou pro ViV TAVI je nedostatek rentgenkontrastních markerů, a z toho vyplývající možnost malpozice chlopně nebo vznik paravalvarního leaku, a též obstrukce koronárních tepen.

- c. chlopně bez šití (sutureless)** – Edwards Prima Plus, Edwards Intuity, Povolit Medtronic (10, 11).

Transkatétrové chlopně používané při metodě ViV:

- a. balonexpandibilní:** například chlopně Edwards Sapien 3.
b. samoexpandibilní: CoreValve Evolut R (10, 11, 12).

Pokud jde o volbu metody léčby u seřhané aortální bioprotézy, možností je jednak transkatétrová náhrada ViV nebo redo-surgical aortic valve replacement (redo-SAVR). V rozhodování přístupu reintervence hrají roli věk pacienta, jeho komorbidita, ale i samotná indikace k náhradě chlopně či riziko reoperace. Redo-SAVR má vyšší míru mortality, nicméně reoperace je indikována například u pacientů s trombotizovanou chlopní či infekční endokarditidou. Dalším atributem jsou malé anatomické poměry – vyšší riziko koronární obstrukce při ViV TAVI. Limitací pro ViV TAVI mohou být malé stenotické chirurgické chlopně. Redo-SAVR lze upřednostnit u pacientů, u nichž může dojít k nesouladu mezi původní degenerovanou chlopní a novou protézou, což by v případě ViV TAVI nevedlo k optimálnímu efektu implantace (11, 13, 14).

Rizika TAVI ViV můžeme rozdělit na:

1. Vaskulární přístupové komplikace v tříslé – hematoma, krvácení, pseudoaneuryzma, ruptura tepny aj.
2. Komplikace v oblasti samotné chlopně – malpozice chlopně, vyšší reziduální gradient, obstrukce ostia koronárních tepen, nutnost implantace kardiostimulátoru, infekční komplikace – například endokarditida. Vznik paravalvarního leaku spolu s rupturou prstence je častější komplikací u konvenční TAVI než u TAVI ViV.

3. Systémové komplikace – postkontrastní selhání ledvin, cévní mozková příhoda, postkontrastní encefalopatie, infekce aj. (11, 15).

Register Valve-in-Valve International Data (VIVID) – retrospektivní registr obsahující údaje po intervencích TAVI ViV z center po celém světě. Při podrobnější analýze této kohorty (1 612 hodnocených zákroků) byla u 37 pacientů (2,3 %) prokázána koronární obstrukce. Tato komplikace se vyskytla u chlopní bez stentu, ale také u chlopní se stentem, které mají zevně fixované cípy bioprotézy. Další analýza tohoto registru (1 006 zákroků TAVI ViV) hodnotící přežití po aortální TAVI ViV a riziko reintervence zhrnuje následující výsledky: přežití bylo horší ve skupině pacientů, kteří měli původní selhanou bioprotézu s vnitřním průměrem ≤ 20 mm, než ve skupině s bioprotézou > 20 mm; jednoroká

mortalita byla celkem 16 %. Celkem 40 pacientů vyžadovalo reintervenci z důvodu malpozice chlopně a nesouladu mezi chlopní a pacientem; po 8 letech bylo riziko reintervence po TAVI ViV 6,8 %.

Dalším registrem je Placement of Aortic Transcatheter Valves (PARTNER 2 ViV) – zahrnuje (96 + 269 pacientů z 34 center), kteří postoupili TAVI ViV, a tento zákrok směřoval k funkčnímu a hemodynamickému zlepšení pacientů s relativně nízkou mortalitou nebo postprocedurálními komplikacemi. Jednoroká mortalita ze všech příčin je 12,4 % a jednoroká úmrtnost po prvních 96 pacientech je 9,8 % (10, 16–21).

Vzhledem ke stárnutí naší populace lze očekávat, že pokud podstoupí pacient náhradu aortální chlopně ve středním, respektive vyšším středním věku, pak se také dožije degenerace této náhrady. Proto také můžeme předpoklá-

dat nárůst potřeby opakované náhrady aortální chlopně jak chirurgické, tak právě transkatétrové, která přichází do úvahy zejména u pacientů s vysokým věkem, křehkostí a vysokým operačním rizikem (11, 22).

Okamžitý optimální hemodynamický efekt zákroku, krátká doba hospitalizace a přetrvávající příznivý hemodynamický dopad umožňují brzký návrat pacientů do domácího prostředí a ke svému životnímu stylu, což je důležité zejména u starších pacientů.

Závěr

Procedura TAVI je také účinnou a bezpečnou metodou při indikaci degenerace a významné restenózy u pacientů po chirurgické náhradě aortální chlopně bioprotézou, kdy by konvenční chirurgická reoperace byla nepříjemně riziková (25).

LITERATURA

- Zebhi B, Lazkani M, Bark D Jr. Calcific Aortic Stenosis-A Review on Acquired Mechanisms of the Disease and Treatments. *Front Cardiovasc Med*. 2021 Sep 17;8:734175. doi: 10.3389/fcvm.2021.734175. PMID: 34604358; PMCID: PMC8486019.
- Carità P, Coppola G, Novo G, et al. Aortic stenosis: insights on pathogenesis and clinical implications. *J Geriatr Cardiol*. 2016 Sep;13(6):489-98. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2016.06.001. PMID: 27582763; PMCID: PMC4987417.
- Pawade TA, Newby DE, Dweck MR. Calcification in Aortic Stenosis: The Skeleton Key. *J Am Coll Cardiol*. 2015 Aug 4;66(5):561-77. doi: 10.1016/j.jacc.2015.05.066. PMID: 26227196.
- Tribouilloy C, Rusinaru D, Bohbot Y, et al. How Should Very Severe Aortic Stenosis Be Defined in Asymptomatic Individuals? *J Am Heart Assoc*. 2019 Feb 5;8(3):e011724. doi: 10.1161/JAHA.118.011724. PMID: 30712451; PMCID: PMC6405579.
- Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al; ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022 Feb 12;43(7):561-632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395. Erratum in: *Eur Heart J*. 2022 Feb 18; PMID: 34453165.
- Marquis-Gravel G, Redfors B, Leon MB, et al. Medical Treatment of Aortic Stenosis. *Circulation*. 2016 Nov 29;134(22):1766-1784. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.023997. PMID: 27895025.
- Dokollari A, Ramlawi B, Torregrossa G, et al. Benefits and Pitfalls of the Perceval Sutureless Bioprosthesis. *Front Cardiovasc Med*. 2022 Jan 5;8:789392. doi: 10.3389/fcvm.2021.789392. PMID: 35071358; PMCID: PMC8766961.
- Biasco L, Ferrari E, Pedrazzini G, et al. Access Sites for TAVI: Patient Selection Criteria, Technical Aspects, and Outcomes. *Front Cardiovasc Med*. 2018 Jul 17;5:88. doi: 10.3389/fcvm.2018.00088. PMID: 30065928; PMCID: PMC6056625.
- Jabbar RJ, Latib A, Colombo A, et al. Editorial: Transcatheter Aortic Valve Implantation-Current Challenges and Future Directions. *Front Cardiovasc Med*. 2021 Sep 7;8:748376. doi: 10.3389/fcvm.2021.748376. PMID: 34557536; PMCID: PMC8452897.
- Vanhaverbeke M, De Backer O, Dubois C. Practical Approach to Transcatheter Aortic Valve Implantation and Bioprosthetic Valve Fracture in a Failed Bioprosthetic Surgical Valve. *J Interv Cardiol*. 2022 Feb 15;2022:9899235. doi: 10.1155/2022/9899235. PMID: 35250395; PMCID: PMC8863485.
- Rodriguez-Gabella T, Voisine P, Puri R, et al. Aortic Bioprosthetic Valve Durability: Incidence, Mechanisms, Predictors, and Management of Surgical and Transcatheter Valve Degeneration. *J Am Coll Cardiol*. 2017 Aug 22;70(8):1013-1028. doi: 10.1016/j.jacc.2017.07.715. PMID: 28818190.
- Capodanno D, Petronio AS, Prendergast B, et al. Standardized definitions of structural deterioration and valve failure in assessing long-term durability of transcatheter and surgical aortic bioprosthetic valves: a consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) endorsed by the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017 Sep 1;52(3):408-417. doi: 10.1093/ejcts/ezx244. PMID: 28874031.
- Tam DY, Dharma C, Rocha RV, et al. Transcatheter ViV Versus Redo Surgical AVR for the Management of Failed Biological Prosthesis: Early and Late Outcomes in a Propensity-Matched Cohort. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020 Mar 23;13(6):765-774. doi: 10.1016/j.jcin.2019.10.030. Epub 2020 Jan 15. PMID: 31954671.
- van Nieuwenkerk AC, Santos RB, Fernandez-Nofrerias E, et al. Outcomes in Valve-in-Valve Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol*. 2022 Jun 1;172:81-89. doi: 10.1016/j.amjcard.2022.02.028. Epub 2022 Mar 26. PMID: 35351288.
- Nalluri N, Atti V, Munir AB, et al. Valve in valve transcatheter aortic valve implantation (ViV-TAVI) versus redo-Surgical aortic valve replacement (redo-SAVR): A systematic review and meta-analysis. *J Interv Cardiol*. 2018 Oct;31(5):661-671. doi: 10.1111/joi.12520. Epub 2018 May 20. PMID: 29781182.
- Hahn RT, Webb J, Pibarot P, et al. 5-Year Follow-Up From the PARTNER 2 Aortic Valve-in-Valve Registry for Degenerated Aortic Surgical Bioprostheses. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022 Apr 11;15(7):698-708. doi: 10.1016/j.jcin.2022.02.014. PMID: 35393102.
- Webb JG, Mack MJ, White JM, et al. Transcatheter Aortic Valve Implantation Within Degenerated Aortic Surgical Bioprostheses: PARTNER 2 Valve-in-Valve Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2017 May 9;69(18):2253-2262. doi: 10.1016/j.jacc.2017.02.057. PMID: 28473128.
- Kumbhani DJ, Chhatriwalla AK. VIVID Insights: Tips for Successful Valve-in-Valve TAVI in Stented and Stentless Surgical Valves. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019 Jul 8;12(13):1264-1267. doi: 10.1016/j.jcin.2019.04.028. Epub 2019 Jun 12. PMID: 31202942.
- Ribeiro HB, Rodés-Cabau J, Blanke P, et al. Incidence, predictors, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve replacement for degenerative bioprosthetic surgical valves: insights from the VIVID registry. *Eur Heart J*. 2018 Feb 12;39(8):687-695. doi: 10.1093/eurheartj/ehx455. PMID: 29020413.
- Bleiziffer S, Simonato M, Webb JG, et al. Long-term outcomes after transcatheter aortic valve implantation in failed bioprosthetic valves. *Eur Heart J*. 2020 Aug 1;41(29):2731-2742. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa544. PMID: 32592401.
- Wood S; Updated PARTNER 2 Valve-in-Valve Registry: More Experience, Better Outcomes. *TCTMD Internet*. 2017 [cited 14 Dec 2022] Available from: <https://www.tctmd.com/news/updated-partner-2-valve-in-valve-registry-more-experience-better-outcomes>.
- Deharo P, Bisson A, Herbert J, et al. Transcatheter Valve-in-Valve Aortic Valve Replacement as an Alternative to Surgical Re-Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2020 Aug 4;76(5):489-499. doi: 10.1016/j.jacc.2020.06.010. PMID: 32731926.
- Annibali G, Scrocca I, Musumeci G. Valve-in-valve transcatheter aortic valve replacement: the challenge of the next future. *Mini-invasive Surg*. 2022;6:12. <https://dx.doi.org/10.20517/2574-1225.2021.101>.
- Généreux P, Piazza N, Alu MC, et al. Výbor pro psaní VARC-3. Konsorcium akademického výzkumu chlopní 3: aktualizované definice koncových bodů pro klinický výzkum aortální chlopně. *J Am Coll Cardiol*. 2021;77:2717-46.
- Annibali G, Scrocca I, Musumeci G. Valve-in-valve transcatheter aortic valve replacement: the challenge of the next future. *Mini-invasive Surg*. 2022;6:12. <http://dx.doi.org/10.20517/2574-1225.2021.101>.