



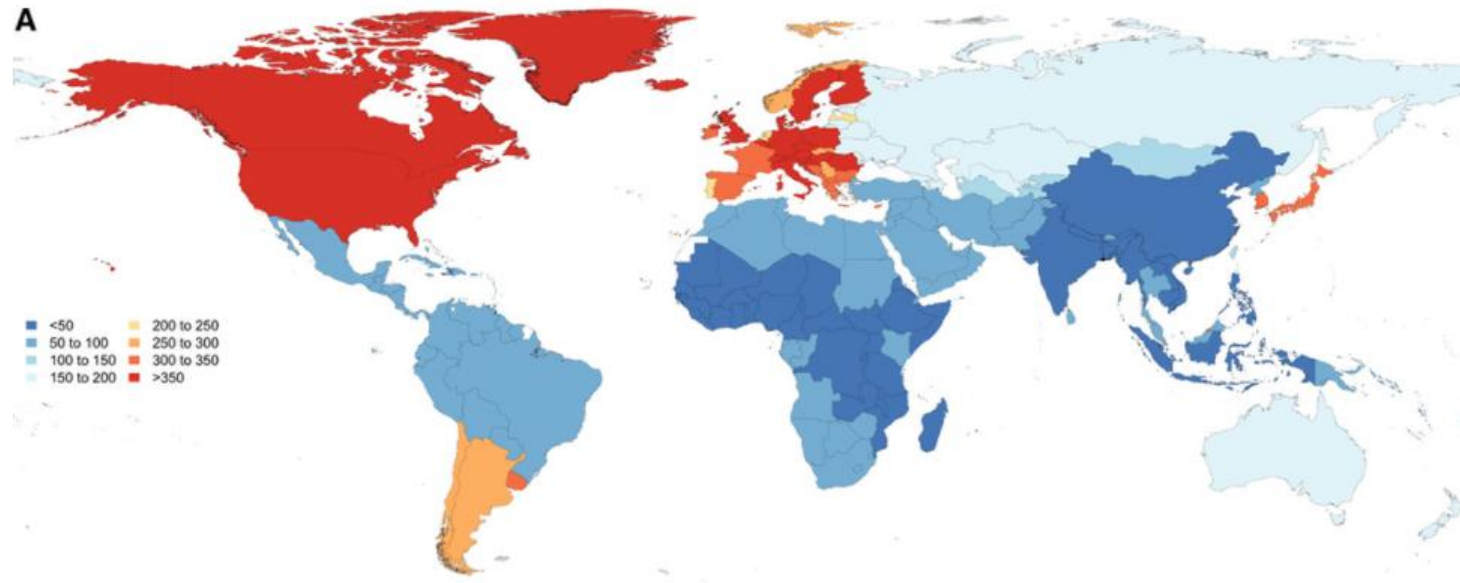
Co nám mají říct zobrazovací metody u TAVI ?

Hana Línková

Kardiologická klinika FNKV a 3.LF UK

Praha

Aortální stenóza



Aortální stenóza (AS) je nejčastější chlopenní vadou v Evropě ⁽¹⁾ a Severní Americe, vyžadující chirurgický zákrok nebo transkatérovou implantaci. Její prevalence stoupá v důsledku stárnutí populace

*Yadgir S, Circulation
2020*

TAVI vs SAVR

Partner 3 Trial

Evolute Low Risk Trial

The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

MAY 2, 2019

VOL. 380 NO. 18

Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients

M.J. Mack, M.B. Leon, V.H. Thourani, R. Makkar, S.K. Kodali, M. Russo, S.R. Kapadia, S.C. Malaisrie, D.J. Cohen, P. Pibarot, J. Leipsic, R.T. Hahn, P. Blanke, M.R. Williams, J.M. McCabe, D.L. Brown, V. Babaliaros, S. Goldman, W.Y. Szeto, P. Genereux, A. Pershad, S.J. Pocock, M.C. Alu, J.G. Webb, and C.R. Smith, for the PARTNER 3 Investigators*

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

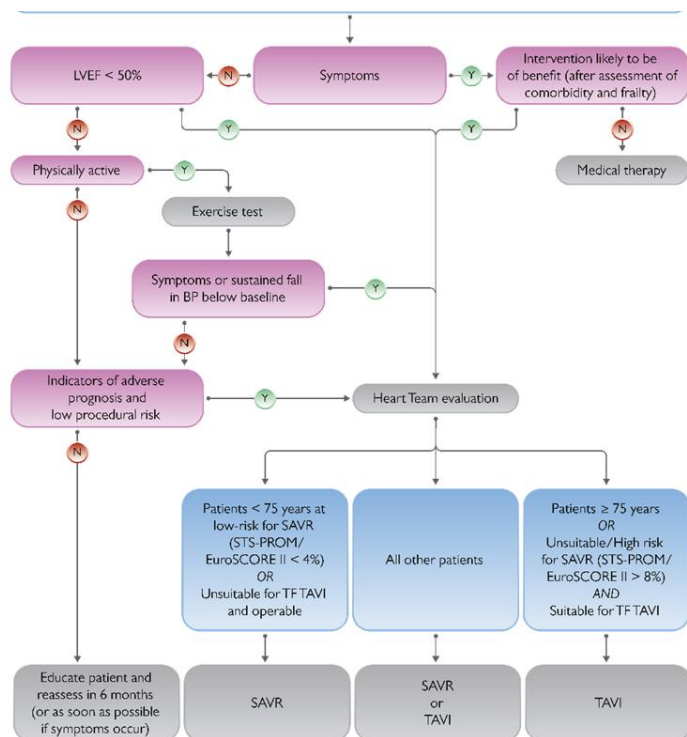
ORIGINAL ARTICLE

Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients

Jeffrey J. Popma, M.D., G. Michael Deeb, M.D., Steven J. Yakubov, M.D., Mubashir Mumtaz, M.D., Hemal Gada, M.D., Daniel O'Hair, M.D., Tanvir Bajwa, M.D., John C. Heiser, M.D., William Merhi, D.O., Neal S. Kleiman, M.D., Judah Askew, M.D., Paul Sorajja, M.D., Joshua Rovin, M.D., Stanley J. Chetcuti, M.D., David H. Adams, M.D., Paul S. Teirstein, M.D., George L. Zorn III, M.D., John K. Forrest, M.D., Didier Tchétché, M.D., Jon Resar, M.D., Antony Walton, M.D., Nicolo Piazza, M.D., Ph.D., Basel Ramlawi, M.D., Newell Robinson, M.D., George Petrossian, M.D., Thomas G. Gleason, M.D., Jae K. Oh, M.D., Michael J. Boulware, Ph.D., Hongyan Qiao, Ph.D., Andrew S. Mugglin, Ph.D., and Michael J. Reardon, M.D., for the Evolut Low Risk Trial Investigators*

- TAVI je noninferiorní než VR ve 2 -letém sledování u pacientů s nízkým rizikem
- Výskyt cévních komplikací, implantace KS, nově vzniklý LBBB a paravalvulární regurgitace je konzistentně vyšší po TAVI, ačkoliv novým designem chlopní byla snížena
- Naopak závažné krvácení, akutní poškození ledvin a nově vzniklý AF jsou častější po SAVR
- Rychlejší rekonvalescence po TAVI, kratší hospitalizaci a rychlý návrat k běžným činnostem.

Indikace k TAVI –současná doporučení



Recommended mode of intervention in patients with aortic stenosis

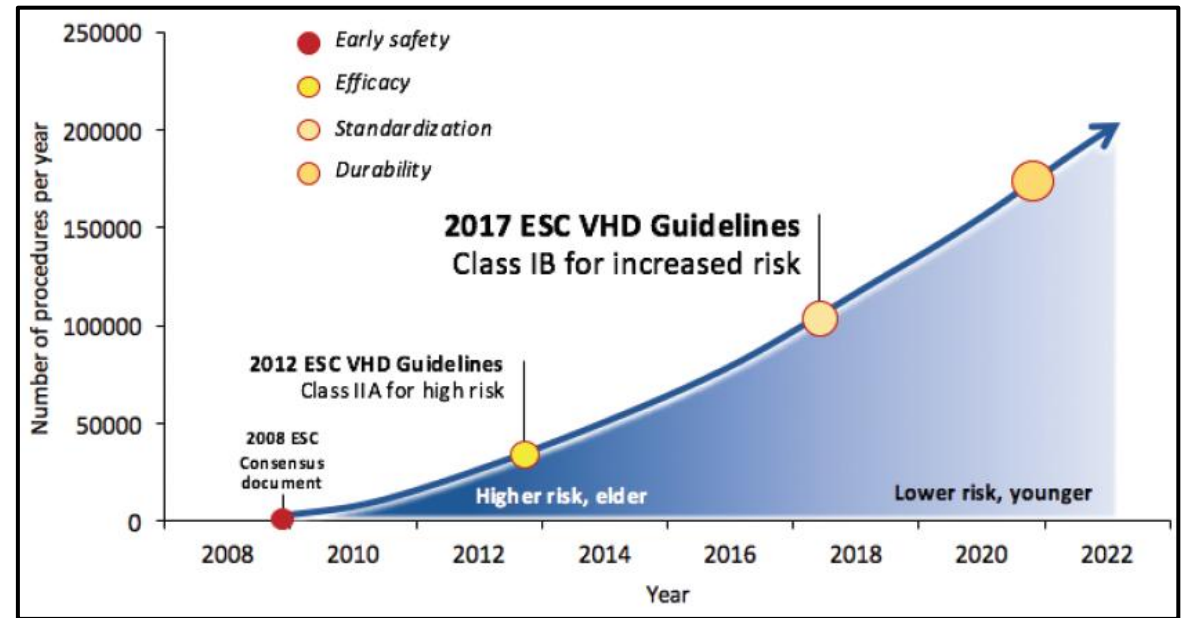
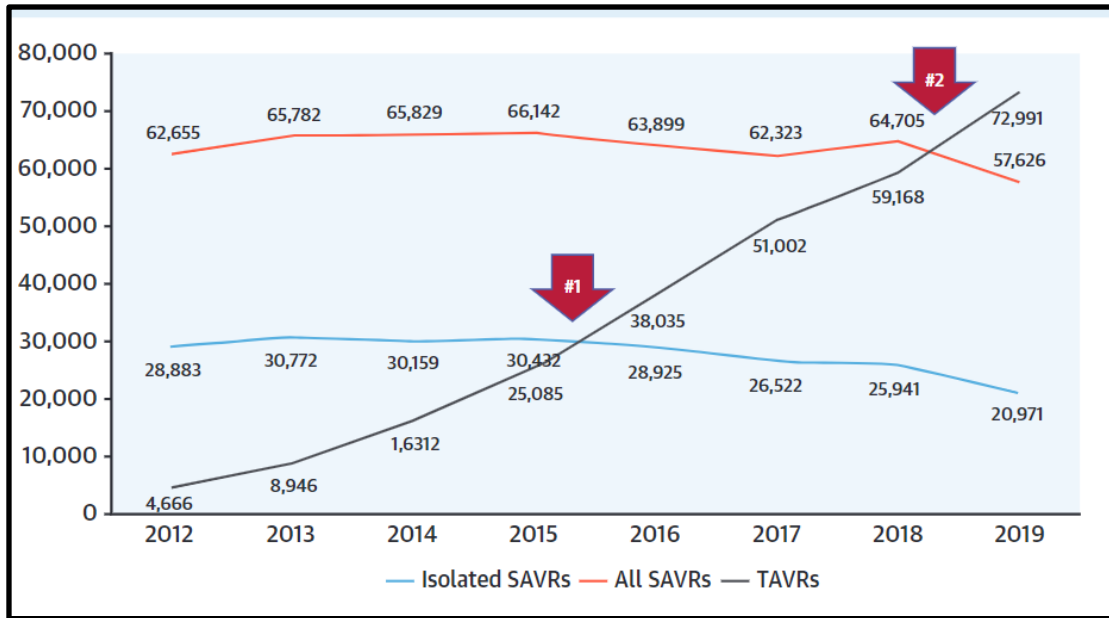
2017 VHD Guidelines	Class	2021 VHD Guidelines	Class
The choice for intervention must be based on careful individual evaluation of technical suitability and weighing of risks and benefits of each modality. In addition, the local expertise and outcomes data for the given intervention must be taken into account.	I	The choice between surgical and transcatheter intervention must be based upon careful evaluation of clinical, anatomical and procedural factors by the Heart Team, weighing the risks and benefits of each approach for an individual patient. The Heart Team recommendation should be discussed with the patient who can then make an informed treatment choice.	I

Klinické faktory: chirurgické riziko, věk, přechozí operace srdce, křehkost, aktivní IE






Anatomické faktory: přístupy, riziko PPM, deformita hrudník, stp. RT, rozměry prstence, bikusp.chl. morfologie chlopně nepříznivá pro TAVI (např. odstupy koron. tepen)

Stavy vyžadující současnou intervenci: ICHS, těžká mitrální/ trikuspidální vada, dilatace AA

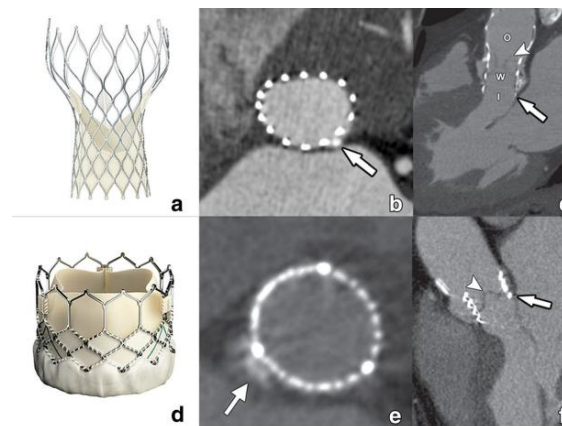
TAVI – počty výkonů



Současné dostupné katetrizační náhrady

Device	Manufacturer	Material	Deployment	Valve location	Access Route
 Evolut Pro/R	Medtronic	Porcine Nitinol	Self-Expandable	Supra-annular	Retrograde
 Sapien 3	Edwards Lifesciences	Bovine Nitinol	Balloon-Expandable	Intra-annular	Anterograde & Retrograde
 Lotus	Boston Scientific	Bovine Nitinol	Mechanical expansion	Intra-annular	Retrograde
 Portico	St. Jude Medical	Bovine Nitinol	Self-Expandable	Intra-annular	Retrograde
 Jena Valve	Jena-Valve Technology	Porcine Aortic root Nitinol	Self-Expandable	Intra-annular	Anterograde & Retrograde

	SAPIEN 3	Evolut PRO/R
Manufacturer	Edwards Lifesciences	Medtronic
Available sizes (mm)	20 23 26 29	23 26 29 34
Annular range TEE (mm)	16-28	17/18-30 (17 for valve-in-valve only)
Deployment	Balloon-expandable	Self-expandable
Frame	Cobalt-chromium	Nitinol
Frame height (mm)	18-22.5	45 (46 mm for 34-mm valve)
Pericardial leaflets	Bovine	Porcine
Valve function	Intra-annular	Supra-annular
Repositionable	No	Yes
Ascending aorta fixation	No	No
Access routes	Transfemoral Transapical Transaortic	Transfemoral Transaxillary Transaortic
Transfemoral delivery sheath size	14F (16F for 29 mm valve)	16F



Role zobrazovacích metod u TAVI vč. indikace k výkonu

Určení velikosti prstence
3D postprocesing měření

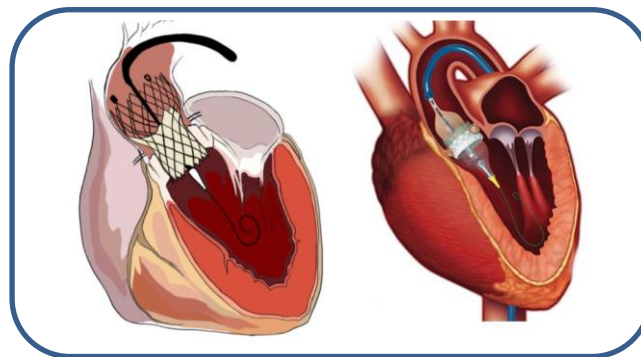
LF-LG AS

DSE echo
LVOT plocha 3 D imaging
CT calcium scóre

konkomitatní vady

MR, TR
potřeba katetrizační léčby

Bikuspidální ao chlopeň
Morfologie, velikost
anulu, kontomitantní
aortropatie
Horizontální aorta,
Anatomické varianty
koron. tepen



Valve in valve

Příčina selhání
bioprotézy
Velikost protézy
Riziko obstrukce
koronárních tepen

Aortální regurgitace

Množství ca aortální
chlopně
Velikost prstence, šíře Ao

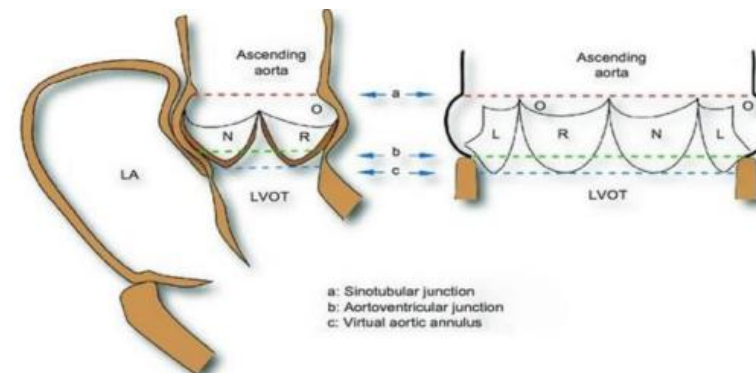
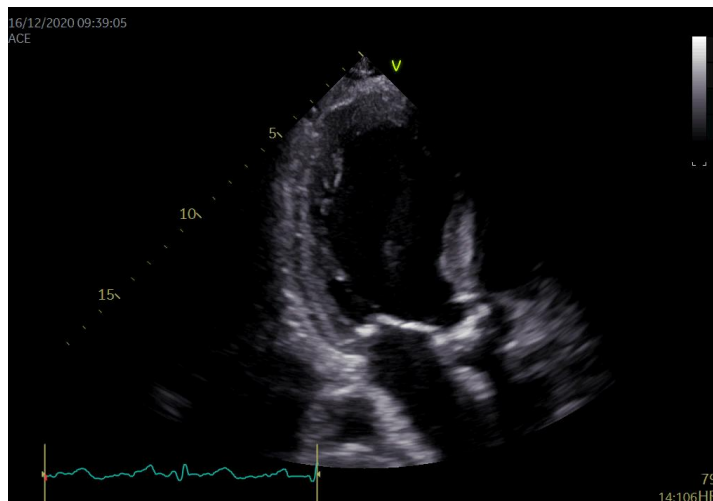
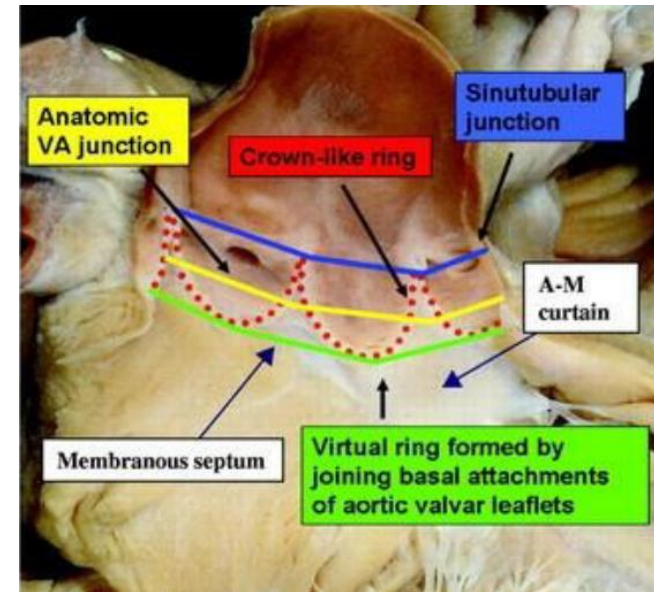
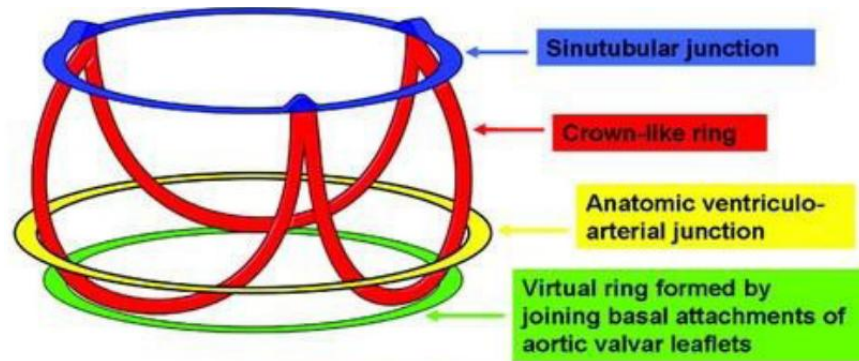
PPM

Echokardiografie vs. CT
Prognostický význam?

Trombóza TAVI

Echo vs CT diagnóza
Klinický význam
Léčba

Anatomie aortální chlopně



Echokardiografie

Katetrizační vyšetření

CT vyšetření

Magnetická rezonance

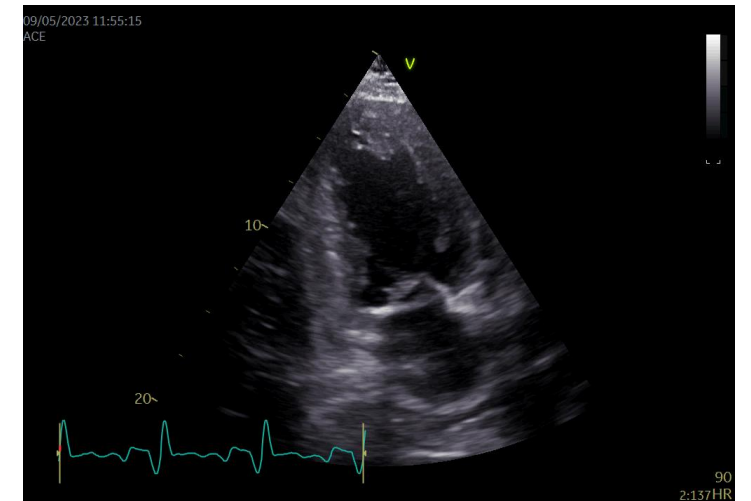
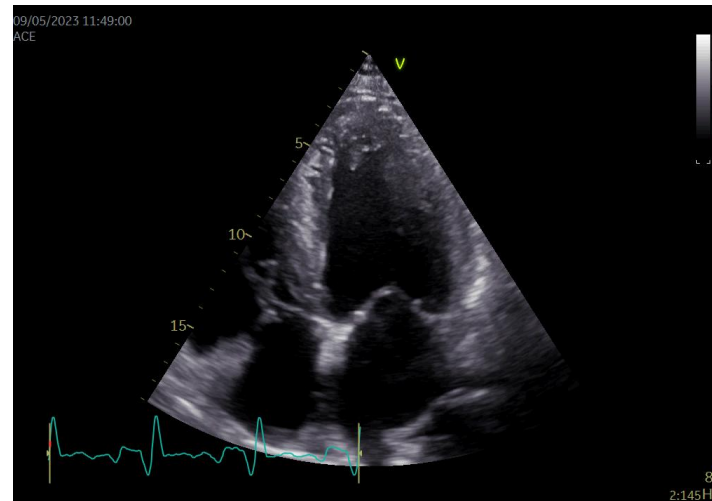
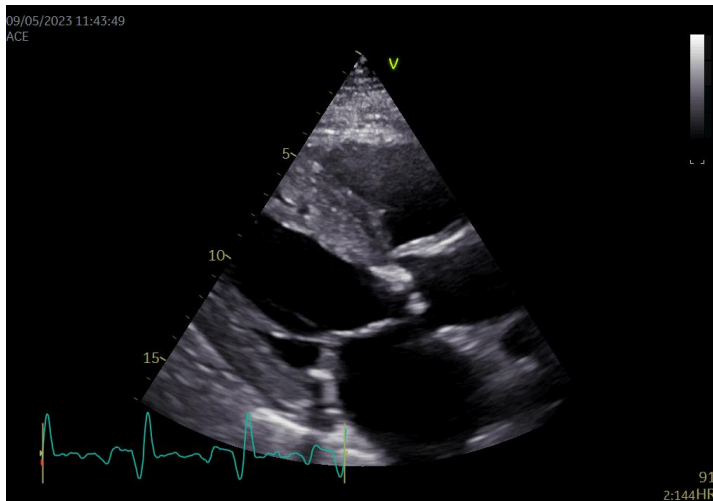
Echokardiografie

Katetrizační vyšetření

CT vyšetření

Magnetická rezonance

Echo - vyšetření před TAVI



- echokardiografie zhodnocení významnosti AS
- anatomie chlopně
- funkce levé komory , přítomnost hypertrofie LK, GLS
- funkce pravé komory
- konkomitantní vady
- indikace k intervenci (low gradient AS, zatěžové testy, asymptomatická aortální stenóza)

Zhodnocení významnosti aortální stenózy

Echokardiografie:

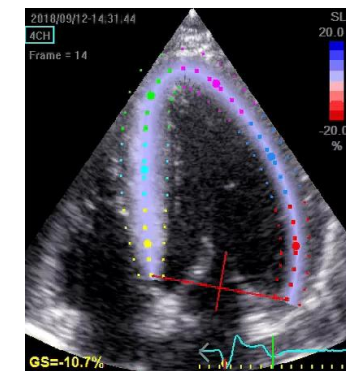
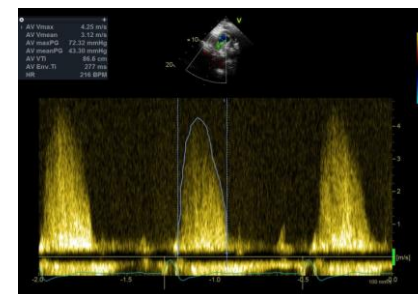
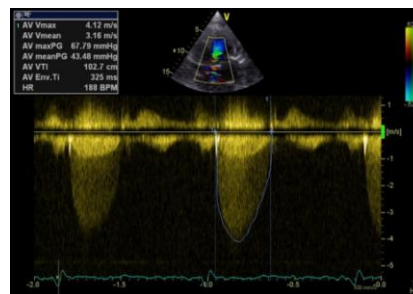
- klíčová pro potvrzení diagnózy a závažnosti
- detekci současného onemocnění další chlopně
- patologie aorty a pro informace o prognóze

Základní echokardiografické parametry :

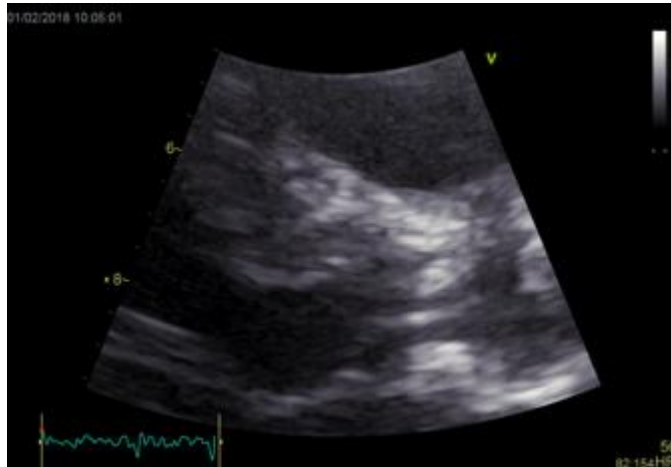
- střední tlakový gradient (nejrobustnější parametr)
- maximální transvalvulární rychlost (V max)
- plocha chlopně (AVA)
- SV; nízký průtok = tepový objem (SVi) ≤ 35 ml/m²

Další parametry

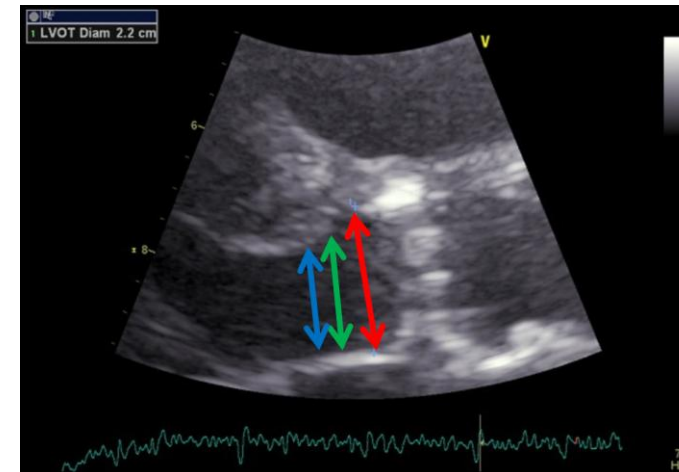
- bezrozměrný dopplerovský index; $< 0,25$ vysoká pravděpodobnost těžké AS
- GLS $> -15\%$ riziko klinického zhoršení vč. NS



Měření LVOT



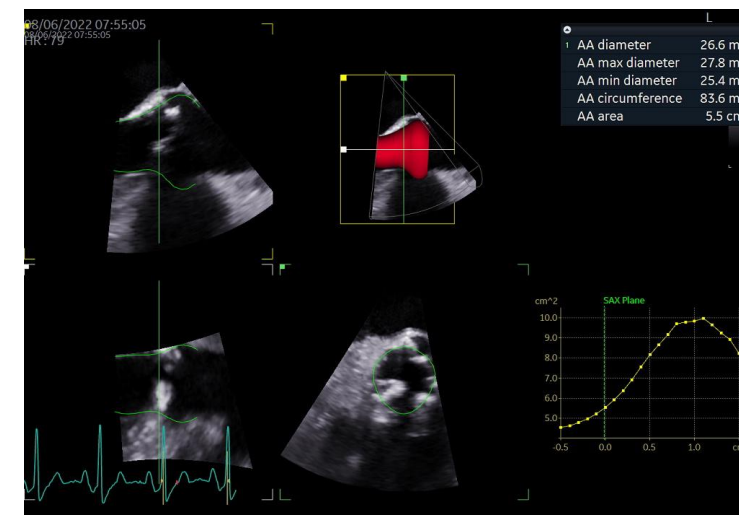
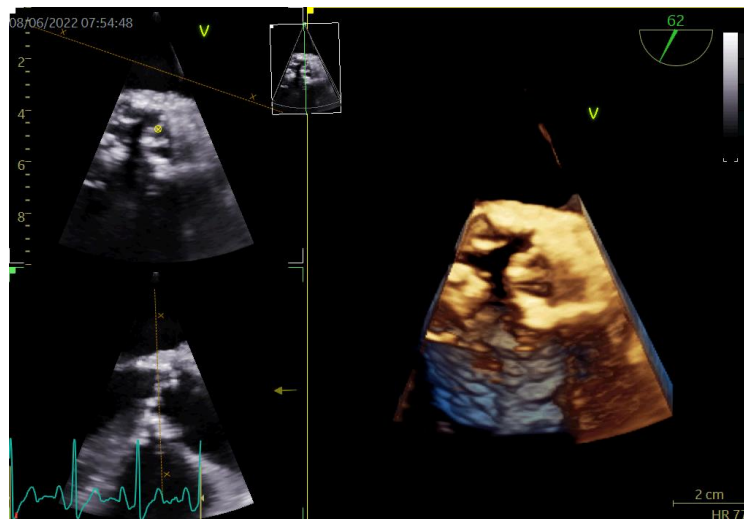
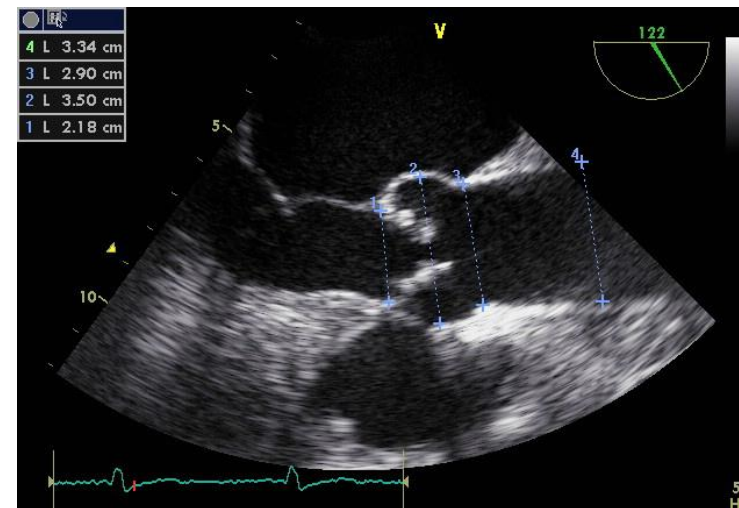
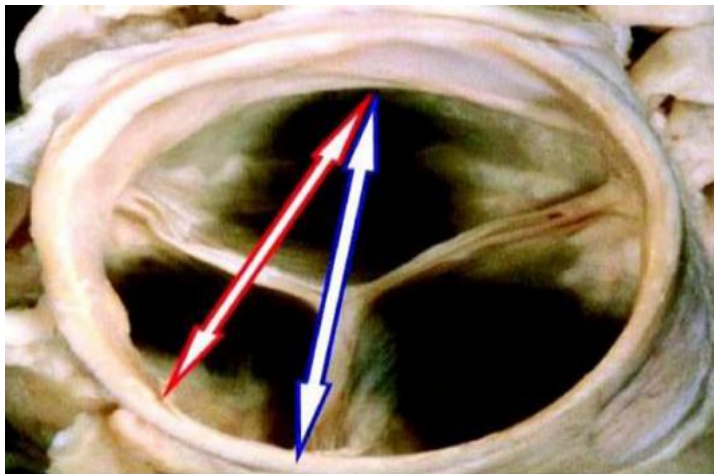
VTI_{LVOT} 24cm, VTI_{AV} 103cm
AVA LVOT diam 22mm AVA 0,9cm²
AVA LVOT diam 19mm AVA 0,7cm²
AVA LVOT diam 18mm AVA 0,6cm²



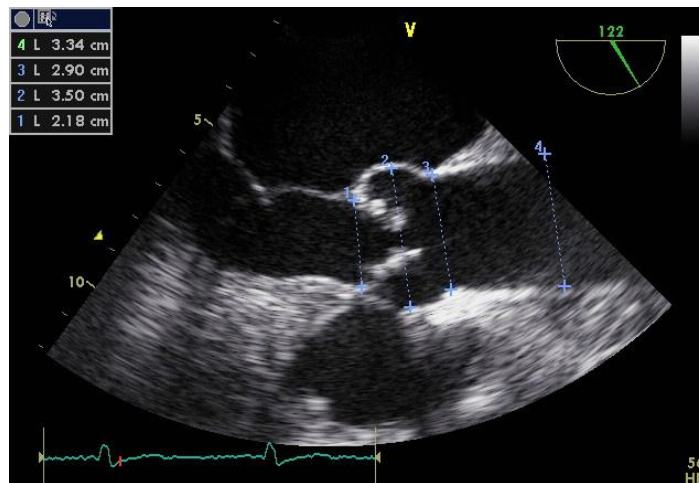
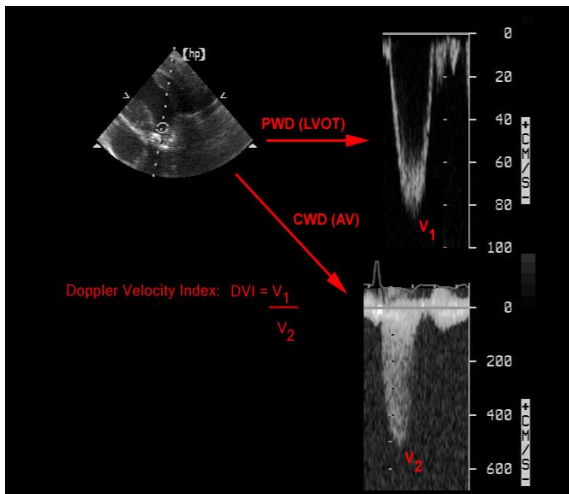
Predikované LVOT
70kg/156cm BSA 1,7cm²
LVOTd = (5,7xBSA) + 12,1
LVOTd = 21,8mm



Měření anatomických parametrů před TAVI



Významnost aortální stenózy



Modifikovaná Bernoulliho rovnice ($\Delta P = 4v^2$) k výpočtu gradient

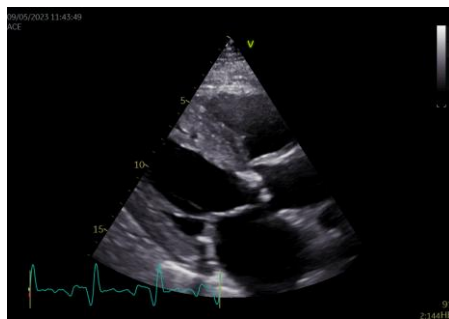
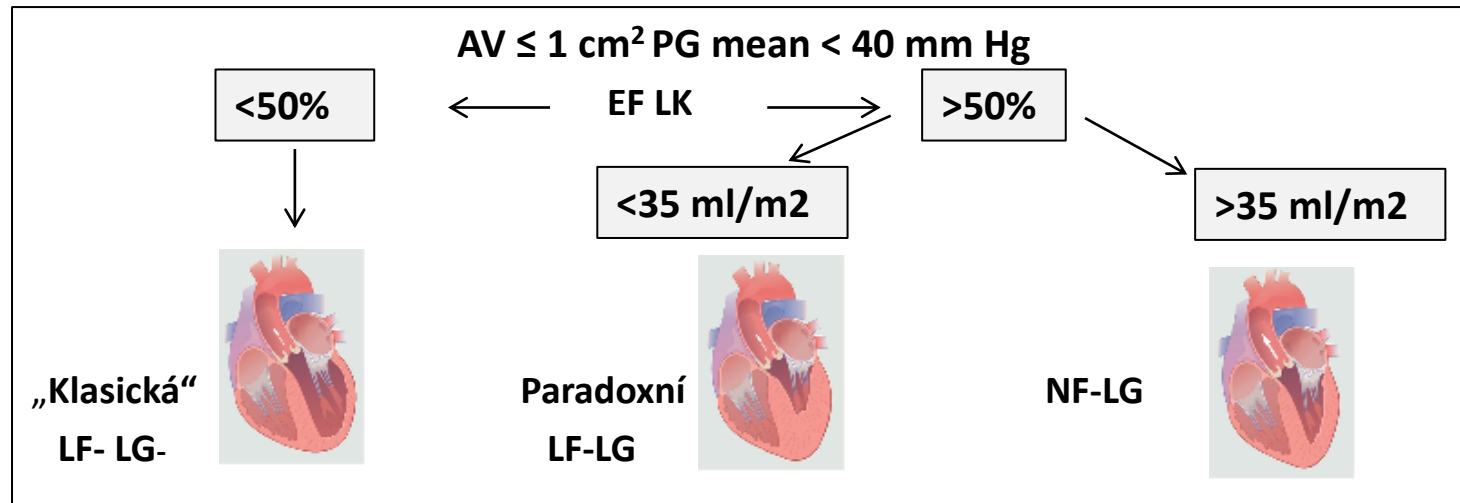
Maximální a střední AV gradient je derivovaný z CW křivky na aortální chlopni

AVA –rovnice kontinuity

$$AVA = \frac{LVOT_{area} \times LVOT_{TVI}}{AV_{TVI}}$$

	lehká	střední	významná
V max (m/s)	2,6-2,9	3,0-4,0	> 4,0
PG mean (mm Hg)	< 20	20-40	> 40
AVA cm ²	> 1,5	1,0-1,5	< 1,0
AVA (cm ² / m ²)	> 0,85	0,60-0,85	< 0.6
V max _{ao} /V max _{LVOT}	> 0,50	0,25-0,50	< 0,25

Low gradient AS

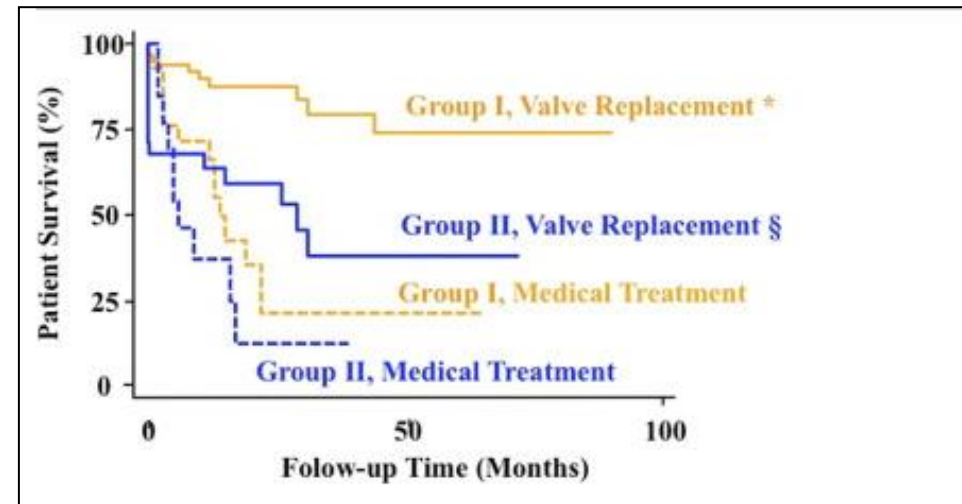


Heterogenní populace zahrnující pacienty s významnou i středně významnou AS, chyby v měření, nekonzistence měření AVA a gradientů jsou hlavními zdroji špatné klasifikace (nadhodnocení AS). Zhodnocení zůstává výzvou

Low flow - low gradient AS

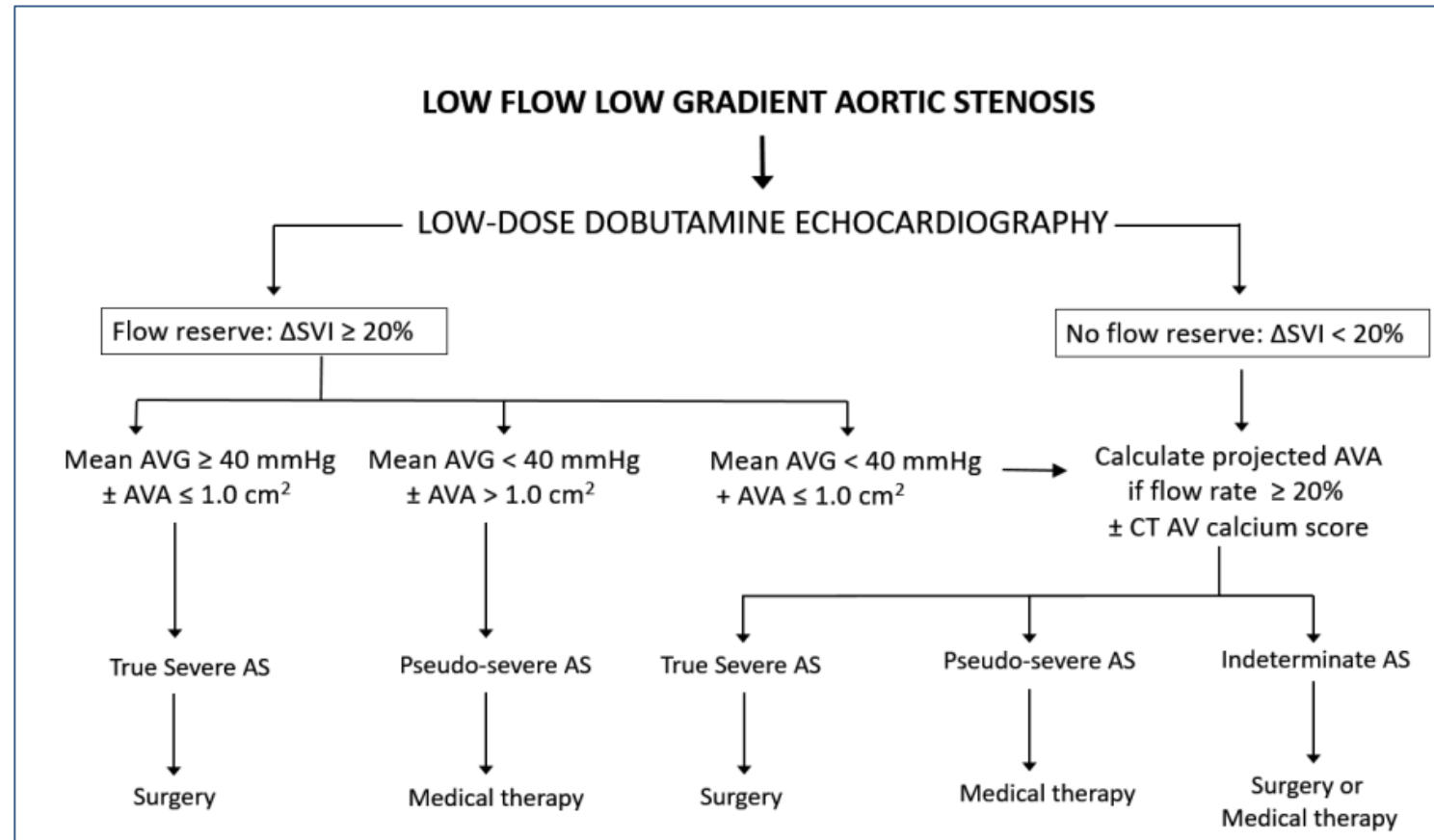
LVEF <50%, AVA $\leq 1.0 \text{ cm}^2$, PG mean <40 mm Hg, SV < 35 ml/m²
(CI < 3,0 l/min/m²)

- ✓ 5- 10% populace s AS, častěji muži, často asociována s ICHS
- ✓ **Příčina** : afterload mismatch při AS a/nebo konkomitantní onemocnění myokardu (ICHS)
- ✓ **Prognóza**:
< 50% přežívá 3 roky při konz. postupu
operační riziko 6- 33% (46-79% má konkomitantní ICHS, která má negativní dopad bez ohledu na významnost



Kruciální je rozlišení mezi stenózou a pseudovýznamnou stenózou

Low flow - low gradient AS

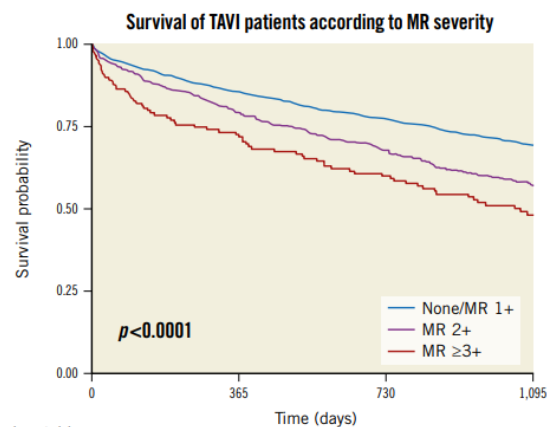


Konkomitantní vady u pacientů podstupujících TAVI, MR

Impact of mitral regurgitation aetiology on the outcomes of transcatheter aortic valve implantation

Philipp M. Doldi^{1,2}, MD, MSc; Julius Steffen^{1,2}, MD; Lukas Stolz¹, MD; Julius Fischer¹, MD; Thomas J. Stocker^{1,2}, MD; Martin Orban^{1,2}, MD; Hans Theiss¹, MD; Konstantinos Rizas^{1,2}, MD; Sebastian Sadoni³, MD; Christian Hagl³, MD; Steffen Massberg^{1,2}, MD; Jörg Hausleiter^{1,2}, MD; Daniel Braun^{1,2}, MD, MHBA; Simon Deseive^{1,2*}, MD

1. Medizinische Klinik und Poliklinik I, Klinikum der Universität München, Munich, Germany; 2. Munich Heart Alliance, German Center for Cardiovascular Research (DZHK), Munich, Germany; 3. Herzchirurgische Klinik und Poliklinik, Klinikum der Universität München, Munich, Germany



Number at risk				
None/MR 1+	2,520	1,750	1,460	1,021
MR 2+	482	335	273	200
MR ≥3+	149	100	80	51

Background: Concomitant moderate/severe mitral regurgitation (MR) is observed in 17-35% of patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI) and contributes to a worse prognosis. Studies analysing outcomes in patients undergoing TAVI with different MR aetiologies, including atrial functional MR (aFMR), are lacking.

Aims: We aimed to analyse outcomes and changes in MR severity in patients with aFMR, ventricular functional (vFMR) and primary mitral regurgitation (PMR) following TAVI.

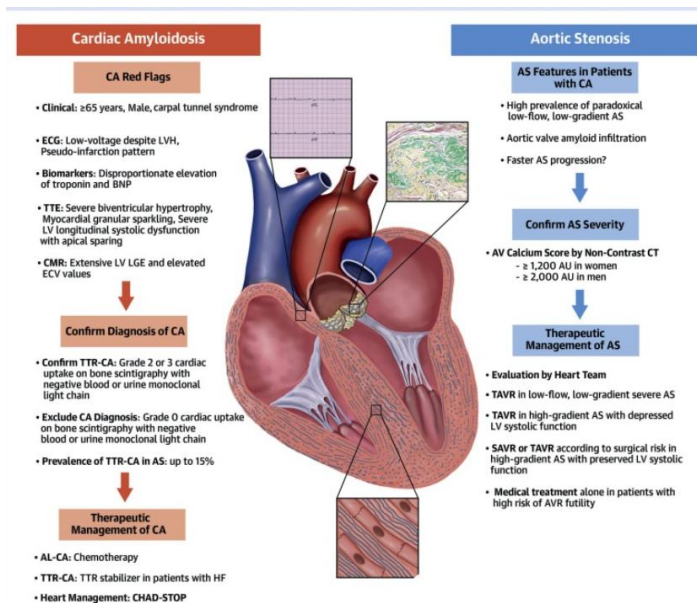
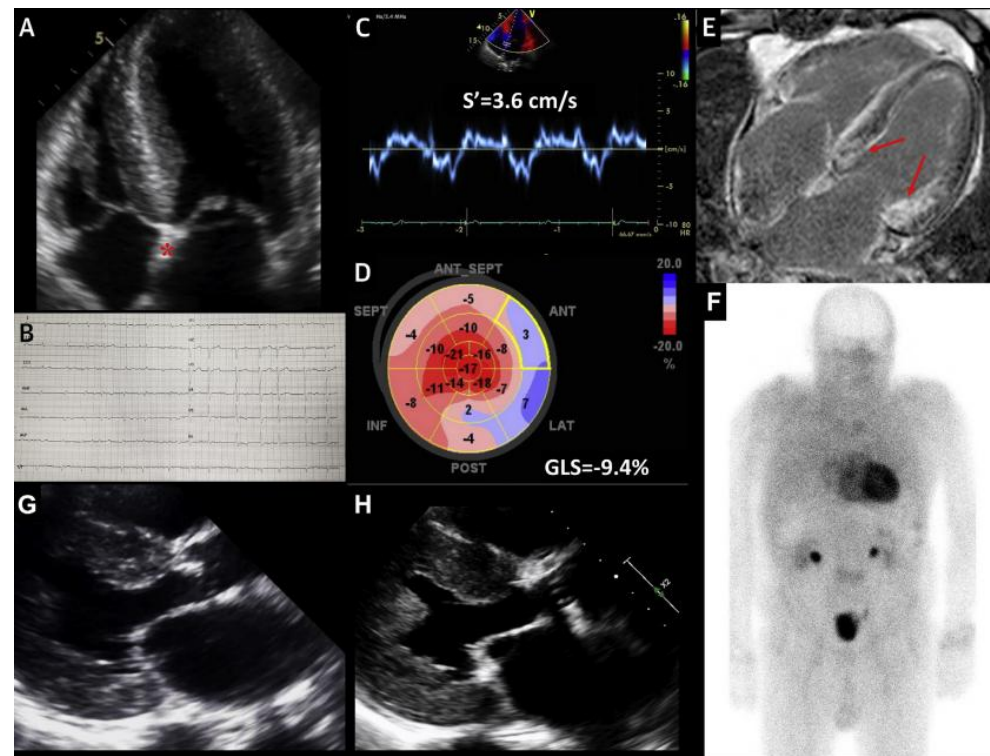
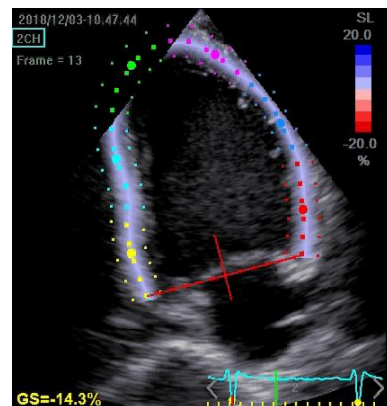
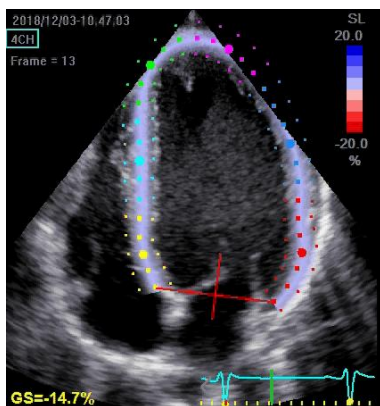
Methods: We analysed all consecutive patients with at least moderate MR undergoing TAVI between January 2013 and December 2020 at the Munich University Hospital. Characterisation of MR aetiology was performed by detailed individual echocardiographic assessment. Three-year mortality, changes in MR severity and New York Heart Association (NYHA) Functional Class at follow-up were assessed.

Results: Out of 3,474 patients undergoing TAVI, 631 patients showed MR $\geq 2+$ (172 with aFMR, 296 with vFMR, 163 with PMR). Procedural characteristics and endpoints were comparable between groups. The rate of MR improvement was 80.2% in aFMR patients, which was significantly higher compared to both other groups (vFMR: 69.4%; $p=0.03$; PMR: 40.8%; $p<0.001$). The estimated 3-year survival rates did not differ between aetiologies ($p=0.57$). However, MR persistence at follow-up was associated with increased mortality (hazard ratio 1.49, 95% confidence interval: 1.04-2.11; $p=0.027$), mainly driven by the PMR subgroup of patients. NYHA Class improved significantly in all groups. In patients with baseline MR $\geq 3+$, the PMR aetiology was associated with the lowest MR improvement, the lowest survival rates and least symptomatic improvement.

Conclusions: TAVI reduces MR severity and symptoms in patients with aFMR, vFMR and less-pronounced PMR. The presence of aFMR was associated with the greatest MR severity improvement.

Plicní hypertenze a TAVI

Aortální stenóza a TTR amyloidóza



9-15 % starších pacientů s AS má TTR amyloidózu

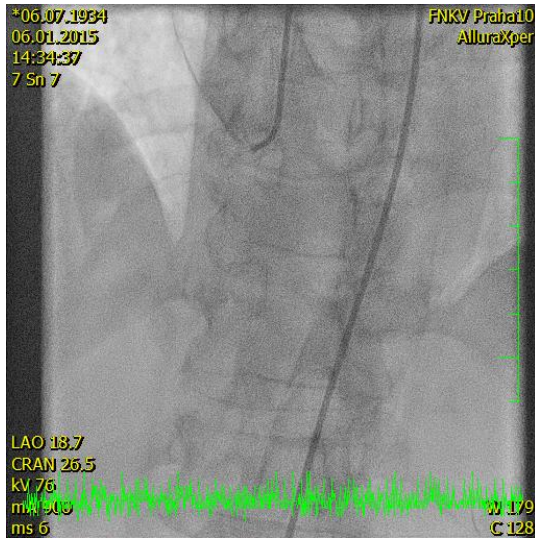
Echokardiografie

Katetrizační vyšetření

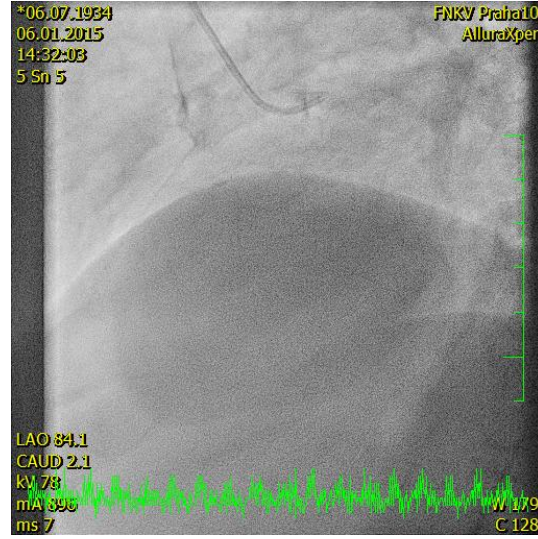
CT vyšetření

Magnetická rezonance

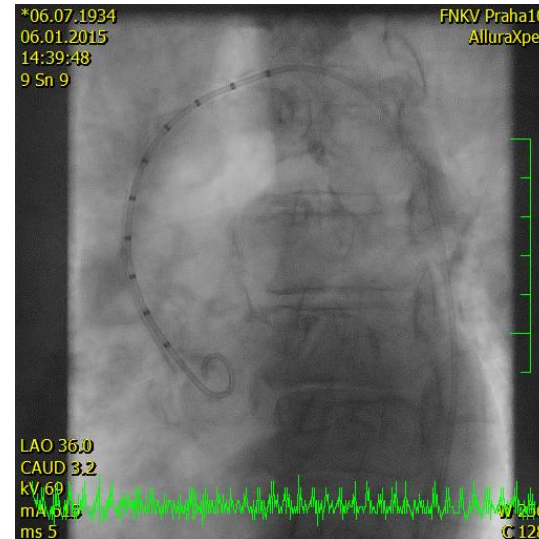
Katetrizace srdeční – koronarografie , aortografie, cévní přístupy



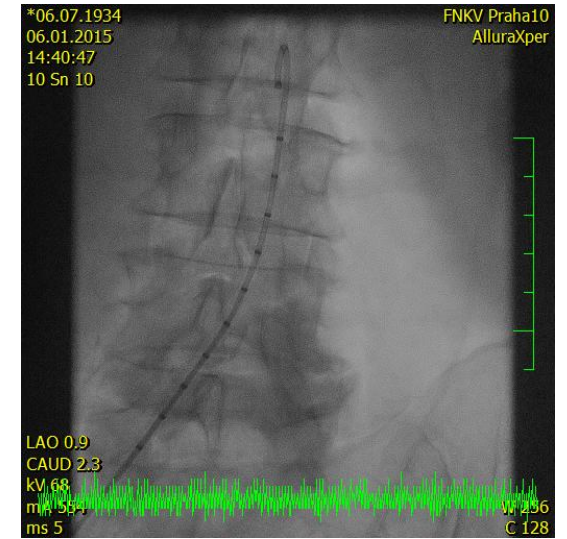
ACD



ACS

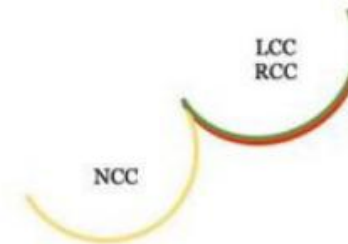
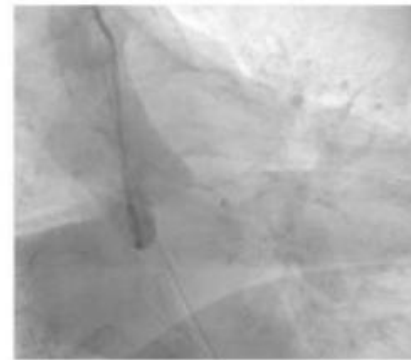
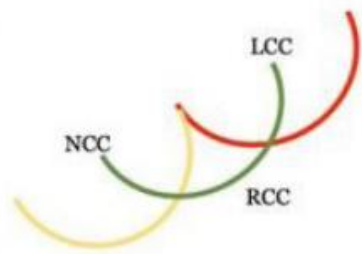
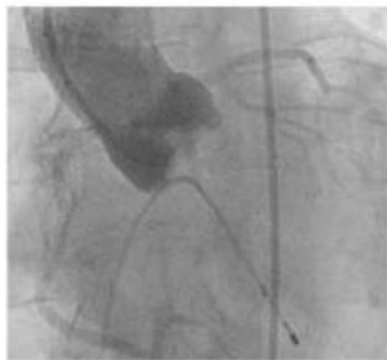


Aortografie



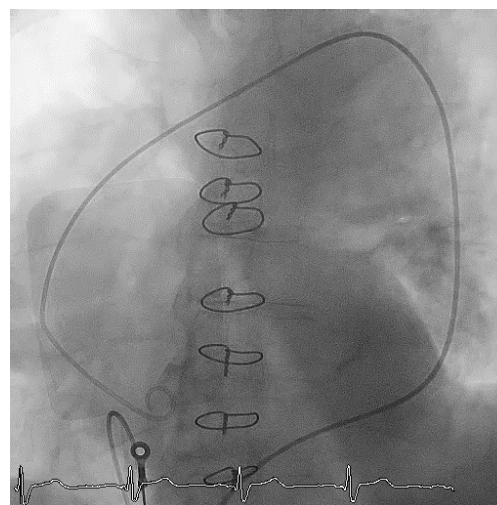
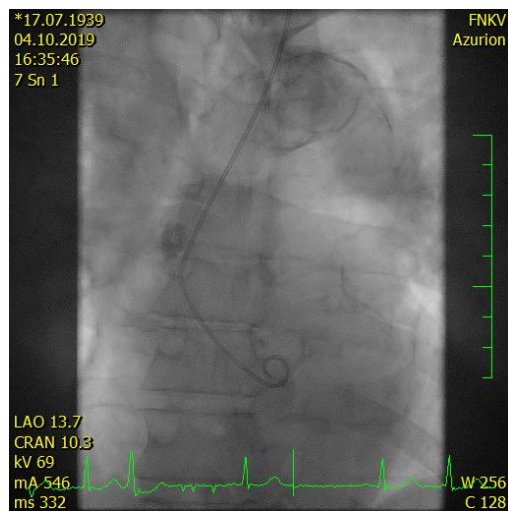
Přístupové cesty

Aortografie



Tradiční projekce

Projekce s překrytím cípů



Echokardiografie

Katetrizační vyšetření

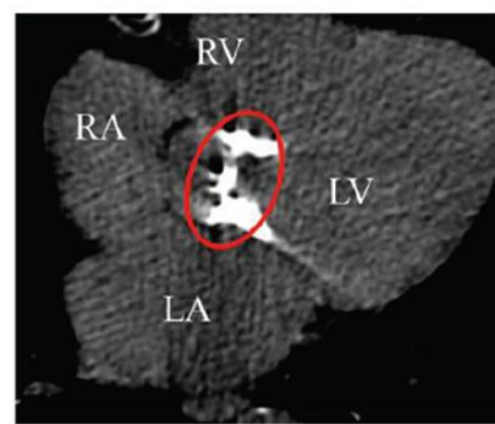
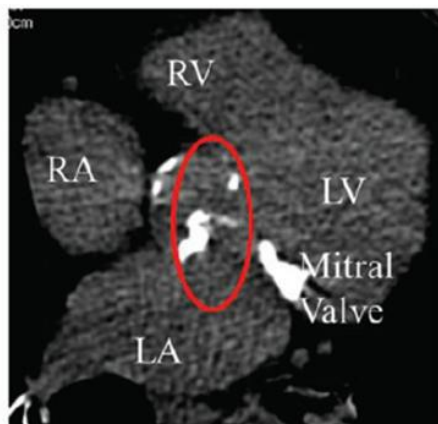
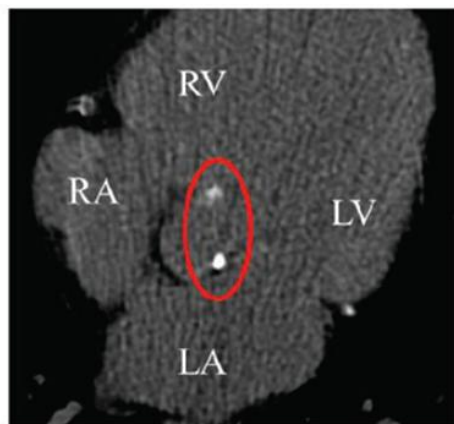
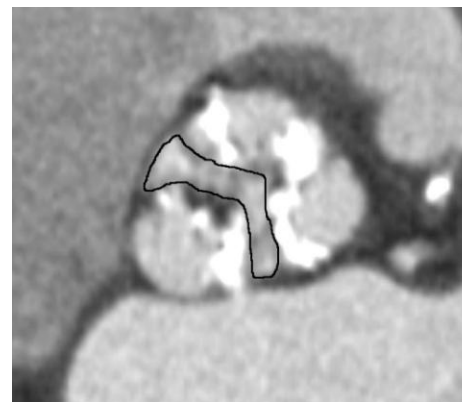
CT vyšetření

Magnetická rezonance

Zhodnocení významnosti aortální stenózy –kalciové skóre

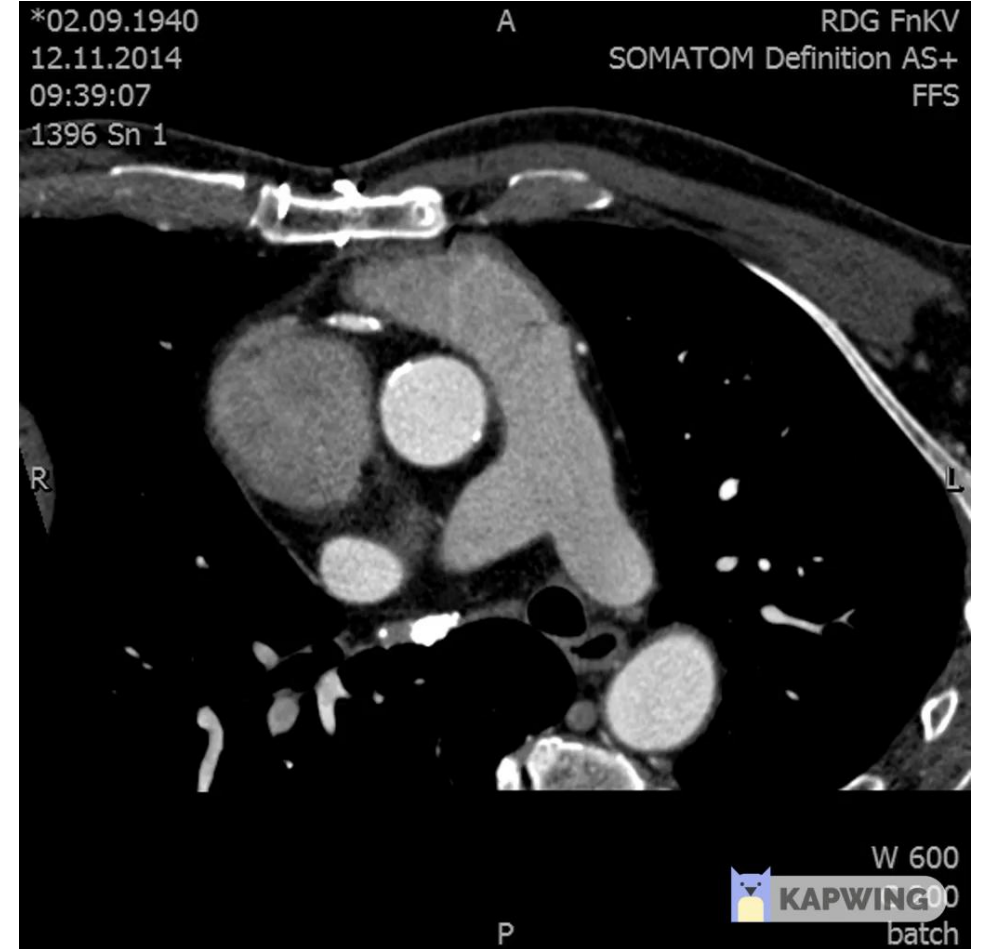
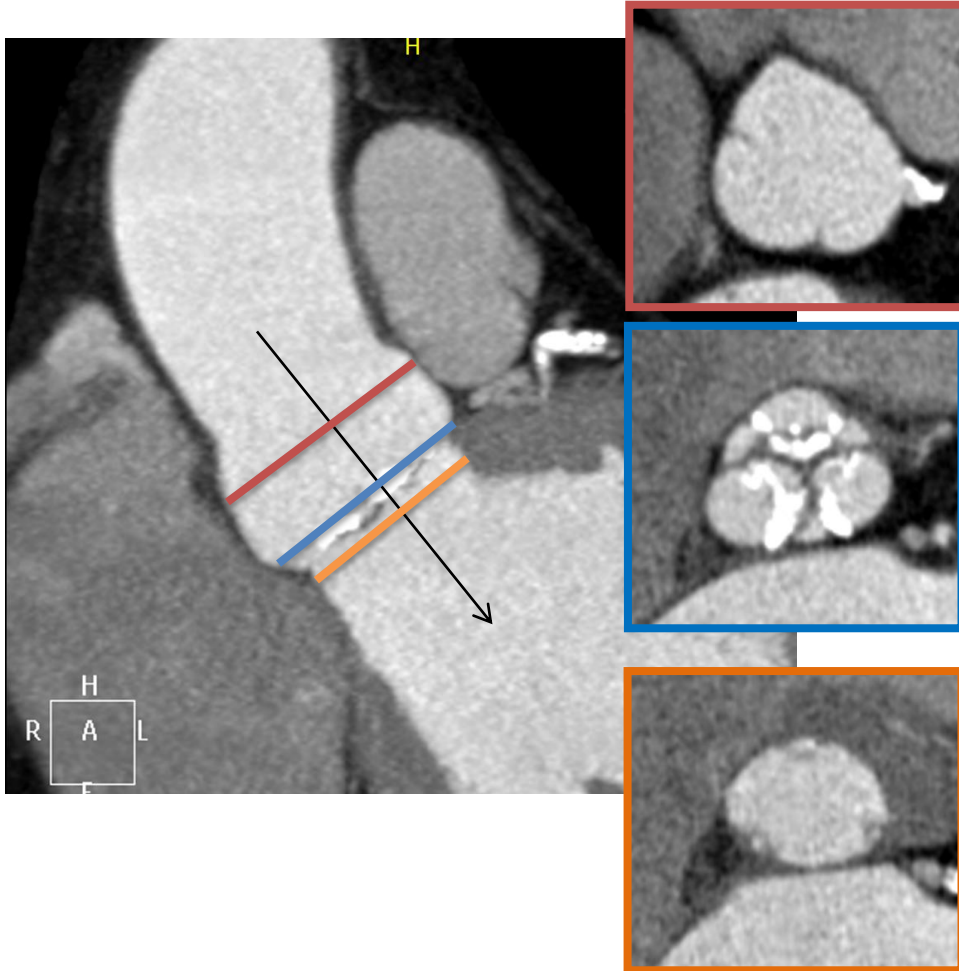
Prahové hodnoty (Agastonovy jednotky) pro významnou AS:

	muži	ženy
Vysoce pravděpodobná	>3000	> 1600
Pravděpodobná	>2000	>1200
nepravděpodobná	< 800	< 800

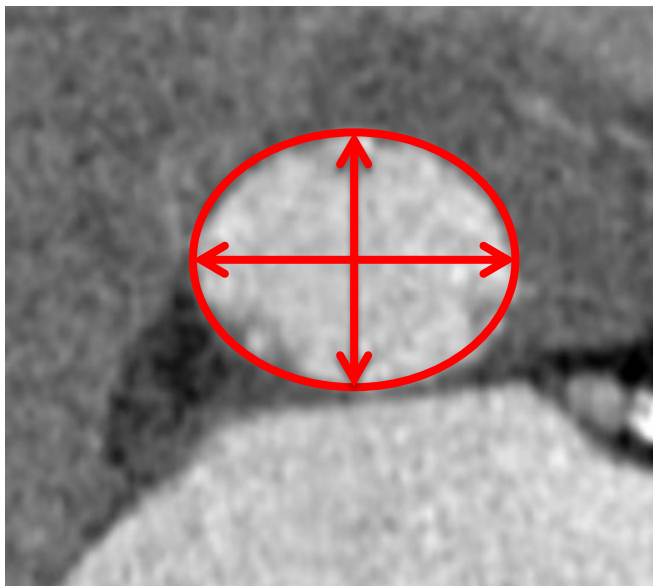


Mild AVC. Score = 200 AU Moderate AVC. score = 800 Severe AVC. Score = 2000

CT měření základních parametrů před TAVI



CT prstenec a kořen aortální chlopně



Prstenec rozměr

23,4x29,8mm

Perimetr

84,5mm

Plocha prstence

555,9mm

Diametry Valsavových sinů

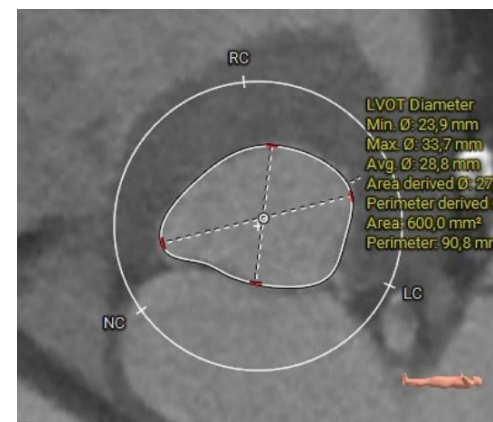
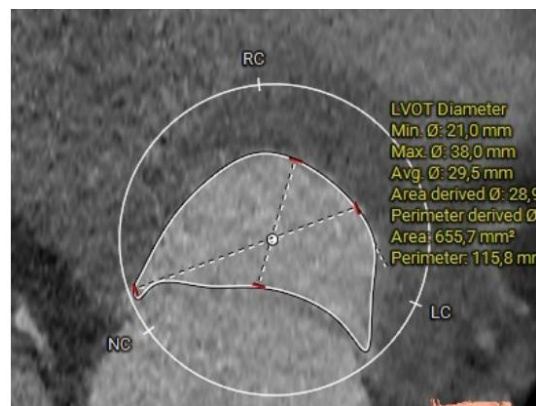
Levý

Pravý

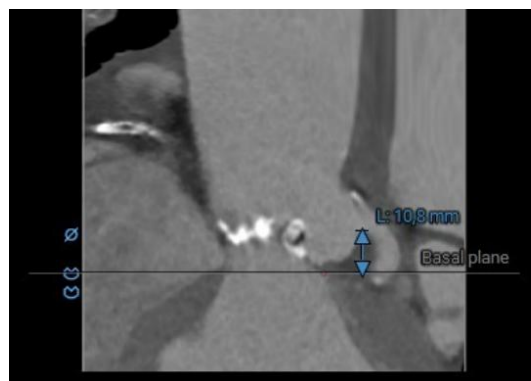
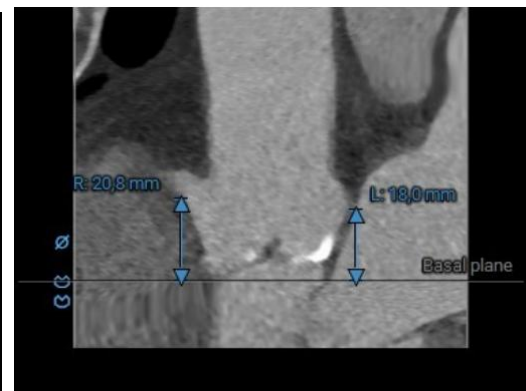
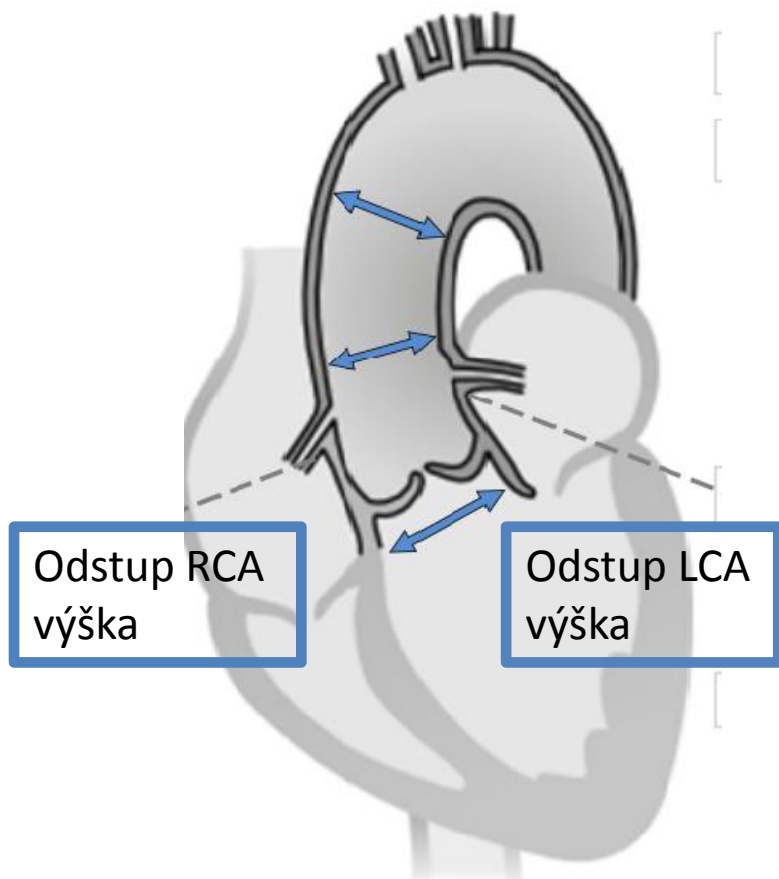
Nekorónární



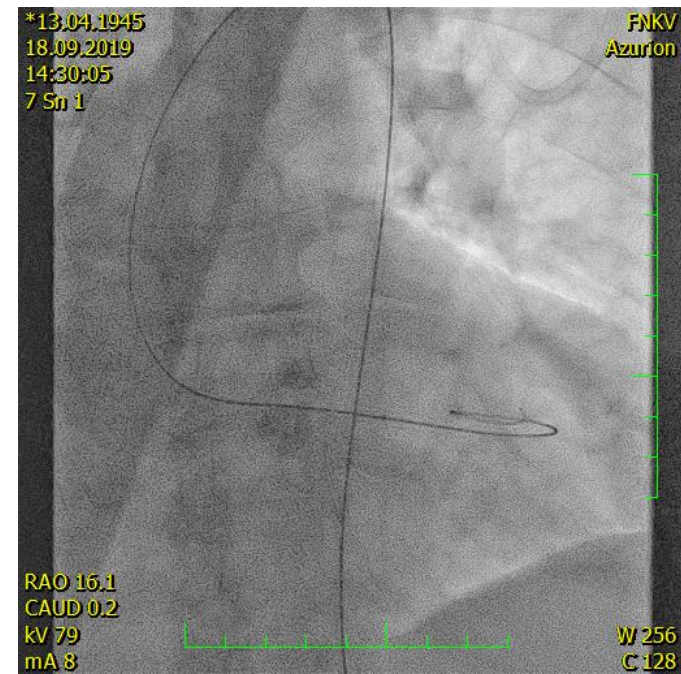
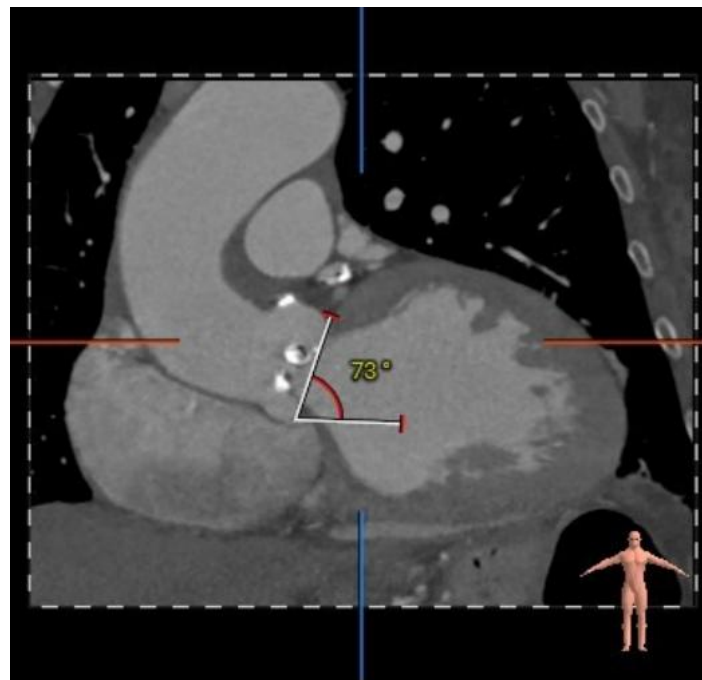
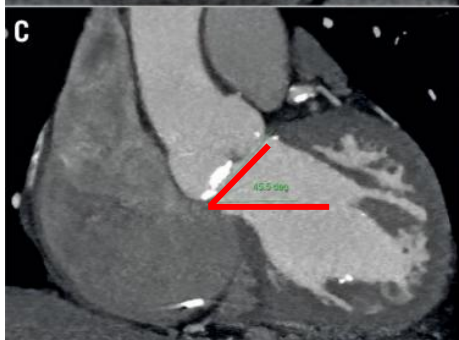
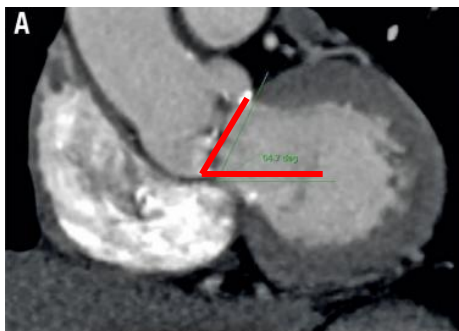
Měření prstence a plochy LVOT



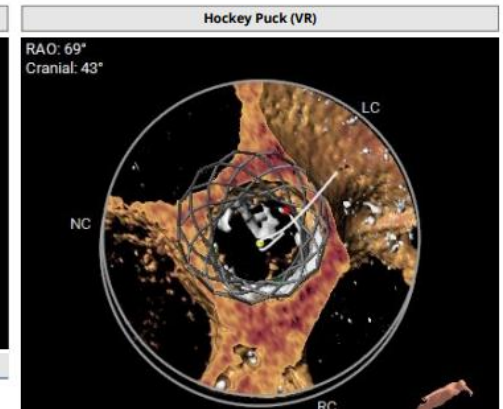
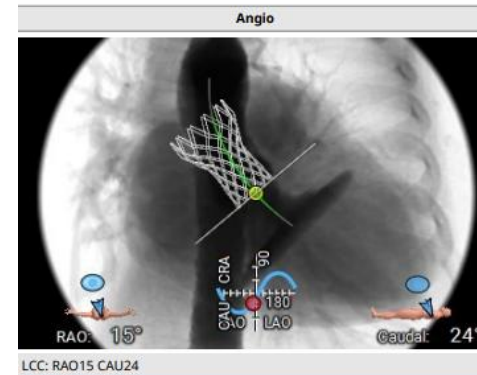
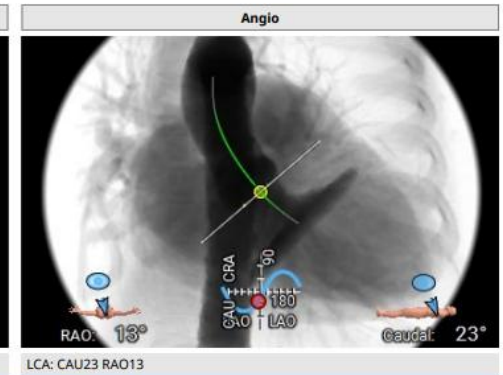
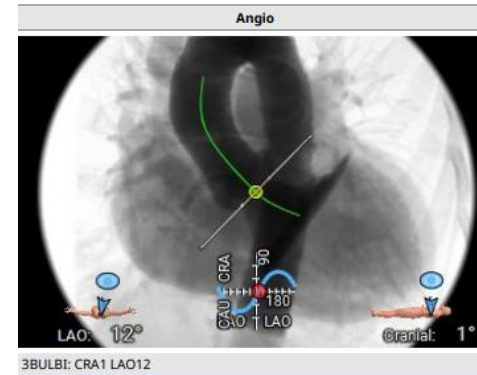
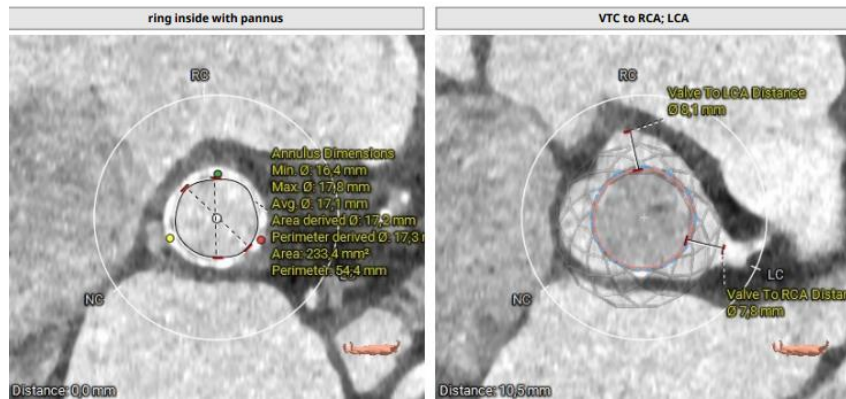
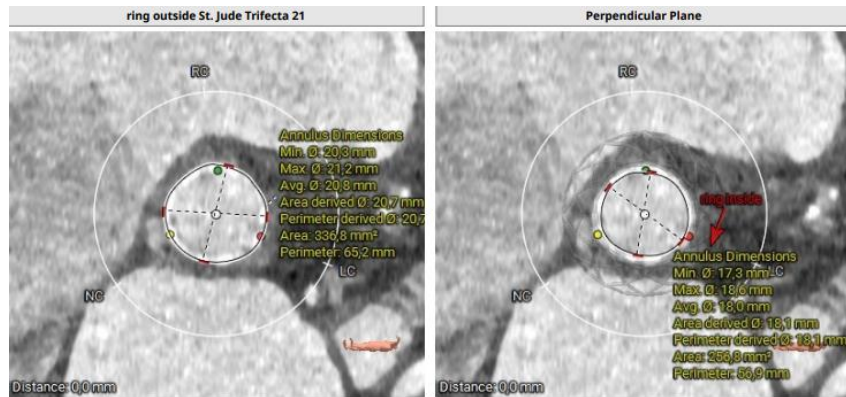
CT – měření parametrů před TAVI



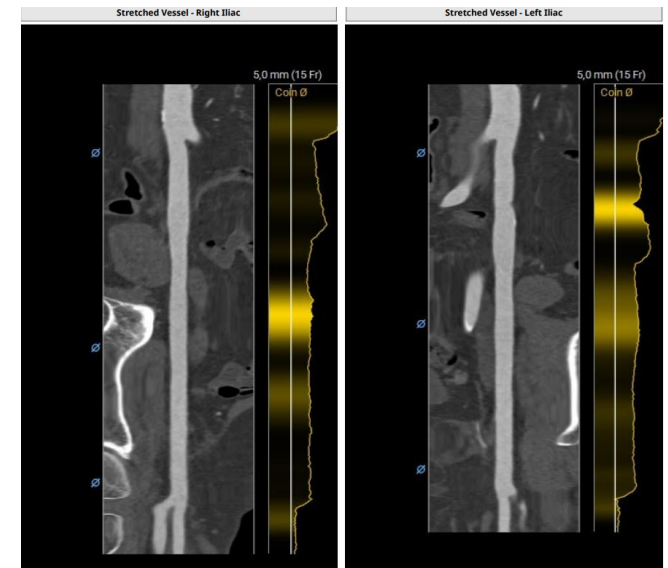
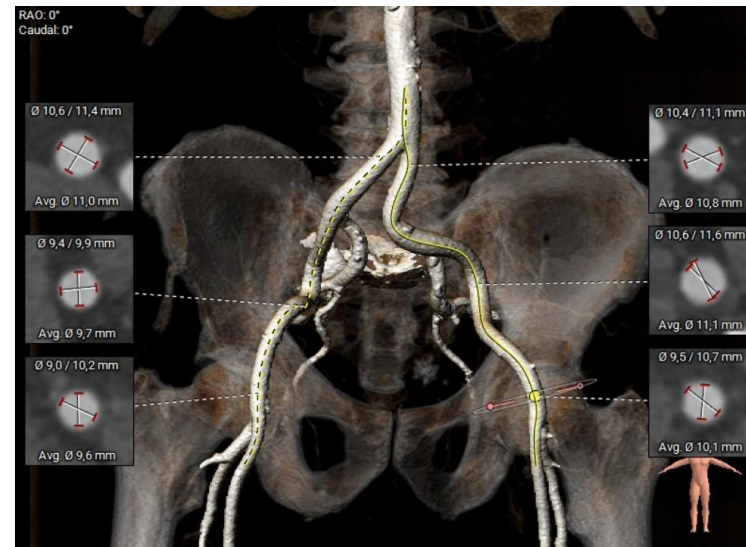
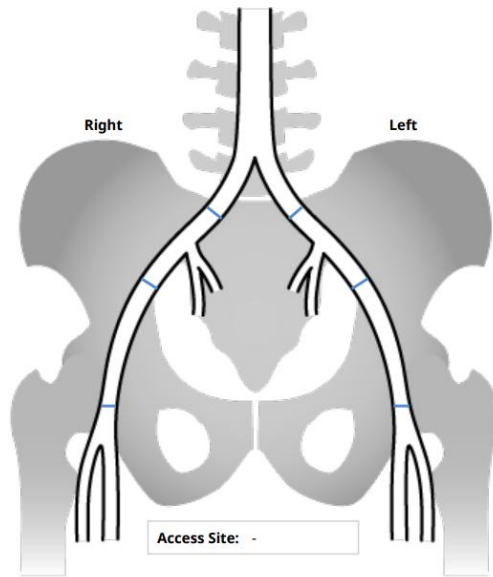
Měření úhlu aorty- horizontální aorta



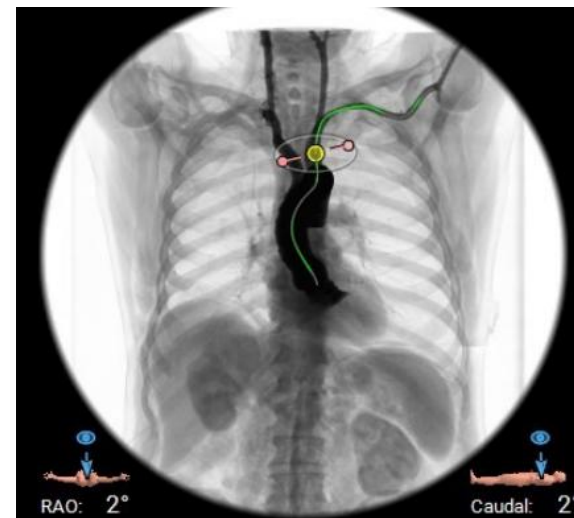
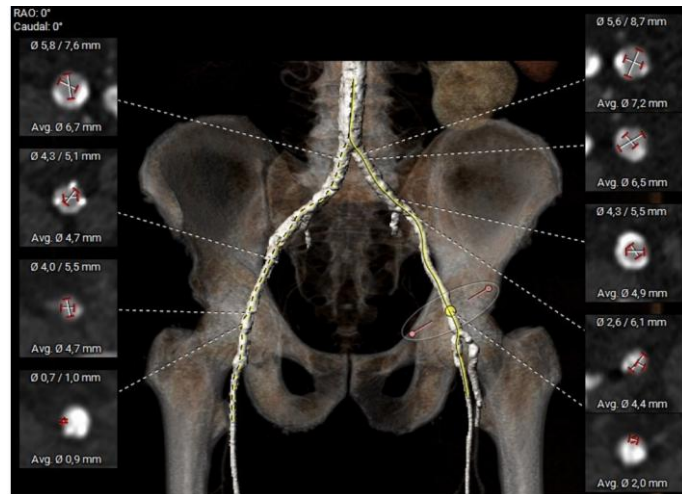
CT – valve in valve



CT- přístupové cesty



CT- přístupové cesty



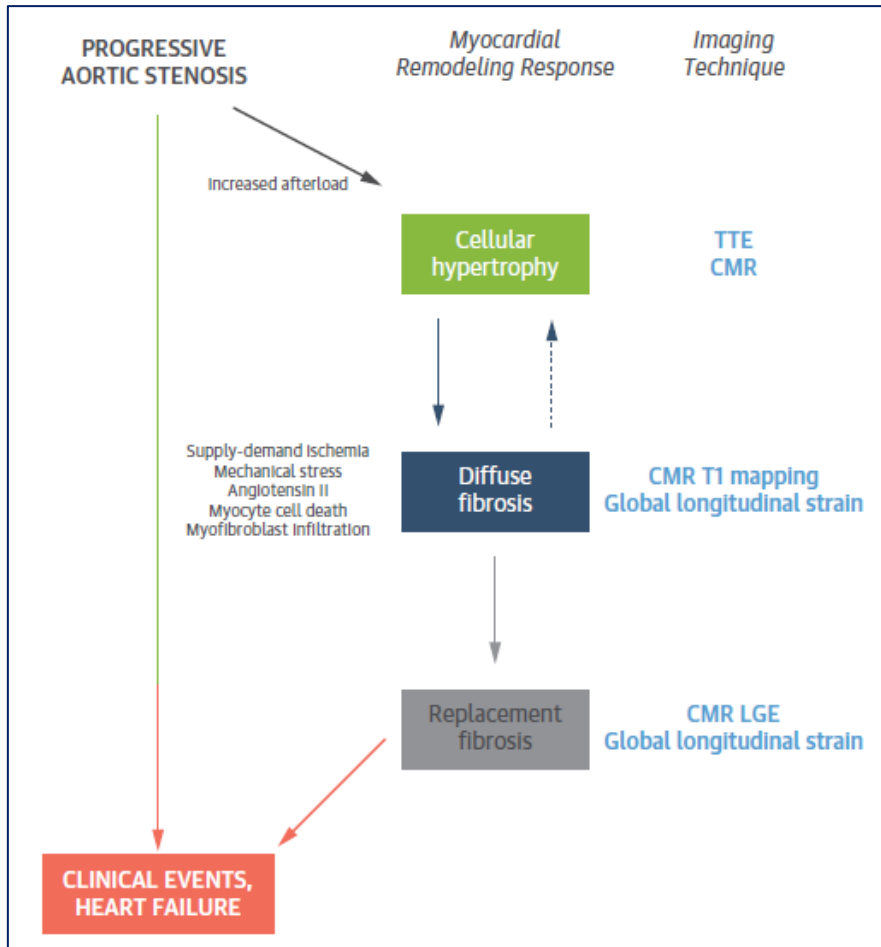
Echokardiografie

Katetrizační vyšetření

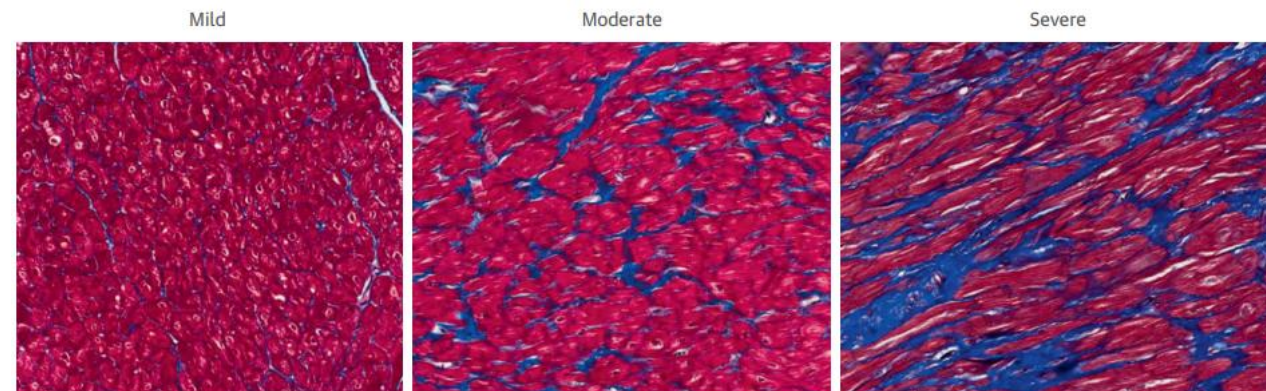
CT vyšetření

Magnetická rezonance

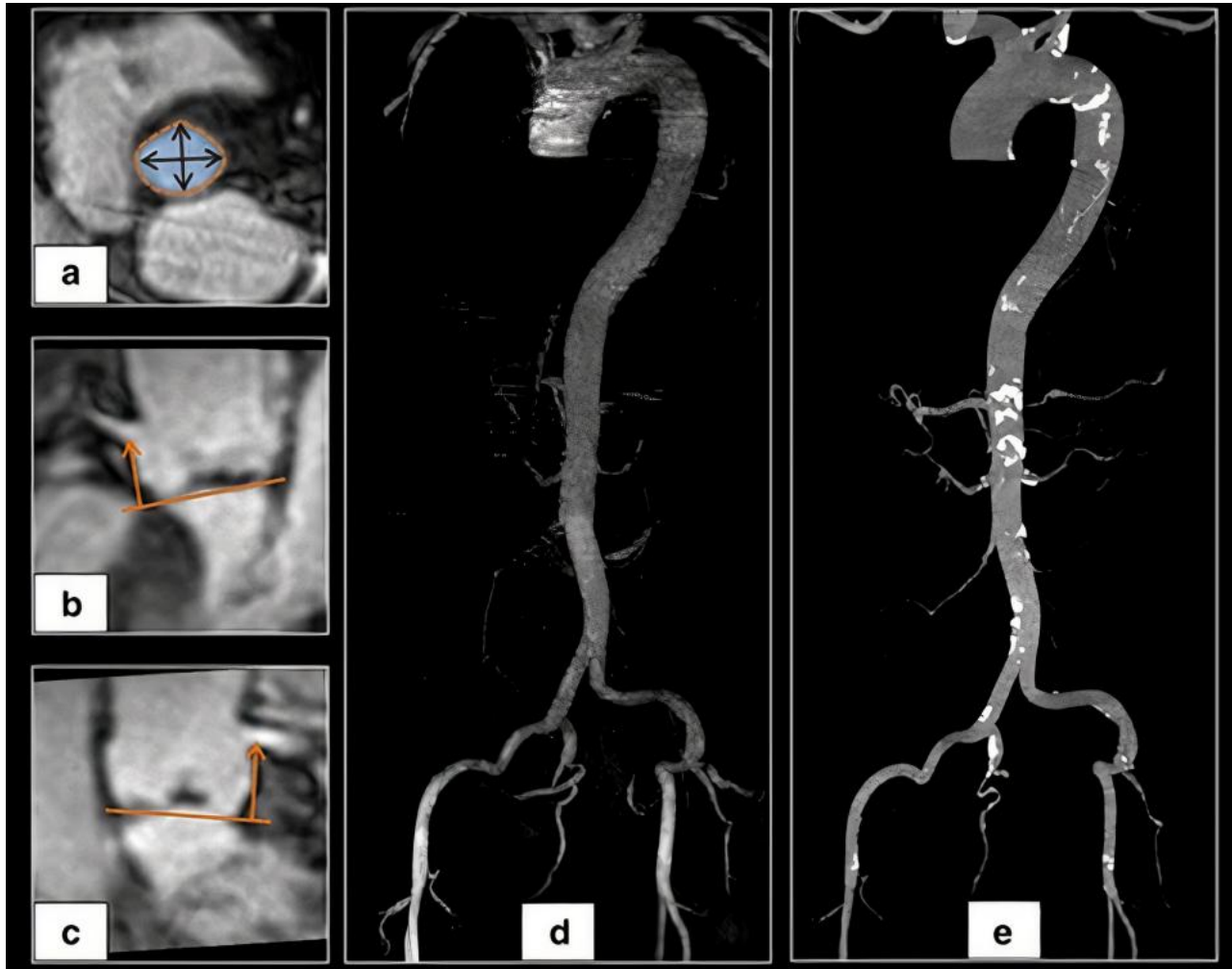
Aortální stenóza, stadia onemocnění



- **difuzní fibróza myokardu**
 - časnější fáze onemocnění, reverzibilní
 - MRI T1 mapping (stanovením ECV %)
 - echokardiografie - funkční důsledky fibrózy (diastolická dysfunkce a GLS)
- **fokální fibróza myokardu**
 - pokročilé stadium onemocnění
 - MRI - LGE ve středních částech myokardu je marker dekompenzace a ukazatel horší prognózy pacientů



Magnetická rezonance – zobrazení aorty



- Excelentní shoda při měření kořene aorty
- Horší výsledky při měření přístupových cest
- Časová náročnost
- Vysoká cena
- Malé zkušenosti operátorů

Závěr

- TAVI je zavedená léčba pacientů se symptomatickou těžkou AS.
- Tato léčba je bezpečná a proveditelná u bikuspidální AS, degenerované bioprotézy a v některých případech u aortální regurgitace.
- CT se stává ústředním zobrazovací technikou pro plánování zákroku (nejen posouzení anatomie u pacientů před TAVI a zhodnocení , patologie aorty, ale i doplňující informace u pacientů s low flow AS , výpočet hybridní AVA a planimetrické měření AVA).
- Multimodální zobrazování integruje funkční a anatomické informace

Děkuji za pozornost