



Jak správně vyšetřit pacienta před intervencí na aortální chlopni

Daniela Žáková
Jiří Sikora
Petr Fila

12. 9. 2026 ECHO dny

Základní otázky před intervencí na aortální chlopni

- ♥ Je aortální vada hemodynamicky významná?
- ♥ Jaká je morfologie aortální chlopně a aorty?
- ♥ Jsou přítomné přidružené chlopenní vady a jaká je jejich významnost?
- ♥ Jaká je funkce komor?
- ♥ Je výkon s ohledem na anatomii technicky proveditelný a bezpečný? Jaké hrozí komplikace?
- ♥ Jaké jsou možnosti přístupových cest ?
- ♥ Je správná indikace TAVI nebo je pacient vhodnějším kandidátem SAVR?

Možnosti intervenčního řešení

- ♥ TAVI do nativní aortální chlopně
- ♥ TAVI ViV do degenerované bioprotézy nebo aortálního homograftu
- ♥ TAV-in-TAV
- ♥ Balonková valvuloplastika –bridge to decision
- ♥ Katetrizační uzávěr paravalvárního leaku po SAVR

Existuje ideální zobrazovací metoda?



1. ECHO



2. Katetrizace



3.

CT



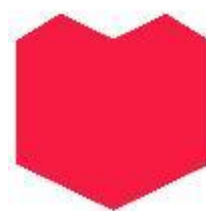
4.

Magnetická
rezonance



Multi-modality imaging in aortic stenosis: an EACVI clinical consensus document

Marc R. Dweck ^{1*}, Krithika Loganath¹, Rong Bing ¹, Thomas A. Treibel^{2,3},
Gerry P. McCann ^{4,5}, David E. Newby¹, Jonathon Leipsic⁶, Chiara Fraccaro⁷,
Pasquale Paolisso ^{8,9}, Bernard Cosyns¹⁰, Gilbert Habib ¹¹, João Cavalcante¹²,
Erwan Donal ¹³, Patrizio Lancellotti ^{14,15}, Marie-Annick Clavel ^{16,17},
Catherine M. Otto¹⁸, and Phillipe Pibarot¹⁶





ECHO

Kvantifikace významnosti aortální stenózy

CW dopplerovská kvantifikace -V max, MG-střední gradient = nejrobustnější marker významnosti AVA

Table 1 Echocardiographic parameters of severe and very severe AS

	Non-severe AS	Discordant AS (with low flow defined as SVI < 35 mL/m ²)	Severe AS	Very severe AS
Peak jet velocity (m/s)	<4.0	3.0–4.0	≥4.0	≥5.0
Mean gradient (mmHg)	<40	20–40	≥40	≥60
AVA (cm ²)	>1.0	≤1.0	≤1.0	<0.6
Indexed AVA (cm ² /m ²)	>0.6	≤0.6	≤0.6	<0.4

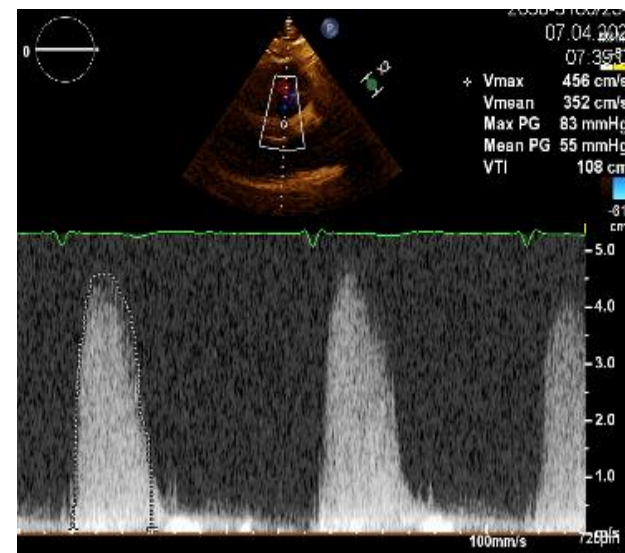
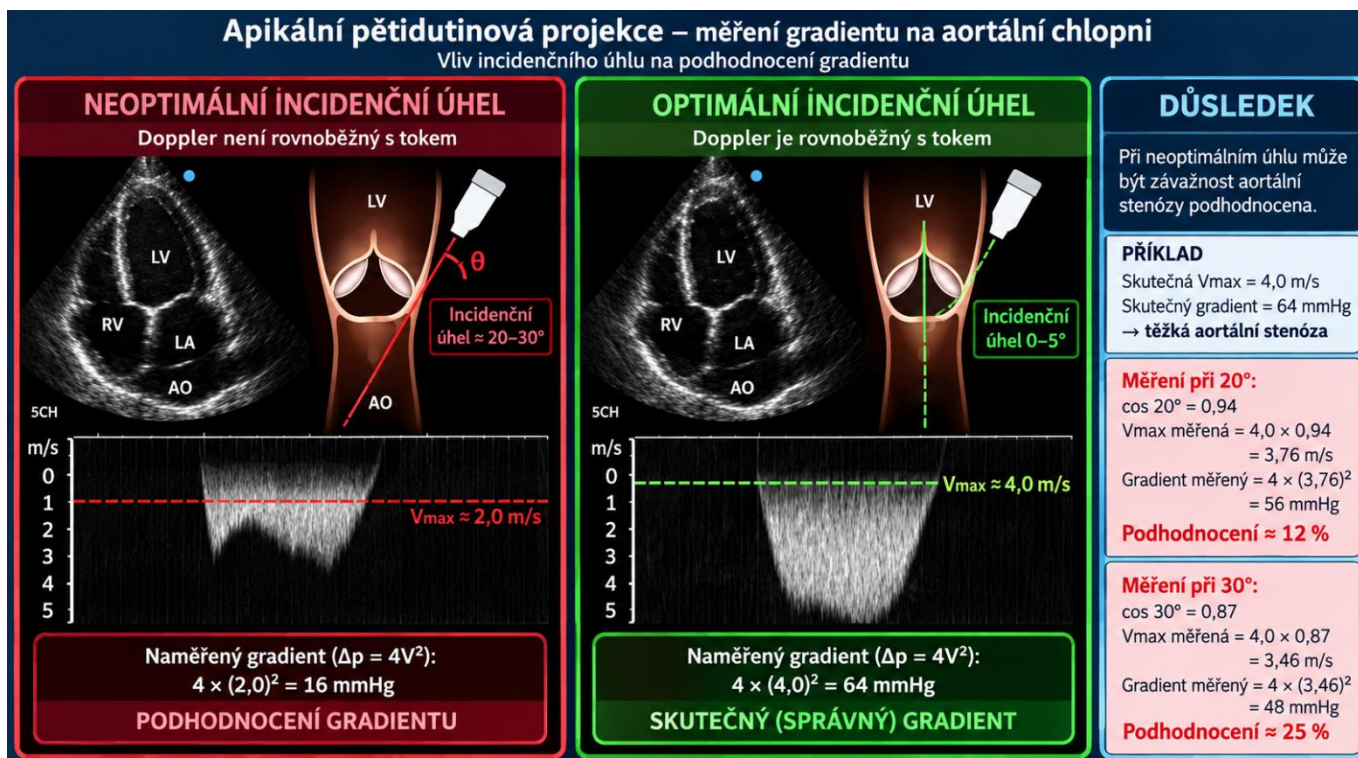
Patients may have discordant echocardiographic assessments where the above parameters do not agree on the true severity of AS. Most commonly, this is encountered in patients with an AVA < 1.0 cm² and a peak velocity of <4.0 m/s).

AVA, aortic valve area; AS, aortic stenosis.

Chyby při měření gradientu

Podhodnocení při neoptimálním incidenčním úhlu CW z apikální přístupu
využití více různých projekcí (pravý parasternální přístup, suprasternální přístup)

Nadhodnocení při tachykardii (anémie, hyperfunkce šž , AV píštěl)
pressure recovery u menších pac. s AA < 30mm



Chyby při měření LVOT

TTE PLAX – největší rozměr blízko úrovni anulu, inner-edge-to-inner-edge, midsystola
tvar není kruhový ale eliptický (menší anteroposteriorní diametr x větší sagitální)
2D echo podhodnotí LVOT, při použití rovnice continuity se chyba kvadraticky násobí

DVI (doppler velocity index) < 0,25 vysoká pravděpodobnost významné AoS

Predikované LVOT - nadhodnocení u BAV, u obézních (rozdíl do 2mm od změřeného)

Hybridní přístup – LVOT z CT nebo 3D ECHO (xplane, MPR) + TTE PW/CW doppler, cut-off < 1,2cm²

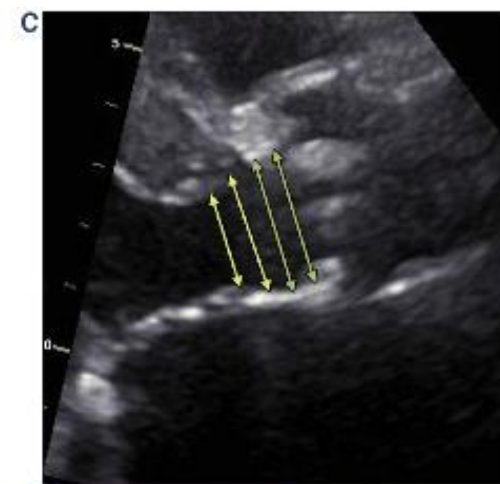
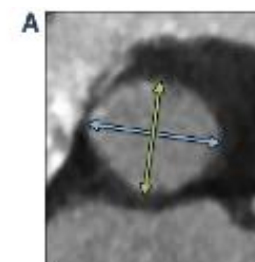
$$DVI = \frac{VTI_{LVOT}}{VTI_{AV}}$$

Rovnice continuity

$$AVA = \frac{LVOT \text{ area} \times LVOT \text{ TVI}}{\text{Aortic valve TVI}}$$

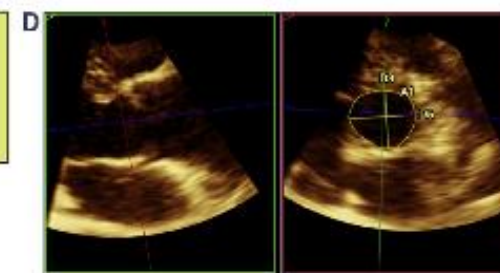
Predikované LVOT

$$LVOT_{\text{diameter}} = (5.7 \times \text{body surface area}) + 12.1$$

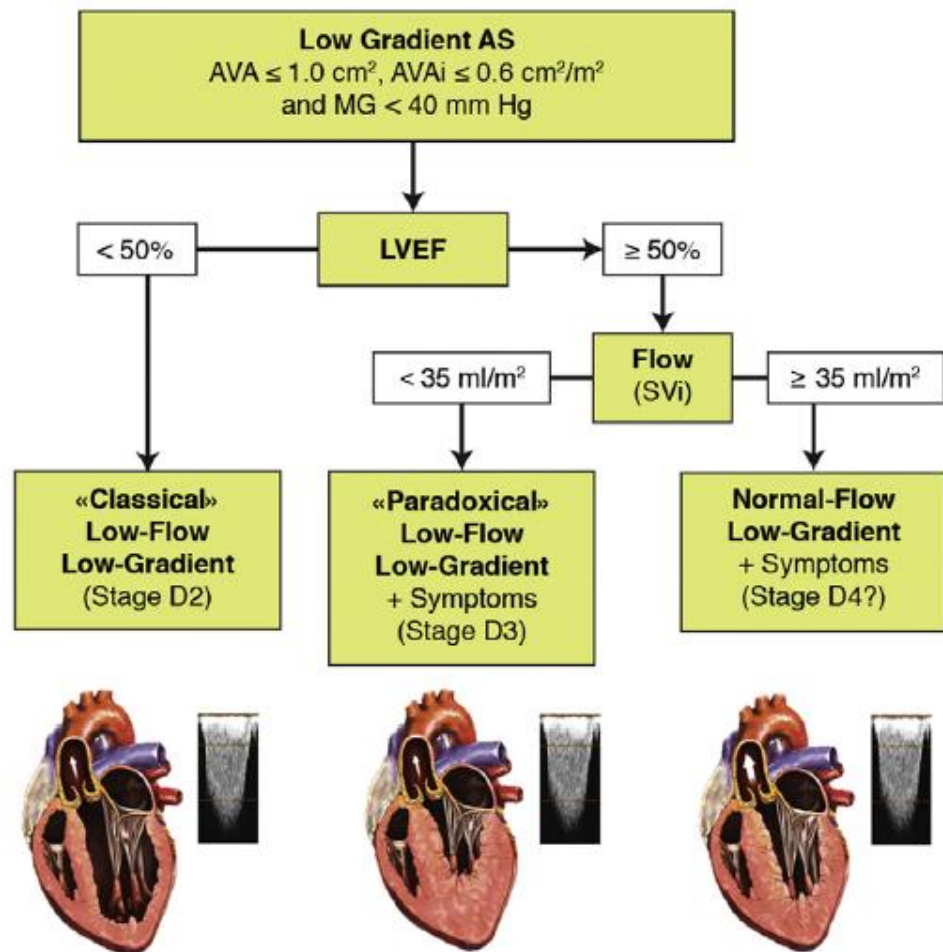


LVOT Area by
2D Echo and Circular Assumption
(LVOT Diameter = 2.21 cm): 3.83 cm²
Actual LVOT Area (3D echo): 4.53 cm²

16% Underestimation of
LVOT Area and AVA



Diskordantní kritéria



Heterogenní skupina pacientů, příčinou často chyby v měření

Klasická Low-Flow Low-Gradient

$MG < 40 \text{ mmHg}$, $AVA \leq 1 \text{ cm}^2$, $SV_i \leq 35 \text{ ml/m}^2$, $LVEF < 50\%$

Paradoxní Low-Flow Low-Gradient

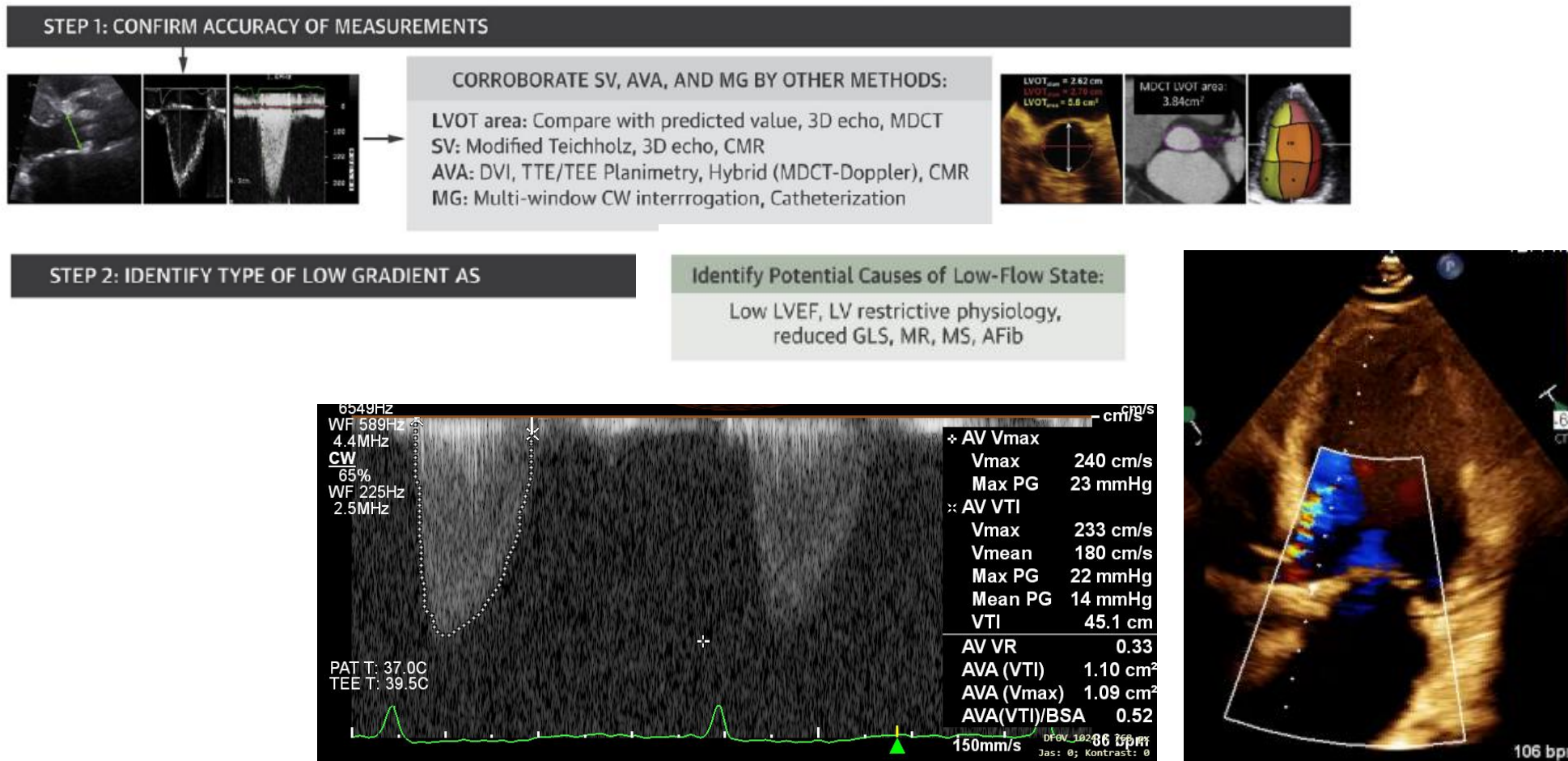
$MG \text{ mean} < 40 \text{ mmHg}$, $AVA \leq 1 \text{ cm}^2$, $SV_i \leq 35 \text{ ml/m}^2$, $LVEF \geq 50\%$

Normal-Flow Low-Gradient

$MG \text{ mean} < 40 \text{ mmHg}$, $AVA \leq 1 \text{ cm}^2$, $SV_i > 35 \text{ ml/m}^2$, $LVEF \geq 50\%$

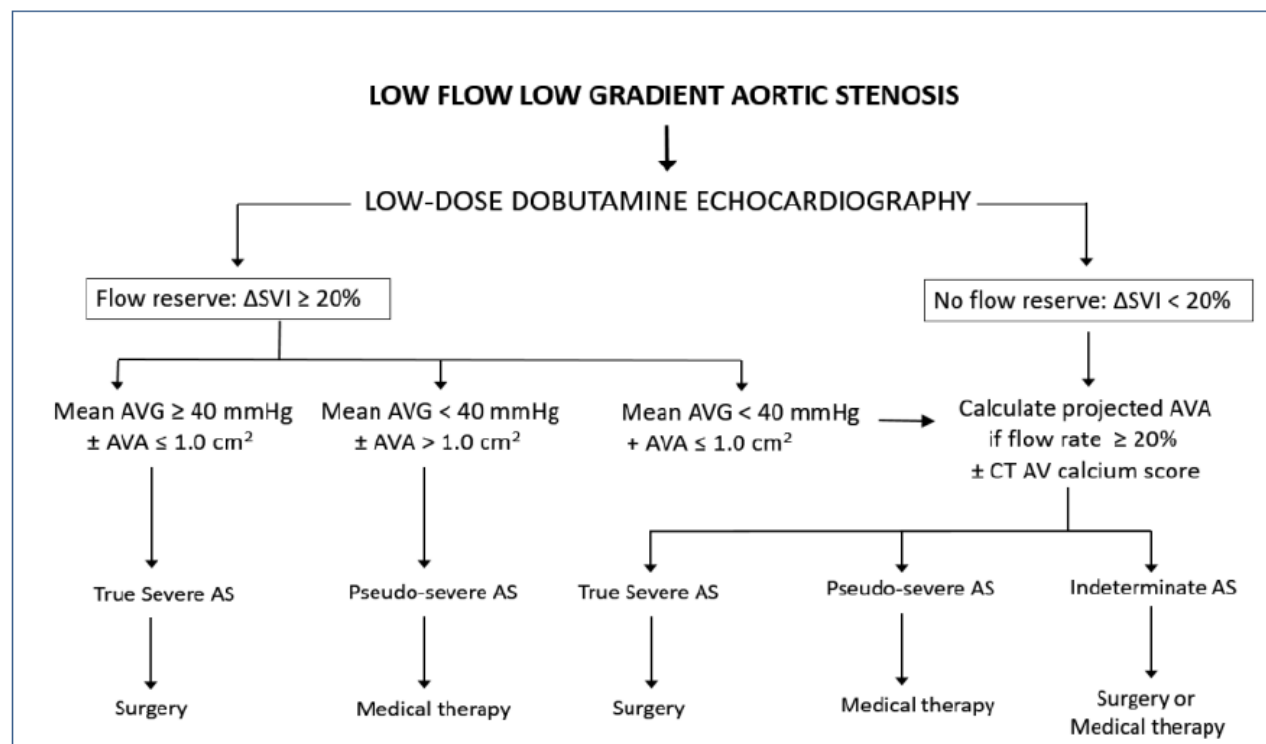
Algoritmus LG AoS ($AVA \leq 1,0 \text{ cm}^2$ a $MG < 40 \text{ mmHg}$)

Potvrdit parametry více metodami, identifikovat potenciální příčiny LF stavu



Dobutaminové zátěžové echo (DSE)

Odliší významnou klasickou LF-LG AoS od pseudostenozy
Určí kontraktilní rezervu (nárůst SV > 20%), prognostický význam
Pokud je změna SV 10%-20% nutno vypočítat projektovanou AVA



$$AVA_{proj} = AVA_{rest} + \left(\frac{AVA_{peak} - AVA_{rest}}{Q_{peak} - Q_{rest}} \right) (250 - Q_{rest})$$

$$Q = SV/ET$$

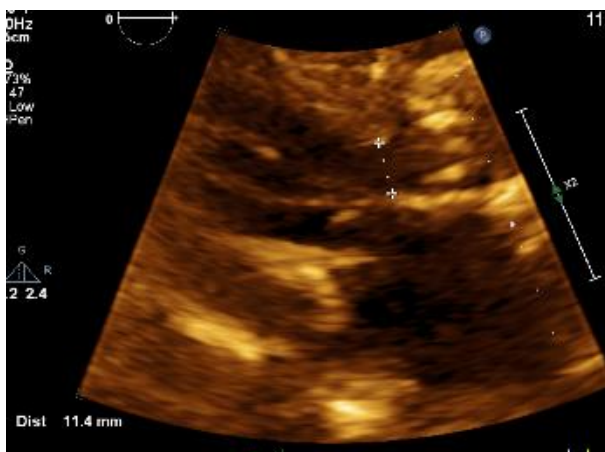
Ribeiro et al. — Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis: The TOPAS-TAVI Registry. JACC 2018.

Hodnocení aortálních cípů, anulu a LVOT

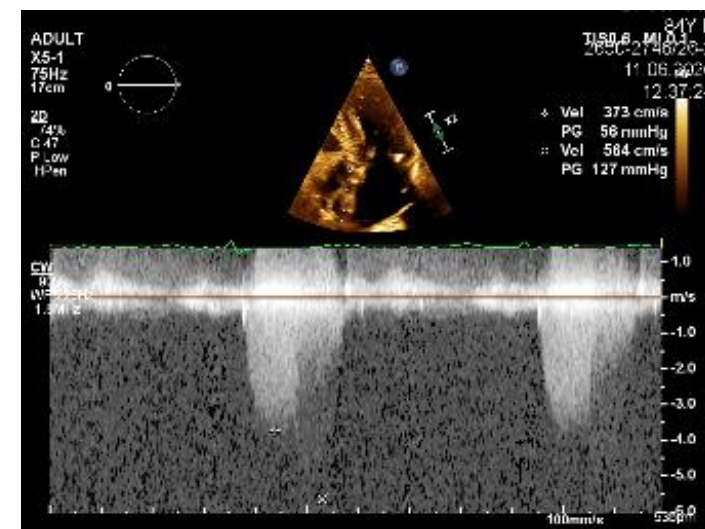
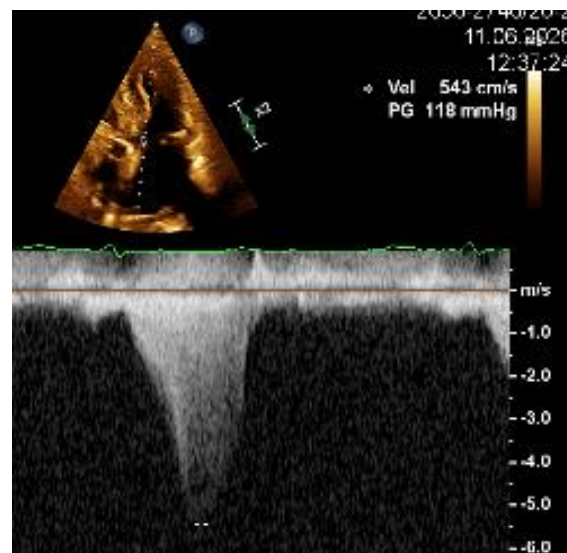
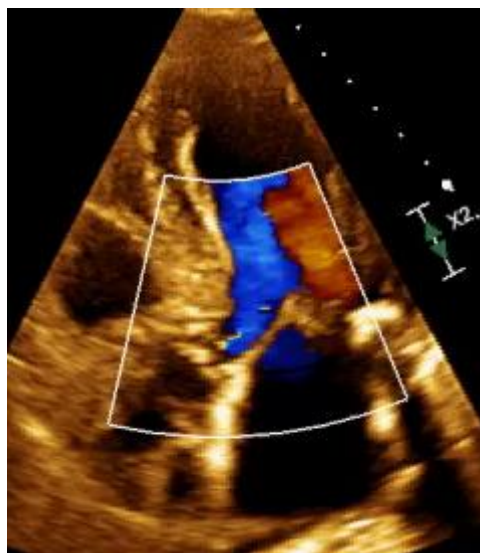
Morfologie cípů: TAV/BAV-eliptický tvar anulu rizikovější pro TAVI (riziko asymetrické expanze stentu a PVL)
perforace po IE, přítomnost PVL po SAVR/TAVI před ViV/TAV-in-TAV

Velikost aortálního anulu: při podhodnocení riziko PVL nebo mismatch
při nadhodnocení riziko centrální regurgitace při overexpanzi nebo ruptury anulu

Velikost a geometrie LVOT: malé LVOT při hypertrofii IVS (septum sigmoideum $> 16\text{mm}$, subAoS) a malé dutině LK, limitní pro riziko obstrukce je vzdálenost p.c. mitr.chlopně od IVS $< 7\text{ mm}$
při dynamické obstrukci riziko malpozice stentu
po MVR - vzdálenost mitrálních strutů



AoS+HKMP



Hodnocení přidružených vad

Vliv na validitu hodnocených echo parametrů při kvantifikaci AoS

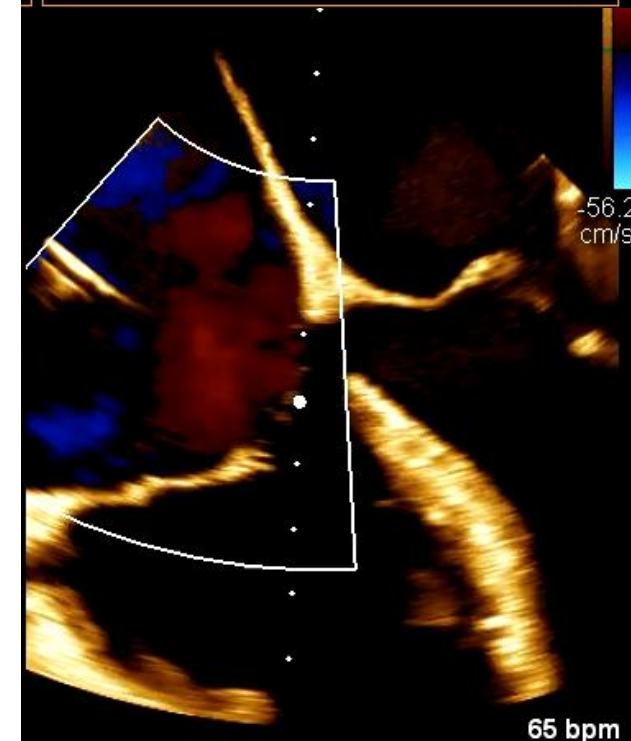
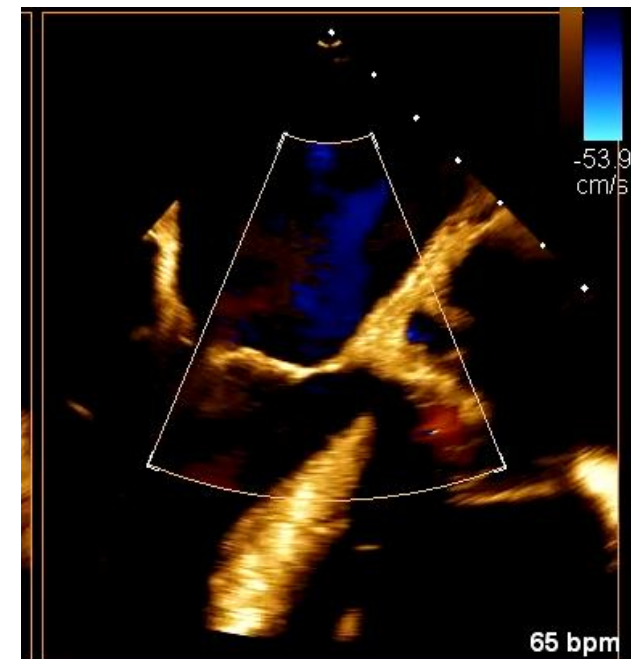
Mitrální regurgitace – mechanismus (primární organická/sekundární)

významnost - TAVI versus SAVR+MVP/MVR

Trikuspidální regurgitace, plicní hypertenze

Tabulka 7 – Echokardiografická úskalí, robustní měření a komplementární parametry multimodálního zobrazení u kombinovaných a souběžných chlopenních vad

Souběžné s	Posuzovaná chlopenní vada			
	AS	AR	MS	MR
AS	–	PHT nespolehlivý Méně vyjádřený nárůst objemu LK	PHT nespolehlivý Možný nízký gradient při nízkém průtoku	↑ RO ↑ Plocha jetu
AR	Při ↑ rychlosti v LVOT nadhodnocuje zjednodušená Bernoulliho rovnice gradient	–	PHT nespolehlivý Nespolehlivé hodnocení MVA na základě rovnice kontinuity	Nelze využít dopplerovskou volumetrii využívající dopředný tok aortou Nespolehlivý poměr mitrální/aortální VTI
MS	Možný obraz nízkoprůtokové nízkogradientové AS	Méně vyjádřený nárůst objemu LK	–	Nelze využít poměr mitrální/aortální VTI
MR	Nízkoprůtoková nízkogradientová AS Záměna dopplerovského signálu AS za jet MR	PHT nespolehlivý Nelze využít dopplerovskou volumetrii využívající dopředný tok aortou	PHT nespolehlivý Nelze využít rovnici kontinuity	–
TR	Možný obraz nízkoprůtokové nízkogradientové AS	–	Možný nízký gradient daný nízkým průtokem PHT může být méně spolehlivý	Možný ↓ RO u SMR
Robustní echo měření	AVA – rovnice kontinuity DVI Při kombinaci AR a AS: V_{max} a střední gradient odrážejí kombinovanou zátěž obou vad	ERO (PISA), vena contracta	Planimetrie a 3D MVA (TEE) Při kombinaci MR a MS: střední gradient odráží kombinovanou zátěž obou vad	ERO (PISA), vena contracta
Alternativní zobrazovací metody	CT: kalciové skóre aortální chlopně	CMR: RO a RF	–	CMR: RO a RF



Indikace TEE

Špatná TTE vyšetřitelnost

Rozpor mezi parametry závažnosti AoS, TG měření grad.

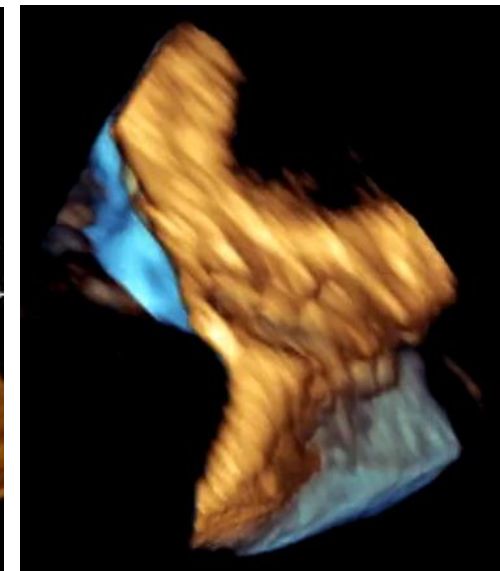
Nejistá morfologie aortální chlopně, susp. BAV

Nedostatečné zobrazení anulu, LVOT

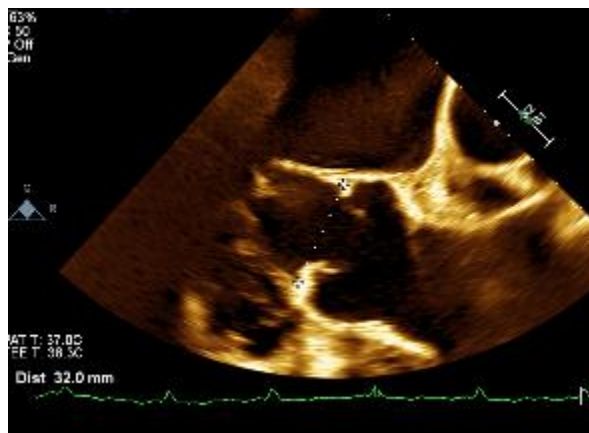
Nesoulad mezi CT a TTE, 3D planimetrie anulu a LVOT

Zhodnocení přidružených vad

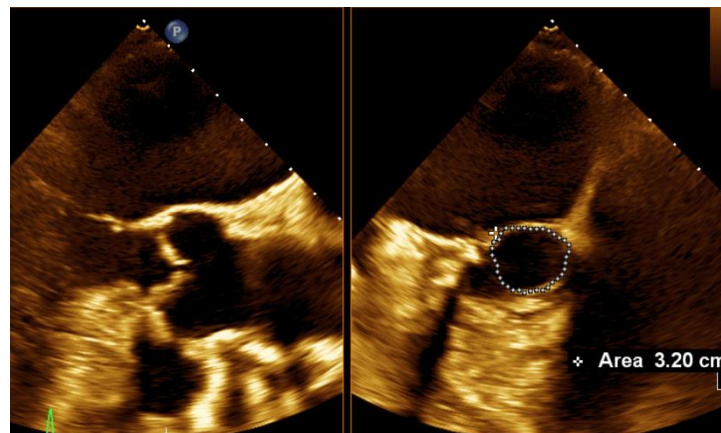
Podezření na trombus, IE, PVL



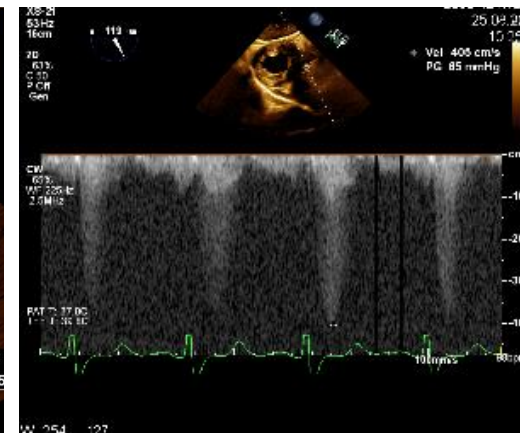
PVL po SAVR



Nadlimitní anulus



LVOT planimetrie



TG gradient



Hodnocení geometrie a funkce komor

Posouzení pokročilosti AoS, prognostický význam, timing intervence

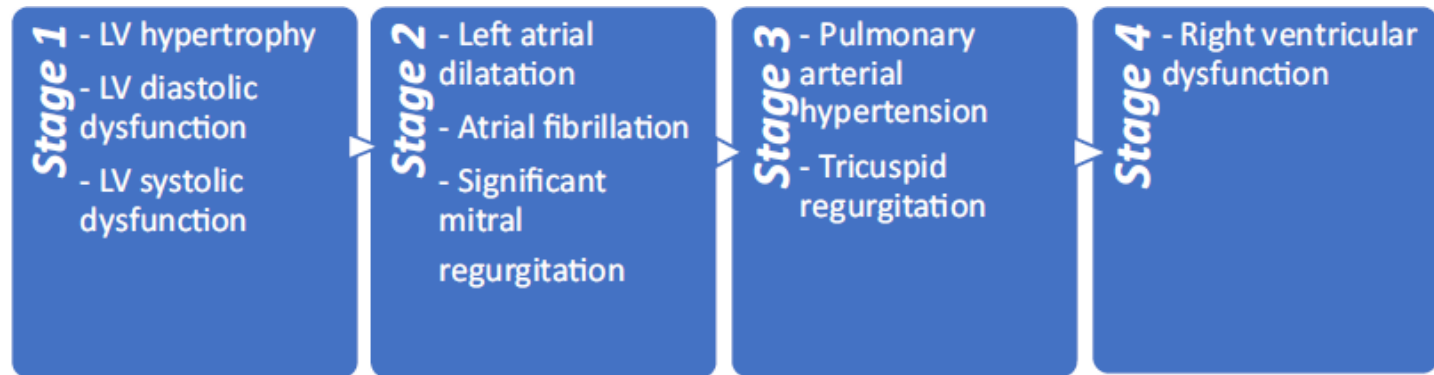
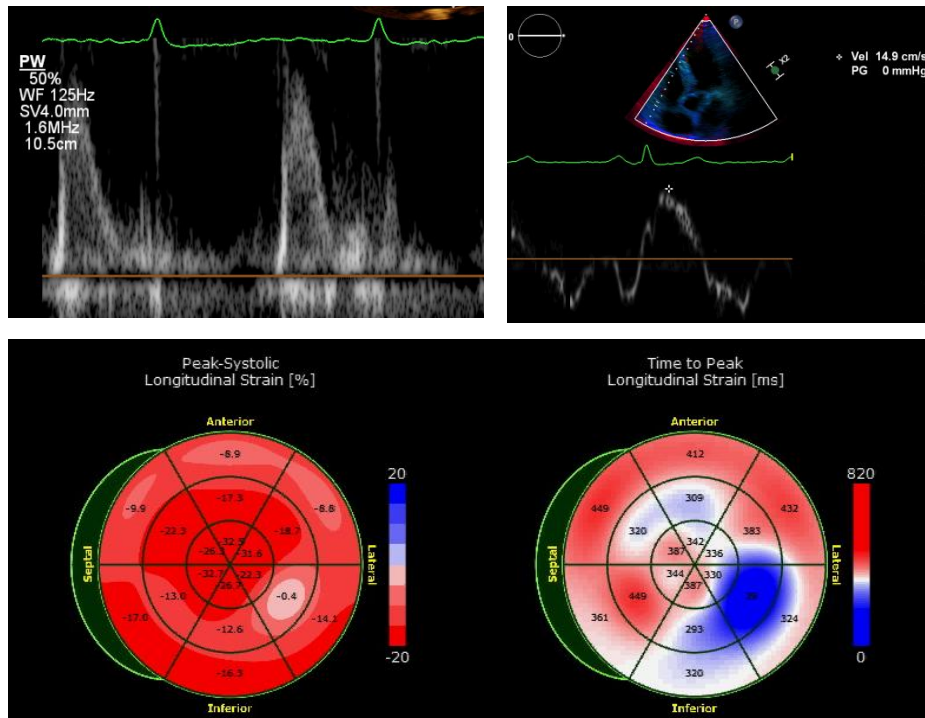
LK: EF (3D nebo 2D biplane metoda), **diastolická funkce LK**

GLS < -15% riziko klinického zhoršení, prognostický význam

Geometrie - typ hypertrofie (koncentrická remodelace, hypertrofie, excentrická hypertrofie)

Přítomnost intrakardiálních trombů, použití cerebrální protekce

PK: funkce (TAPSE, TDI S', FAC , FWS), přítomnost PH (odhad sPAP)



Magne J et al. JACC Cardiovasc Imaging 2019;12:84-92.

2.

Katetrizační vyšetření

Katetrizace

Zhodnocení anatomie koronárních tepen

Invazivní měření gradientu LK-Ao při TTE diskrepanci

Indikace PCI: zvážit lokalizaci stenózy a funkci LK

možnost sondáže koronárních ústí po TAVI

u symptomatické ICHS

u asymptomatické při významném postižení prox.segmentů koronárních tepen

Invazivní koronarografie je doporučena před chlopenní intervencí u pacientů s vysokou a velmi vysokou (> 50%) předtestovou pravděpodobností obstrukční ICHS.	I	C
Invazivní koronarografie je doporučena v hodnocení ICHS u pacientů s těžkou ventrikulární sekundární MR.	I	C
Opomenutí invazivní koronarografie může být zváženo u kandidátů TAVI, pokud je preprocedurální CT angiografie dostatečné kvality, aby vyloučila významnou koronární nemoc.	IIa	B
PCI by měla být zvážena u pacientů s primární indikací k TAVI a stenóze koronární tepny > 90 % v segmentech s referenčním průměrem $\geq 2,5$ mm.	IIa	B
PCI může být zvážena u pacientů s primární indikací k TAVI při stenóze koronární tepny > 70 % v proximálních segmentech hlavních tepen.	IIb	B



CT

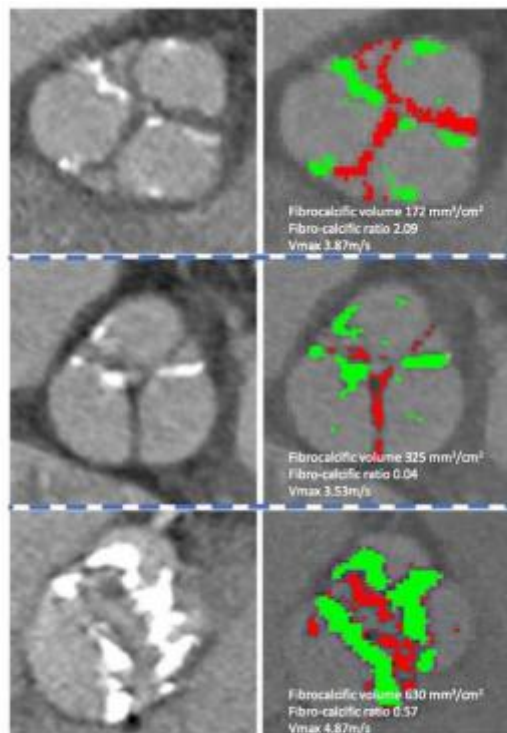
Kalciové skóre z nativního CT

Agatston score (AU=Agatston units)

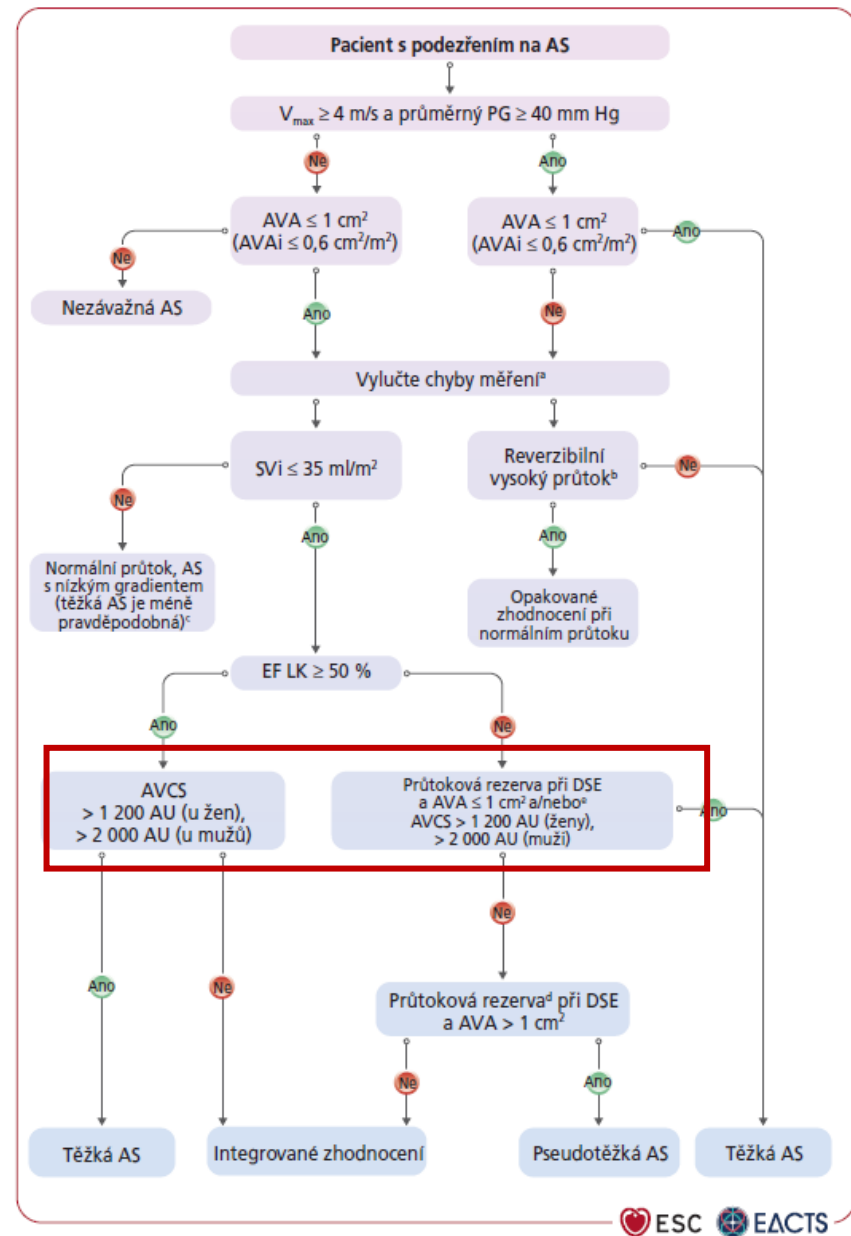
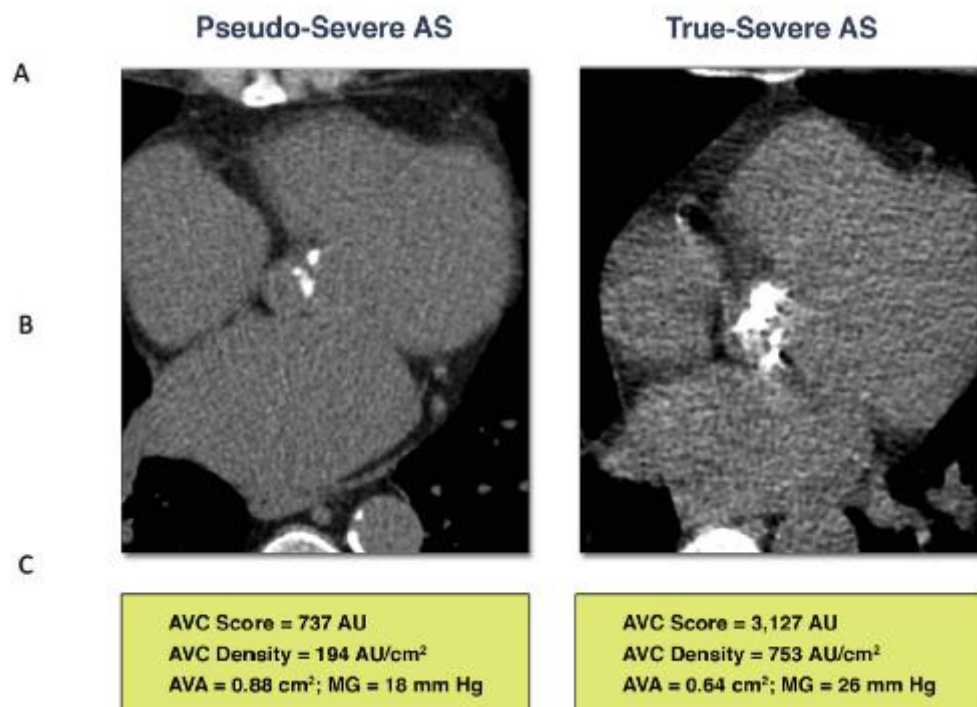
kombinuje plochu kalcia a maximální denzitu (HU)

nezávislé na průtoku, koreluje s hemodynamickou závažností
význam při diskrepanci v měření (LF-LG ,paradoxní LF-LG)

Těžká AoS : muži > 2000, ženy > 1200 (PPH 88%, NPH 82%)



Taken from Carltidge et al. Heart. 2021



CT TAVI protokol

ekg gating
KL

Velikost a tvar aortálního **anulu** , hybridní AVA (CT+CW TTE/TEE 3D planimetrie)

Průměr a tvar **LVOT**

Distribuce **kalcifikací** v cípech a LVOT

Zhodnocení **aorty** – rozměr kořene, ascendentní aorty a ST.J

distribuce kalcifikací (porcelánová aorta)

úhel aorty a projekce k implantaci

Výška odstupů koronárních tepen

Zhodnocení **přístupových cest**



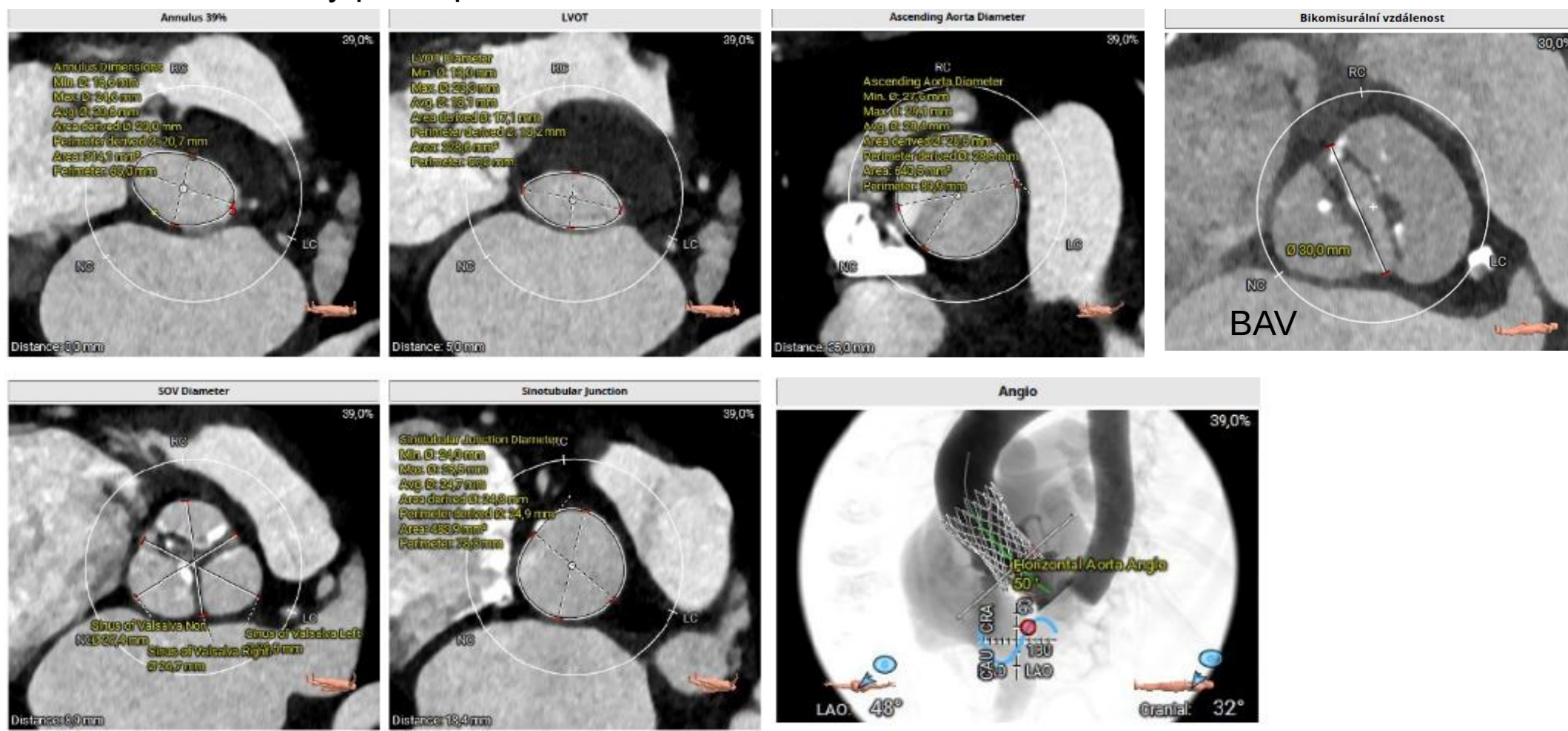
Měření anulu, LVOT, kořene a ascendentní aorty

Anulus největší i nejmenší rozměr, morfologie chlopně

Forma typu a velikosti chlopně, plánování horního kotvení (diameter AA 40mm nad rovinou anulu u Navitor)

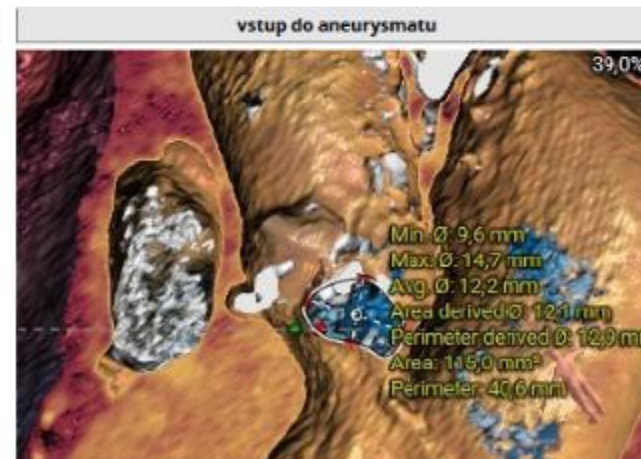
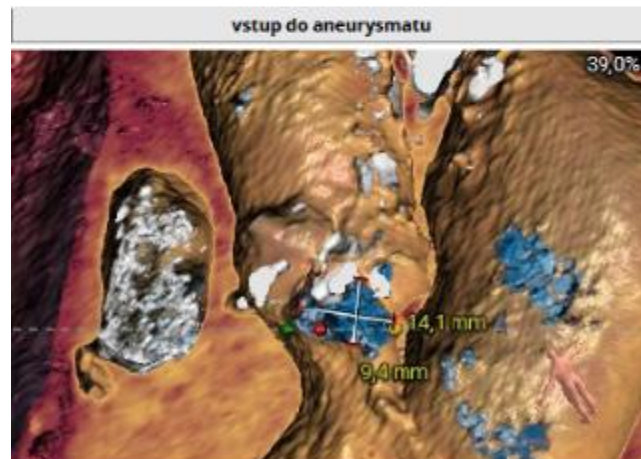
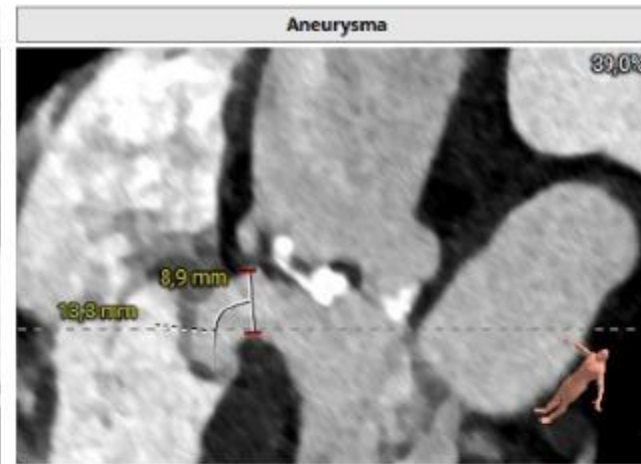
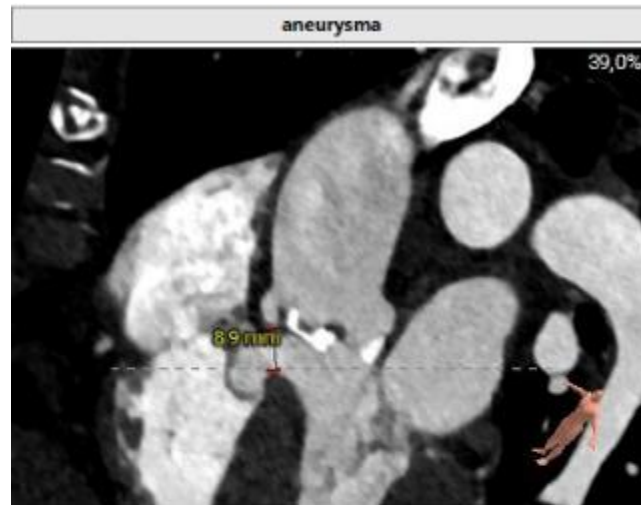
Posouzení šířky Valsalvových sinů pro odhad rizika okluze koronárních ostí vysunutým nativním cípem

Hodnocení úhlu aorty pro implantaci



Aneuryzma kořene aorty

Menší lze překrýt (nižší implantace chlopně), u větších bez kalcifikací v okolí hrozí riziko embolizace chlopně



Zhodnocení kalcifikací

Rozsah kalcifikací v ascendentní aortě a odstupu supraaortálních větví

riziko CMP při manipulaci s instrumentariem (cerebrální protekce)

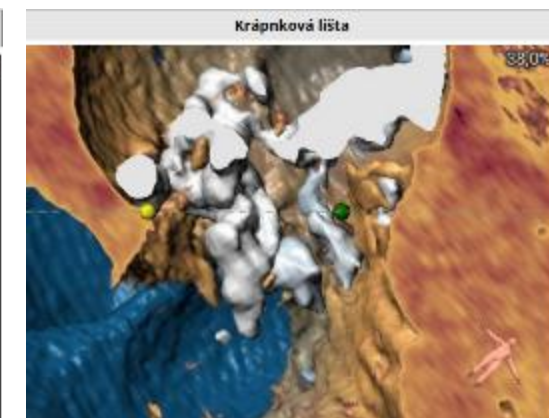
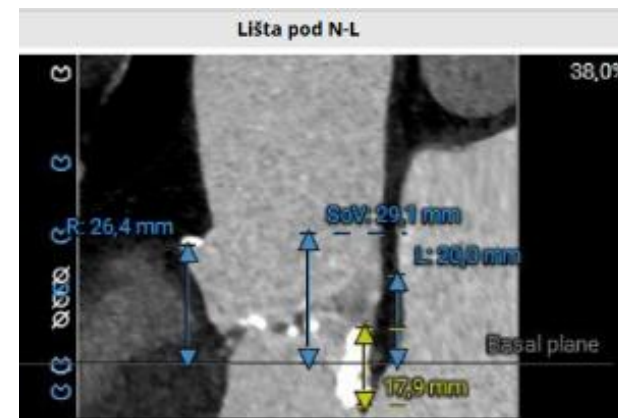
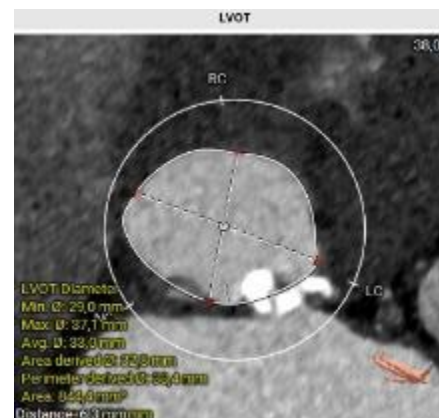
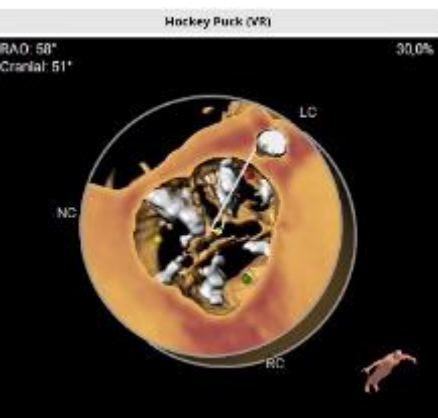
Míra a distribuce kalcifikací cípů a LVOT

dopad na výběr typu chlopně u BAV (raphe, cípy)

zvyšují riziko PVL a ruptury aortálního anulu

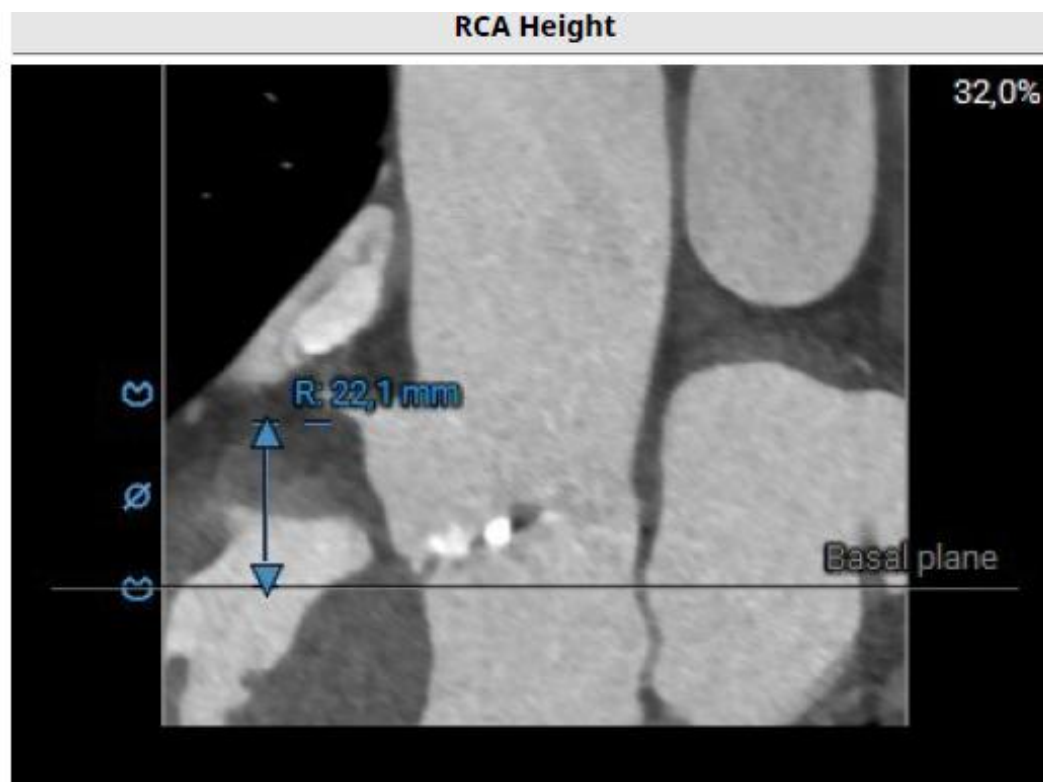
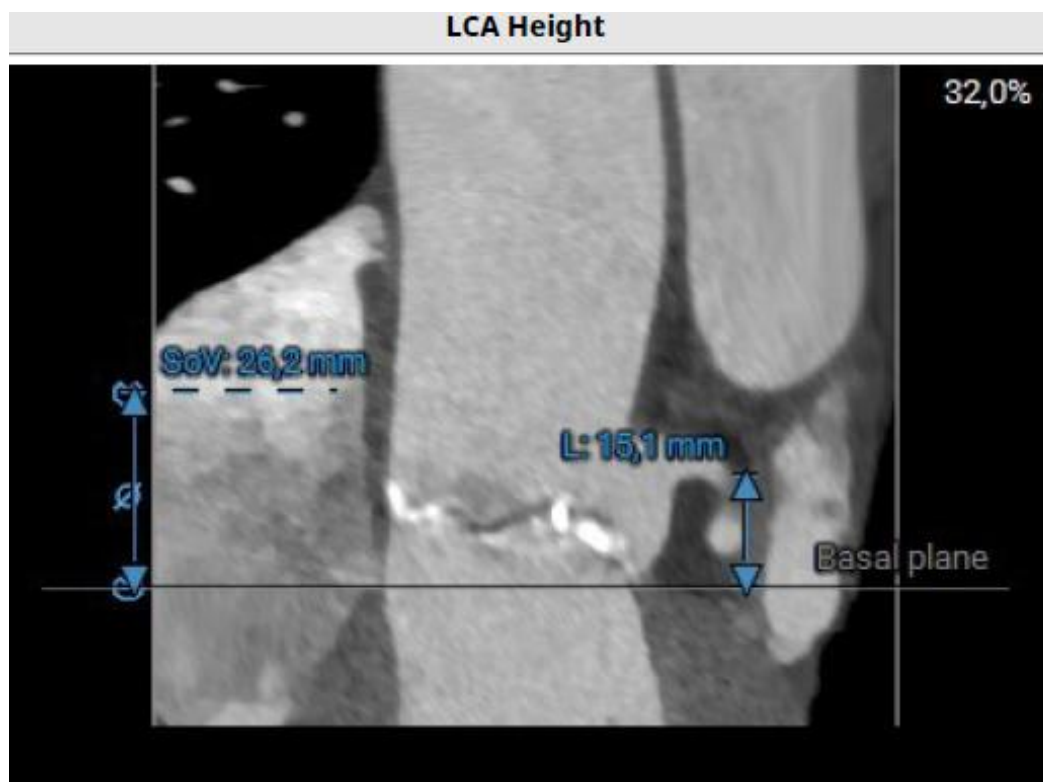
asymetrické zasahující výrazně do LVOT spojeny u SEV s rizikem význ. PVL nebo AVB

kalcifikace cípů přesahující vzdálenost mezi anulem a odstupem RCA/LCA spojeny s rizikem koronární okluze



Výška koronárních ústí

Vzdálenost anulu od ústí LCA a RCA-kritická hranice pro možnou okluzi koronárních tepen je $< 10\text{-}12\text{ mm}$
Význam u ViV a narůstajícího počtu TAV-in-TAV



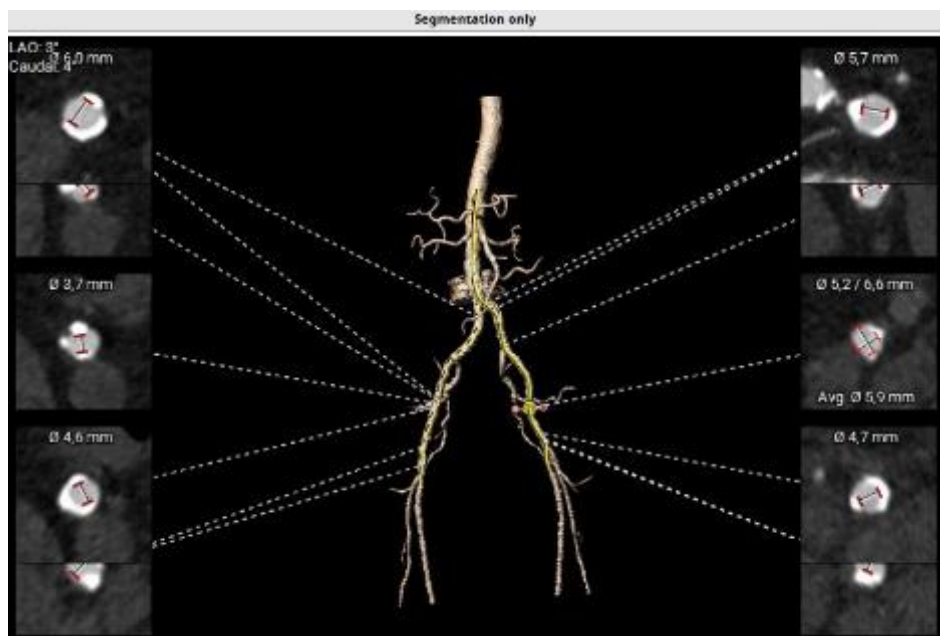
Zhodnocení přístupových cest

Anatomie femorálních, ilických tepen, břišní a hrudní aorty, tortuozita

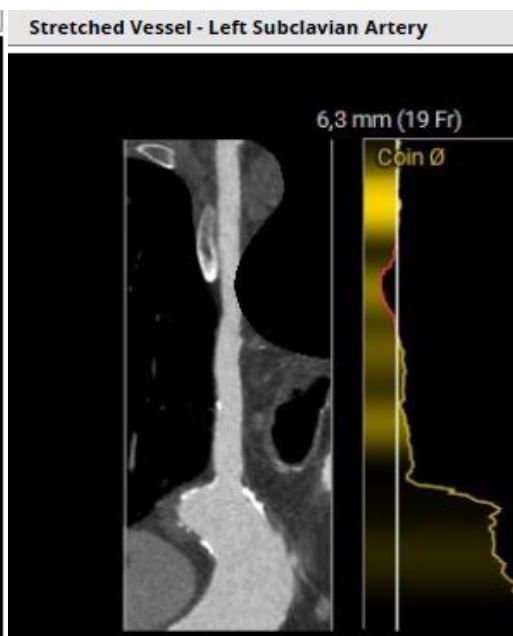
Zhodnocení sklerotických plátů

Diametr nutný pro volbu instrumentária a přístupu (pro TF přístup > 5-6 mm)

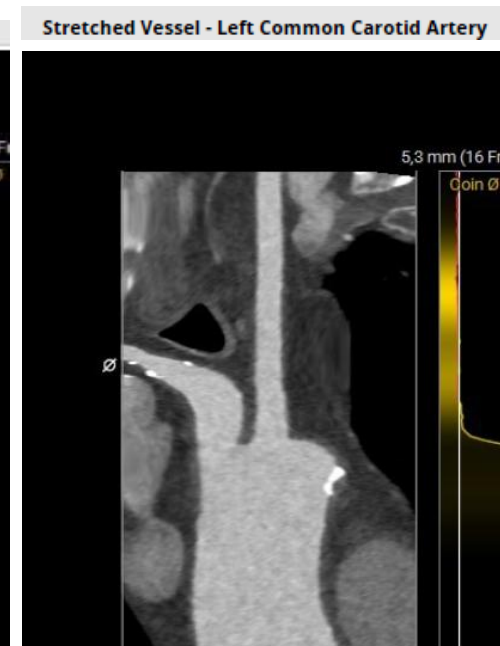
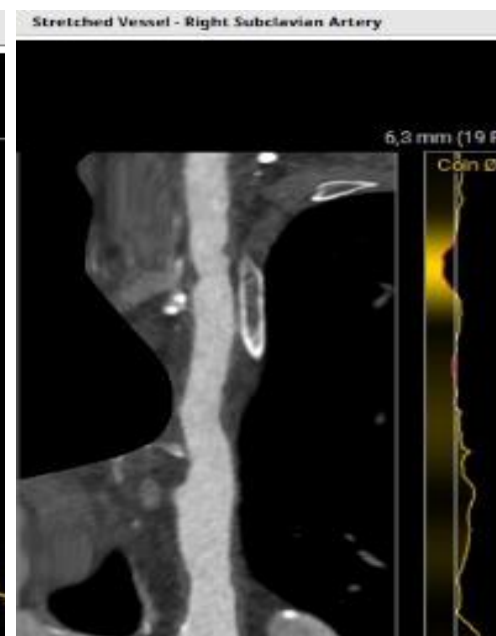
Alternativní přístupy – transsubklaviální/transkarotický/ transapikální



Nevhodná anatomie pro TF přístup



Transsubklaviální přístup

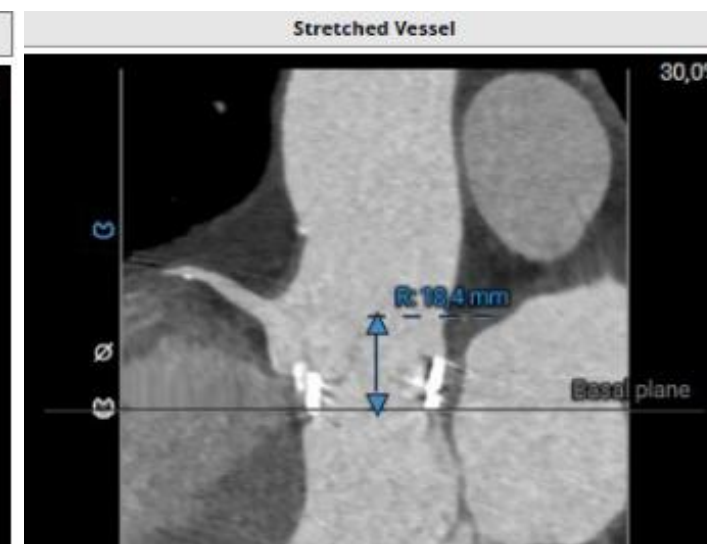


Transkarotický přístup

Specifika ViV

Ověření vnitřního průměru stentu bioprotézy (internal stent diameter)

Ověření vztahu ke koronárním tepnám, riziko koronární obstrukce



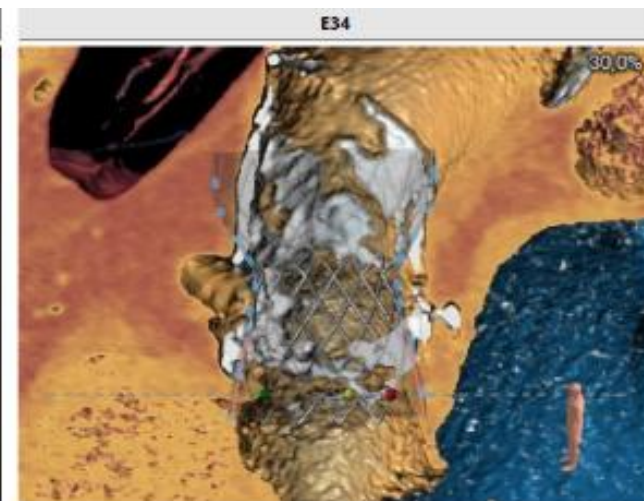
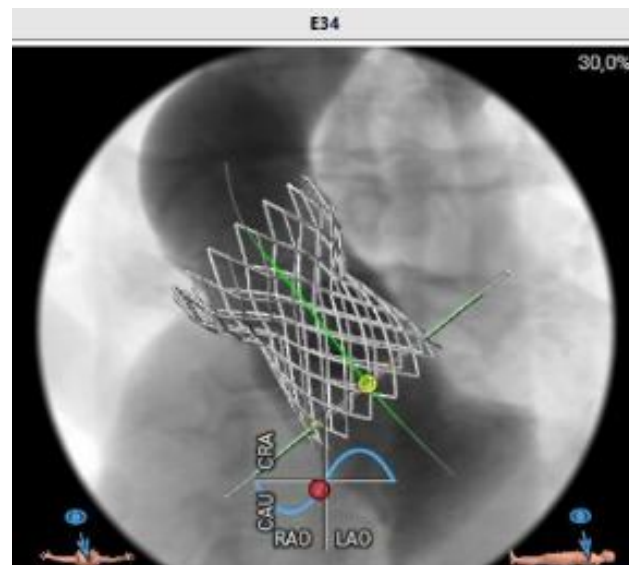
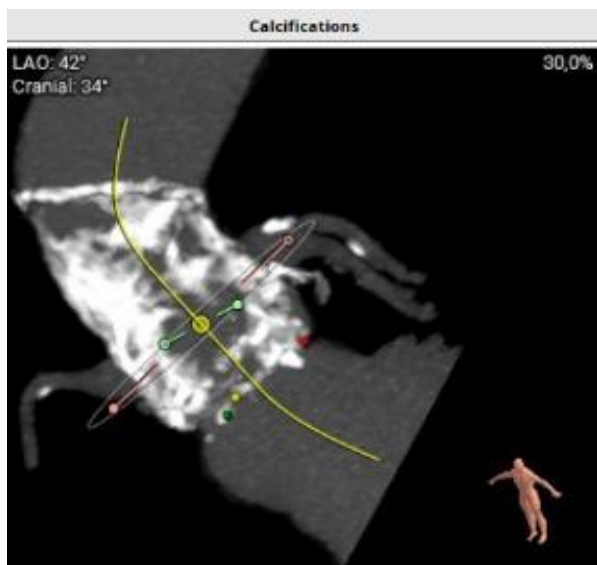
Společný odstup ACS a ACD

TAVI u aortální regurgitace

Nativní aortální chlopeň, degenerovaný aortální homograft

JenaValve pro léčbu AoR, nedostupná v ČR

Použití samoexpandibilní chlopeň a oversizing (velké rozdíly v systolickém a diastolickém diametru anulu při nepřítomnosti kalcifikací)



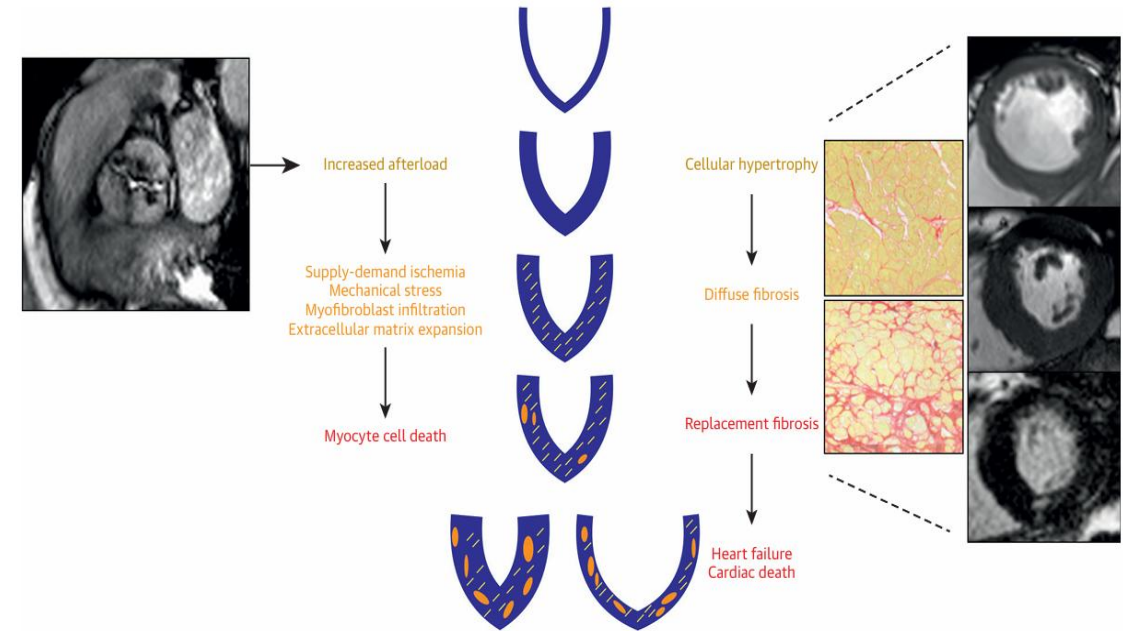
4.

Magnetická rezonance

Magnetická rezonance

- ♥ Hodnocení morfologie aortální chlopně
AVA planimetrie koreluje s TEE
- ♥ Zobrazení hrudní aorty
- ♥ Hodnocení LK (při horší TTE vyš.)
hypertrofie, objemy, funkce (EF, strain)
reverzní remodelace po výkonu, regrese
masy myokardu
detekce myokardiální fibrózy (T1 LGE u 27-51%)
difuzní (časnější fáze, reverzibilita dysfunkce LK)
fokální (pokročilé stadium, horší prognóza)
- ♥ Kvantifikace přidružených regurgitačních vad (MR,AR,TR)
- ♥ Hodnocení funkce PK
- ♥ Koincidence s TT amyloidózou a HKMP

CENTRAL ILLUSTRATION Summary of Left Ventricular Remodeling and Decompensation in Patients With Aortic Stenosis



Bing, R. et al. J Am Coll Cardiol Img. 2019;12(2):283-96.

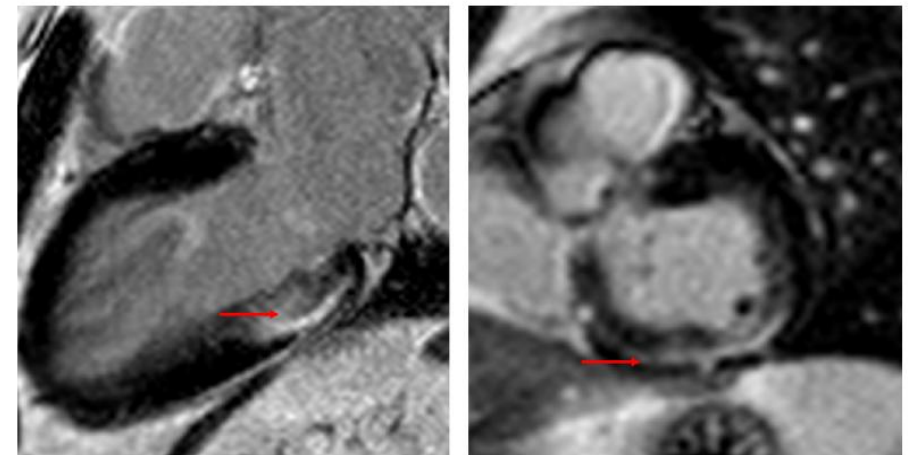
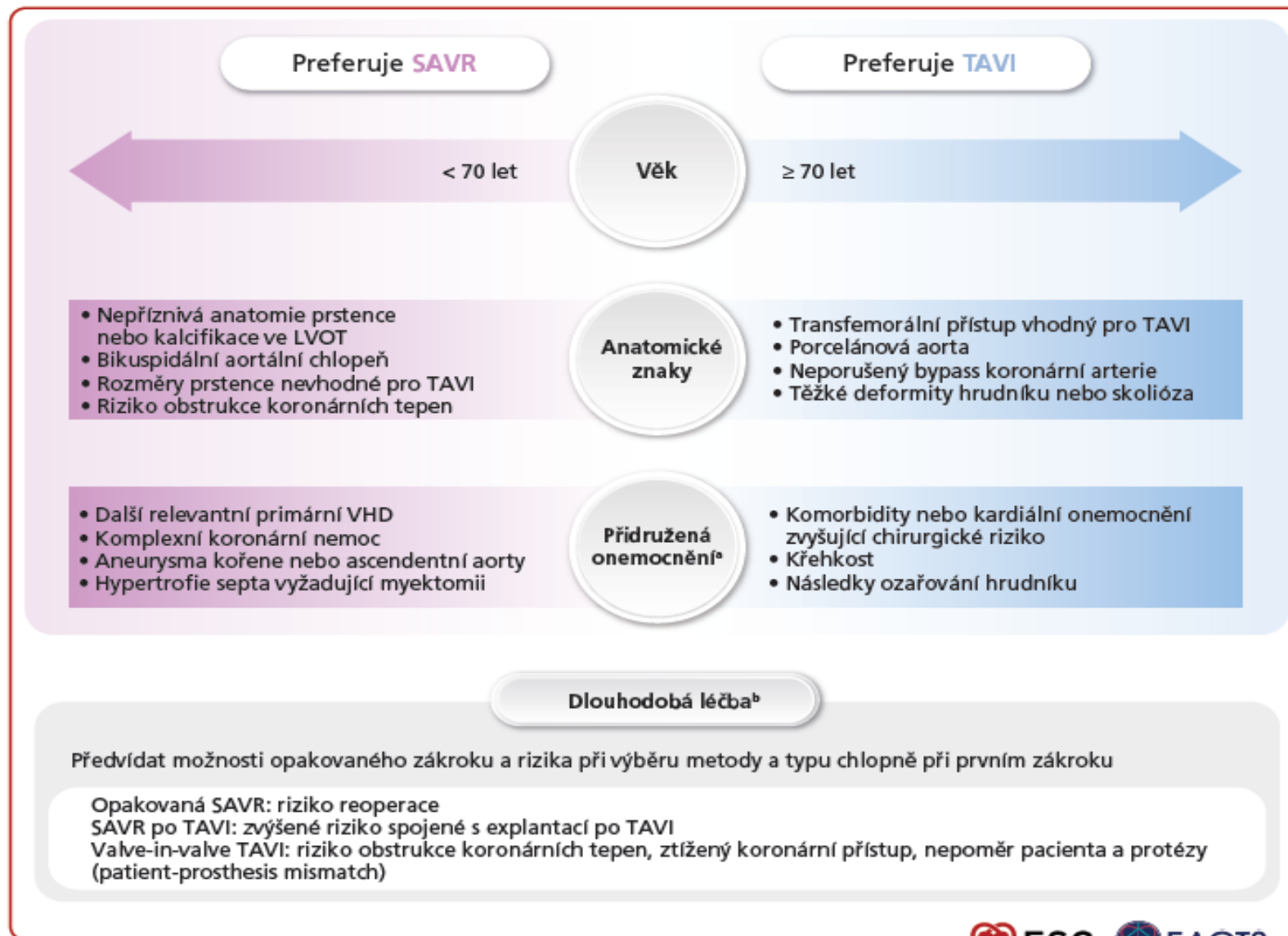


Figure 4 Aortic stenosis myocardial fibrosis in aortic stenosis. There is non-ischaemic late gadolinium enhancement in the basal inferolateral and inferior wall, where the subendocardium is spared (red arrow).

TAVI versus SAVR



Které intervenci na aortální chlopni patří do superspecializovaných center?

Katetrizační intervence

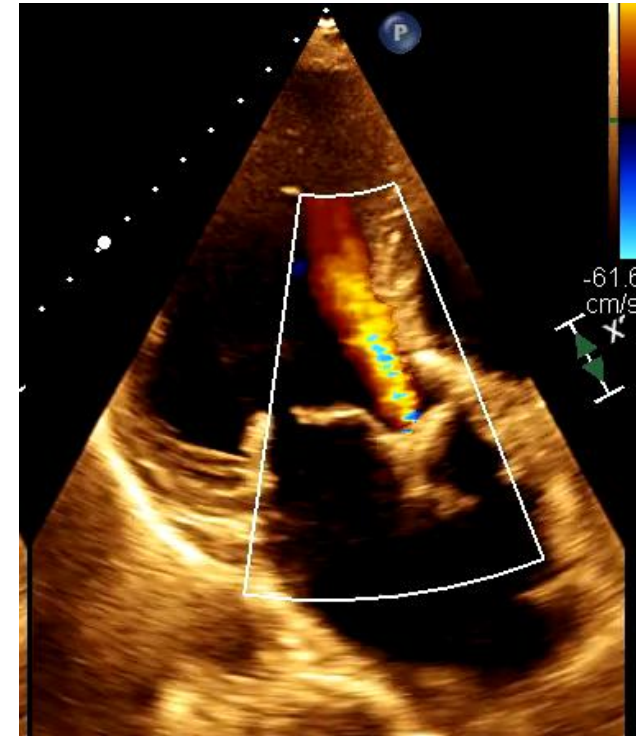
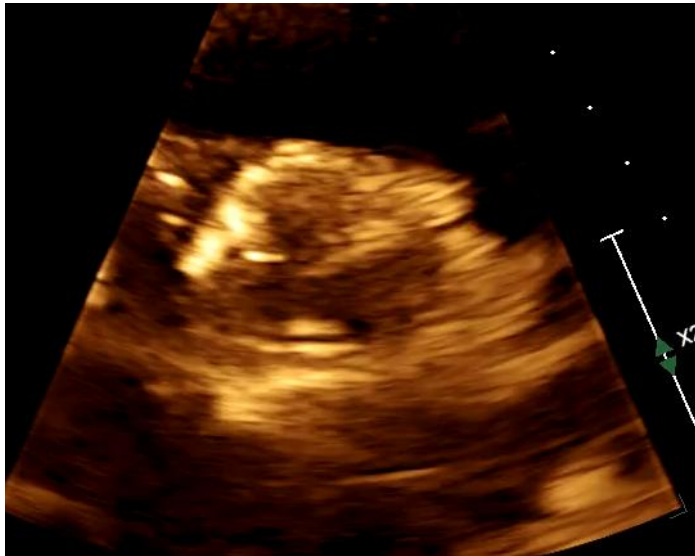
- Transfemorální TAVI u pacientů s vysoce rizikovými znaky
 - Nízce uložená ostia koronárních tepen
 - Obtížná anatomie femorálních tepen
 - Bikuspidální chlopeň
 - Závažné kalcifikace protrudující do LVOT
 - Závažné poškození funkce LK a/nebo PK
 - Čistá aortální regurgitace
 - Mnohočetné chlopenní postižení
 - Komplexní koronární nemoc
 - Závažné extrakardiální onemocnění (např. selhání ledvin, PH)
- Netransfemorální TAVI
- Valve-in-valve (včetně TAV-in-TAV)
- Všechny cípy modifikující procedury (BASILICA, LAMPOON atd.)
- Uzávěr paravalvulárního leaku

Kazuistika

Muž, v 52 letech ACB 3x (RD-IMA, RIA, RIVP)

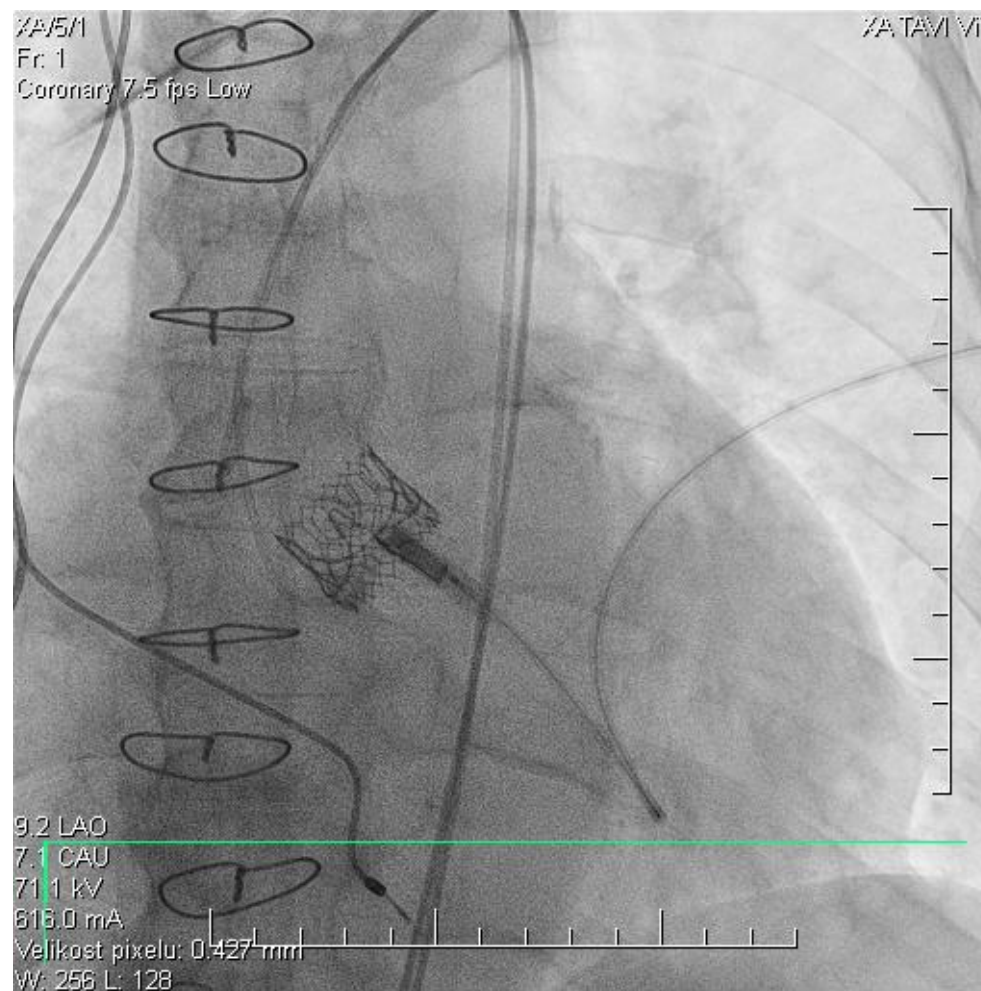
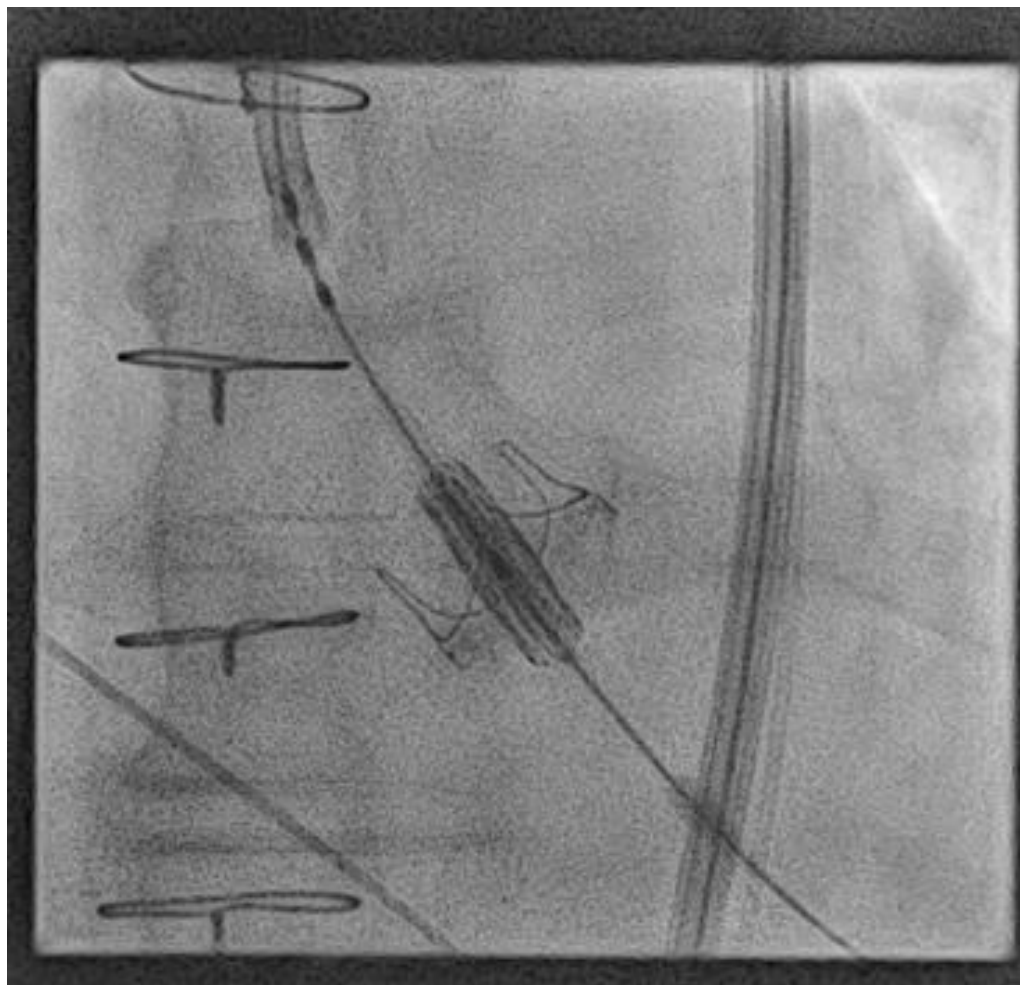
V 65 letech AVR Perimount 23+ náhrada AA Hemashield 28, reimplantace žilních ACB (RIVP, RIA)

V 78 letech významná degenerace AVR bio EF 15-20%, SV 40ml, Gr. 44/23 Reg, 1,5.st. centr.



Kazuistika

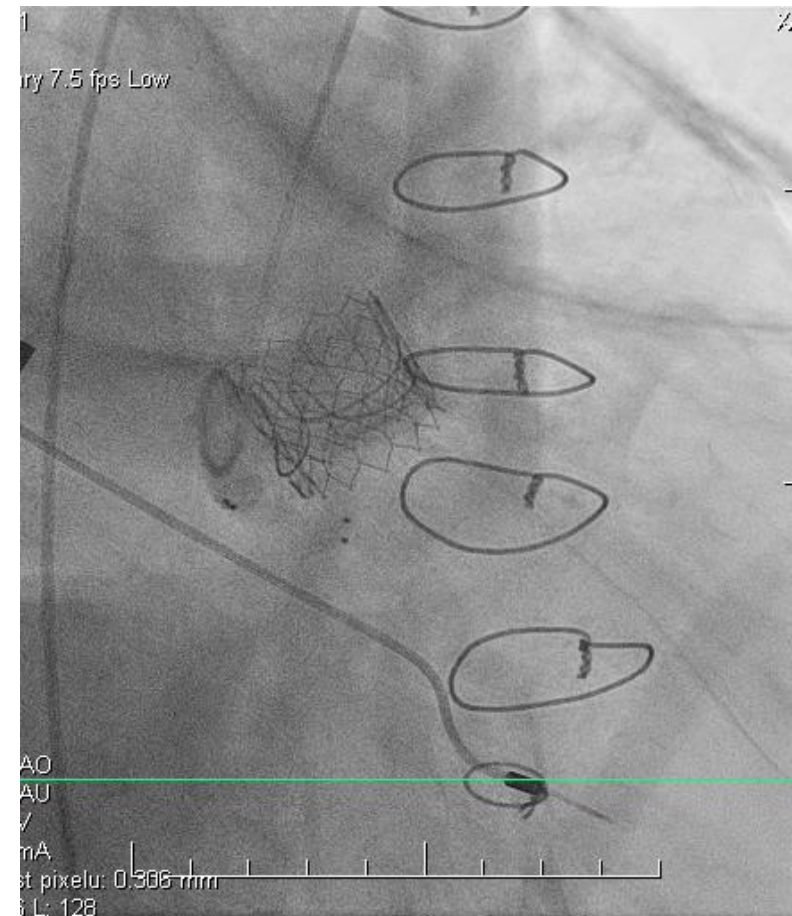
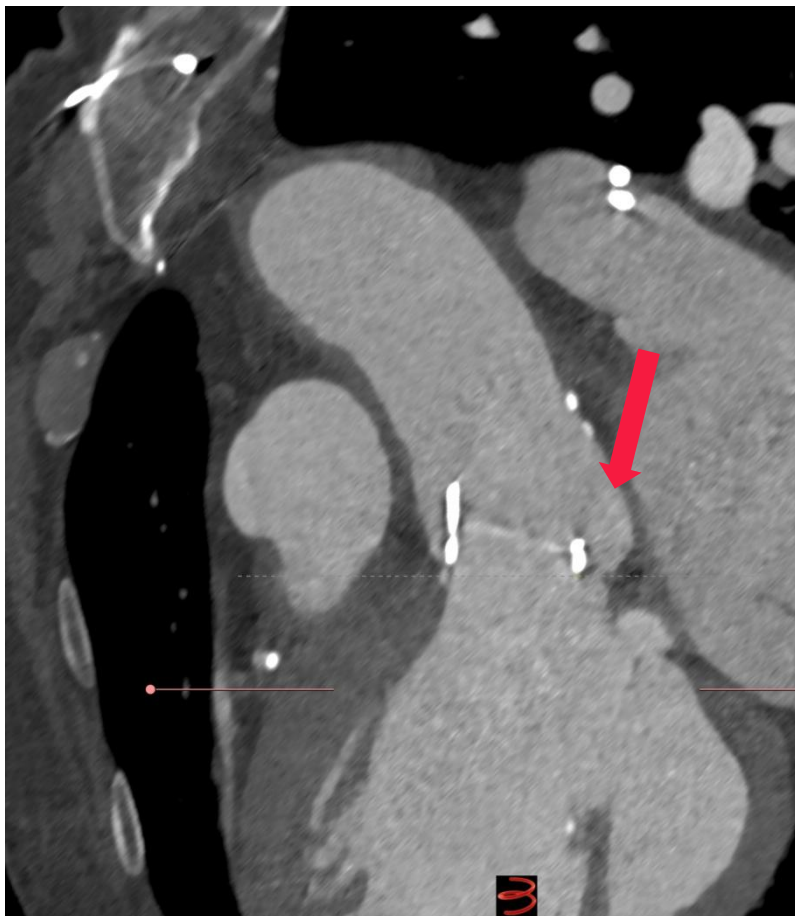
TAVI ViV SAPIEN vel. 23, pro AoR postdilatace
PVL vně chirurgické protězy



Kazuistika

PVL viditelný na CT před TAVi v oblasti NCC

Implantace 2 okluderů Amplatzer Vascular Plug 4 s vymizením PVL



Závěr

- ♥ TTE je základní metoda k potvrzení významnosti aortální stenózy a přidružených vad.
- ♥ CT je klíčové pro plánování intervencí - anatomie, schůdnost, výběr typu chlopně a přístupových cest.
- ♥ TEE, DSE a CT kalciové skóre doplňujeme při nejasném a diskrepantním nálezu.
- ♥ Katetrizační vyšetření a MR mají selektivní význam při komplexním zhodnocení pacienta.
- ♥ Multimodalitní zobrazení umožňuje optimální diagnostiku, rizikovou stratifikaci a plánování léčby.
- ♥ Komplexní intervence patří do vysoce specializovaných center.

Děkuji za pozornost.

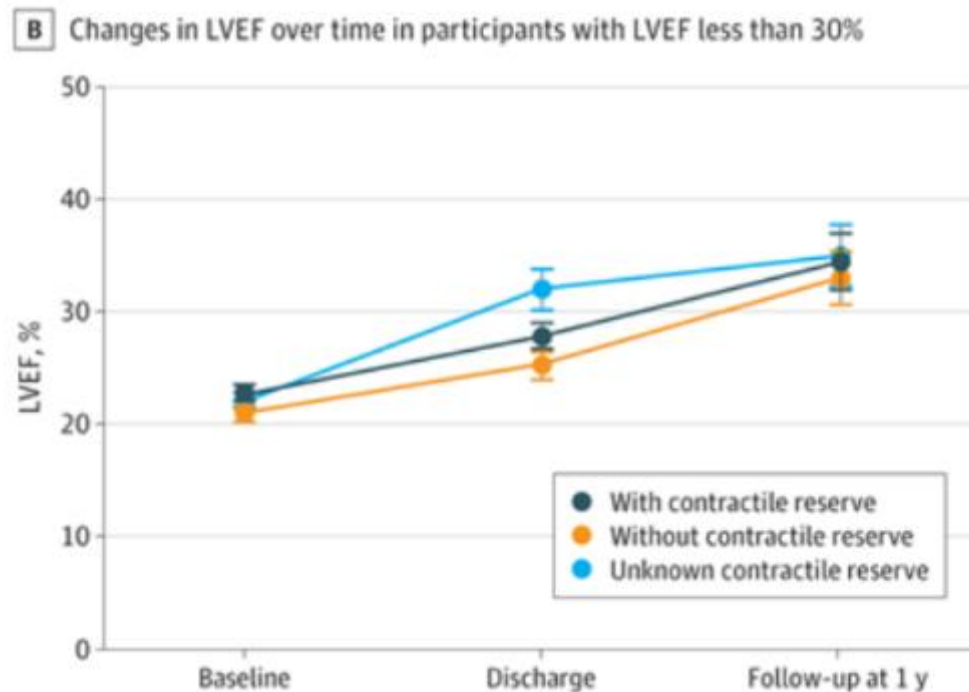
daniela.zakova@cktch.cz



@cktch.brno /CKTCH Brno www.cktch.cz

TOPAS-TAVI registry

Zlepšení EF po TAVI bylo nezávislé na přítomnosti kontraktilní rezervy u pacientů s LF-LG AoS a EF < 30%



Doporučení pro indikaci intervenčního řešení u pacientů s kombinací střední aortální stenózy a středně významné aortální regurgitace

Doporučení	Třída doporučení	Úroveň důkazů
Intervence je doporučena u symptomatických pacientů s kombinací střední AS ^a a středně významné regurgitace při středním gradientu ≥ 40 mm Hg nebo $V_{\max} \geq 4,0$ m/s.	I	B
Intervence je doporučena u asymptomatických pacientů s kombinací střední AS ^a a středně významné regurgitace při $V_{\max} \geq 4,0$ m/s a EF LK < 50 %, která není podmíněna jinou srdeční chorobou.	I	C

ESC 2025 GL

Symptomatická aortální stenóza		
Intervence je doporučena u symptomatických nemocných s těžkou aortální stenózou s vysokým gradientem (střední gradient ≥ 40 mm Hg, $V_{\max} \geq 4$ m/s a AVA ≤ 1 cm ² [nebo $\leq 0,6$ cm ² /m ² BSA]).	I	B
Intervence je doporučena u symptomatických nemocných s AS s nízkým průtokem ($SVi \leq 35$ ml/m ²), nízkým gradientem < 40 mm Hg a sníženou EF LK (< 50 %) po pečlivém potvrzení těžké AS.	I	B
Intervence by měla být zvážena u symptomatických nemocných s těžkou AS s nízkým průtokem ($SVi \leq 35$ ml/m ²) a nízkým gradientem (< 40 mm Hg) s normální EF LK (≥ 50 %) po pečlivém potvrzení těžké AS. ^a	IIa	B
Asymptomatictí pacienti s těžkou aortální stenózou		
Intervence je doporučena u asymptomatických pacientů s těžkou AS a EF LK < 50 %, pokud dysfunkce není způsobena jinou příčinou.	I	B
Intervence by měla být zvážena u asymptomatických pacientů (potvrzeno normálním zátěžovým testem, je-li to možné) s těžkou AS s vysokým gradientem a EF LK ≥ 50 % jako alternativa k pečlivému aktivnímu sledování, pokud je riziko zákroku nízké.	IIa	A
Intervence by měla být zvážena u asymptomatických pacientů s těžkou AS a EF LK ≥ 50 %, pokud je procedurální riziko nízké a je přítomen alespoň jeden z následujících parametrů: • velmi těžká AS (střední gradient ≥ 60 mm Hg nebo $V_{\max} > 5$ m/s), • těžká kalcifikace aortální chlopně (ideálně stanovené CT) a progresse $V_{\max} \geq 0,3$ m/s/rok, • významně zvýšený BNP/NT-proBNP ($>$ trojnásobné zvýšení oproti normální hodnotě pro daný věk a pohlaví potvrzené opakovaným měřením, bez jiné vysvětlující příčiny), • EF LK < 55 % bez jiné vysvětlující příčiny.	IIa	B
Intervence by měla být zvážena u asymptomatických pacientů s těžkou aortální stenózou a trvalým poklesem krevního tlaku o > 20 mm Hg během zátěžového testu.	IIa	C