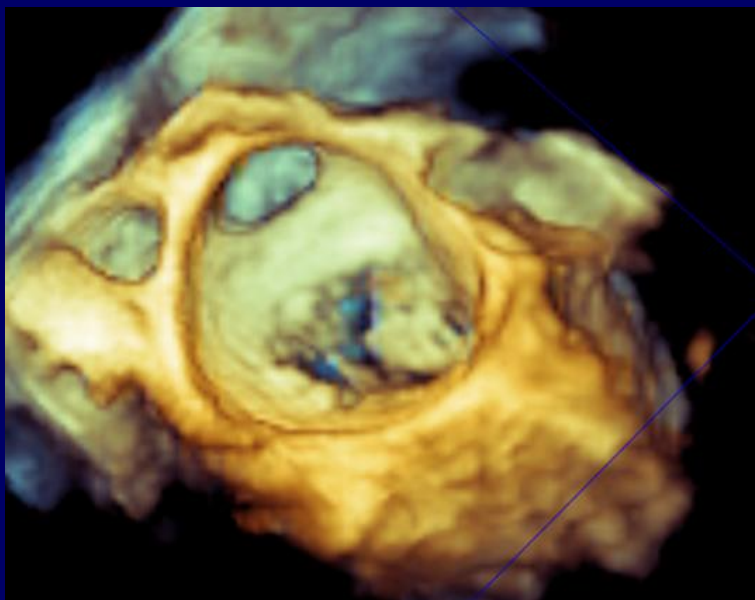


Multimodální zobrazování levé síně a ouška levé síně (EACVI 2025)



Doc. MUDr. Dan MAREK, Ph.D., FESC

Interní oddělení nemocnice AGEL Přerov, SMN a.s.

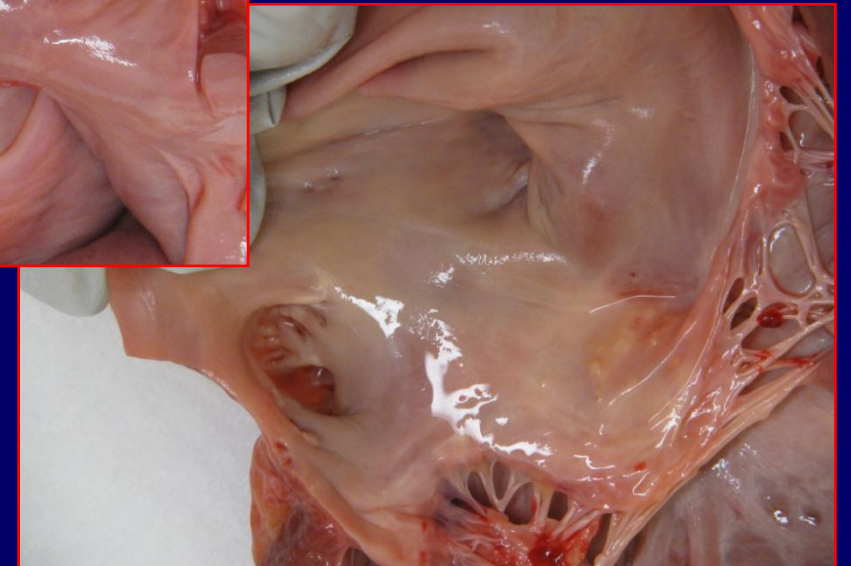
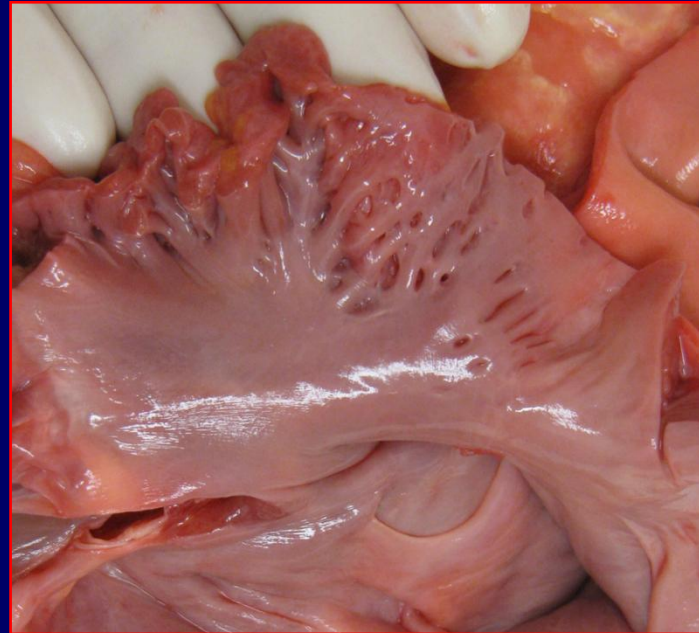
I. interní klinika – kardiologická, LFUP a FN Olomouc

The role of multi-modality imaging for the assessment of left atrium and left atrial appendage: a clinical consensus statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), European Heart Rhythm Association (EHRA) of the European Society of Cardiology (ESC)

Leyla Elif Sade ^{1,2*}, Francesco Fluvio Faletra³, Gianluca Pontone^{4,5}, Bernhard Lothar Marie Gerber⁶, Denisa Muraru ^{7,8}, Thor Edvardsen ^{9,10}, Bernard Cosyns¹¹, Bogdan A. Popescu¹², Allan Klein ¹³, Thomas H. Marwick¹⁴, Matteo Cameli¹⁵, Muhamed Saric¹⁶, Liza Thomas ^{17,18,19}, Nina Ajmone Marsan ²⁰, Ricardo Fontes-Carvalho^{21,22}, Tomaz Podlesnikar^{23,24}, Marianna Fontana²⁵, Andre La Gerche²⁶, Steffen Erhard Petersen^{27,28}, Sarah Moharem-Elgamal²⁹, Marcio Sommer Bittencourt^{1,2}, Mani A. Vannan³⁰, Michael Glikson³¹, Petr Peichl ³², Hubert Cochet³³, Ivan Stankovic ³⁴, and Erwan Donal ³⁵

Levá síň není jen rozměr a objem...

- Tělo (vtok, výtok)
- Ouško
- Plicní žíly
- funkce síně
- atriální kardiopatie –
primární myopatie /
sekundární postižení



Definice LA kardiopatie

- LA kardiopatie zahrnuje fibrózu, dilataci, dysfunkci a elektrické změny.
- Zvyšuje riziko fibrilace síní a tromboembolie
- tuhost LA: $E/e'/LASr$

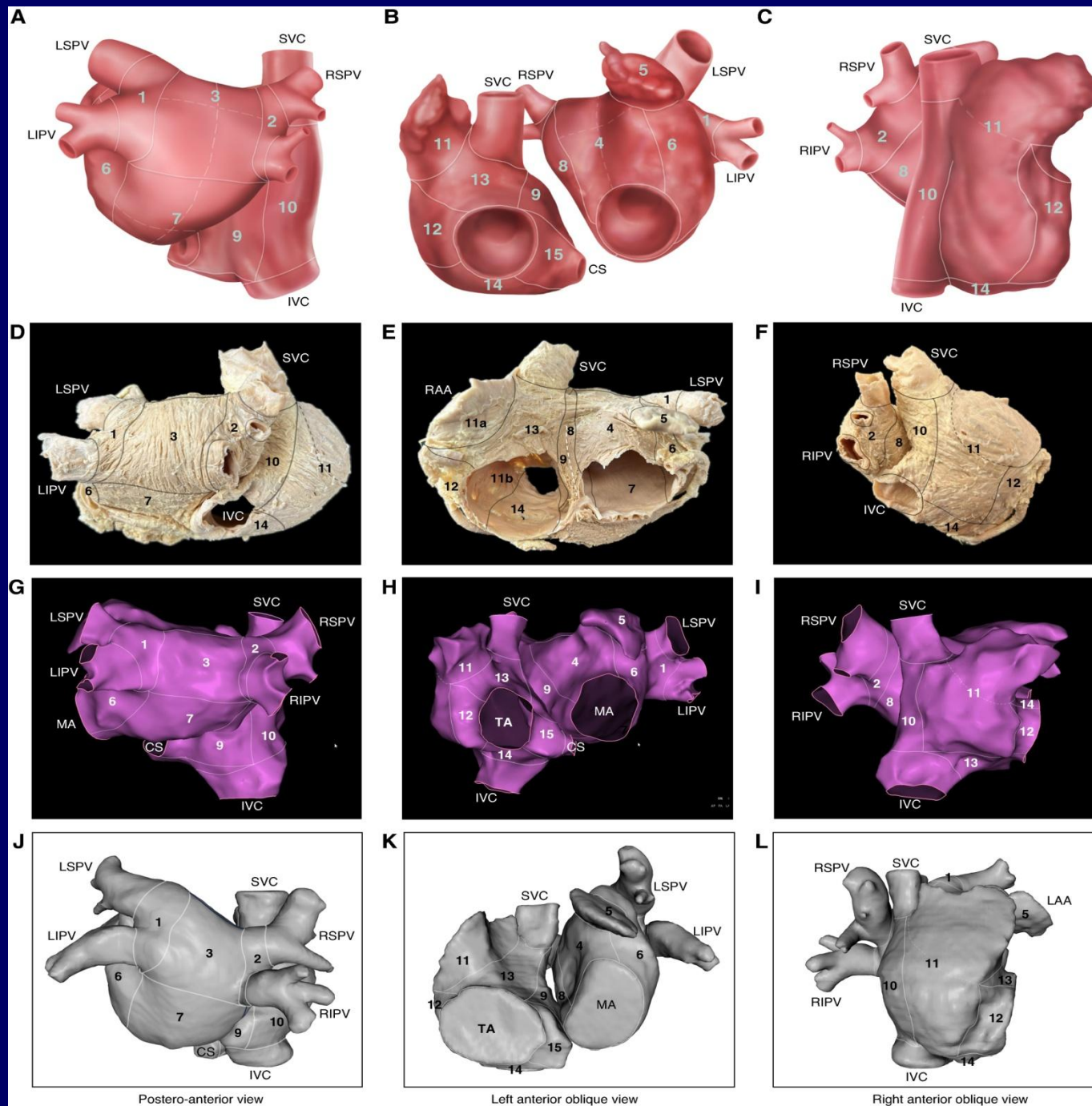


Figure 6 (Central illustration): 15-segment bi-atrial model.

JOURNAL ARTICLE

Regionalization of the atria for 3D electroanatomical mapping, cardiac imaging, and computational modelling: a clinical consensus statement of the European Heart Rhythm Association and the European Association of Cardiovascular Imaging of the ESC

Till F Althoff ✉, Robert H Anderson, Christian Goetz, Steffen E Petersen, Patricia Martínez Díaz, Robin Nijveldt, Pal Maurovich-Horvat, Jeroen Bax, Sachal Hussain, Constanze Schmidt ... [Show more](#)

[Author Notes](#)

EP Europace, Volume 27, Issue 7, July 2025, euaf134,

<https://doi.org/10.1093/europace/euaf134>

Published: 30 July 2025 **Article history** ▼

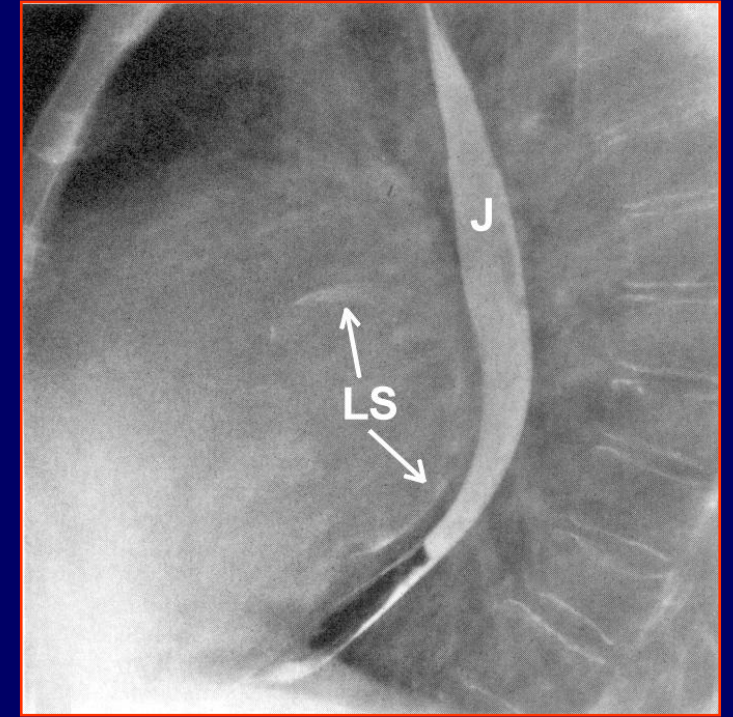
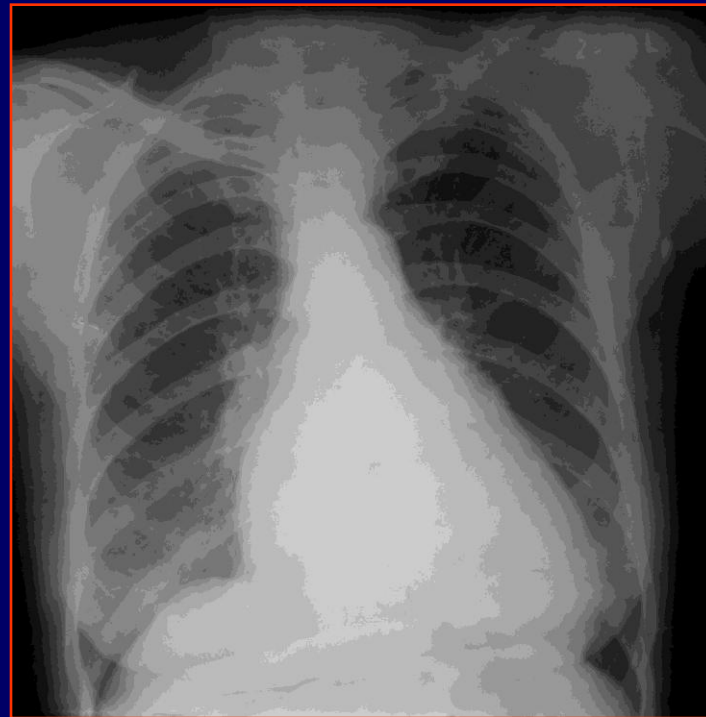
EHRA + EACVI 2025

Europace, Volume 27, Issue 7, July 2025, euaf134

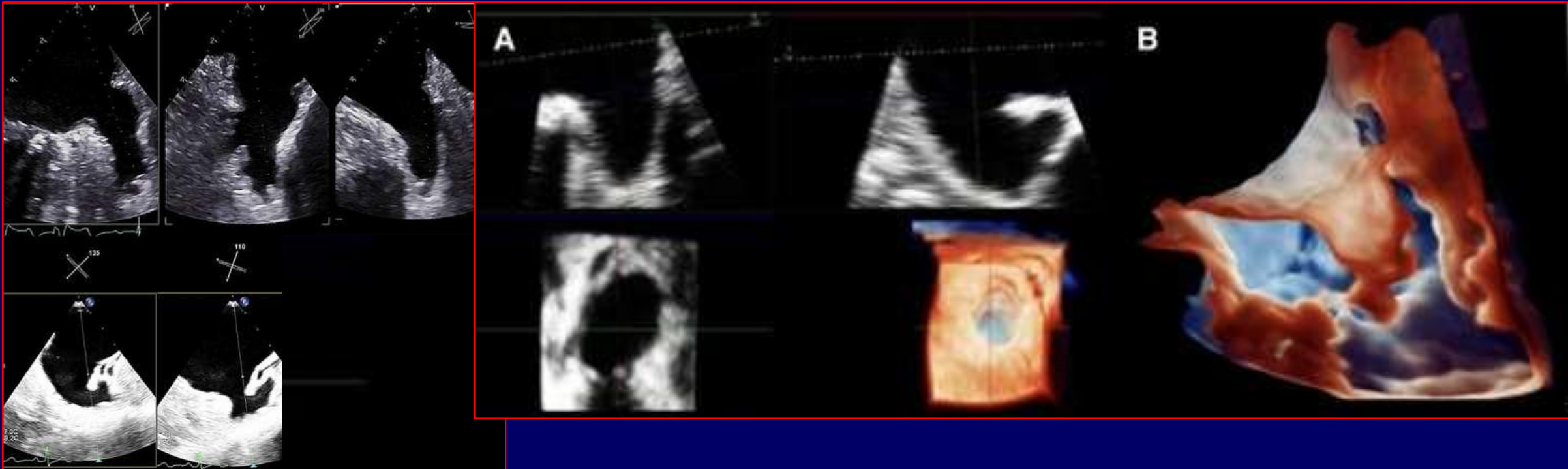
The content of this slide may be subject to copyright; please see the slide notes for details.

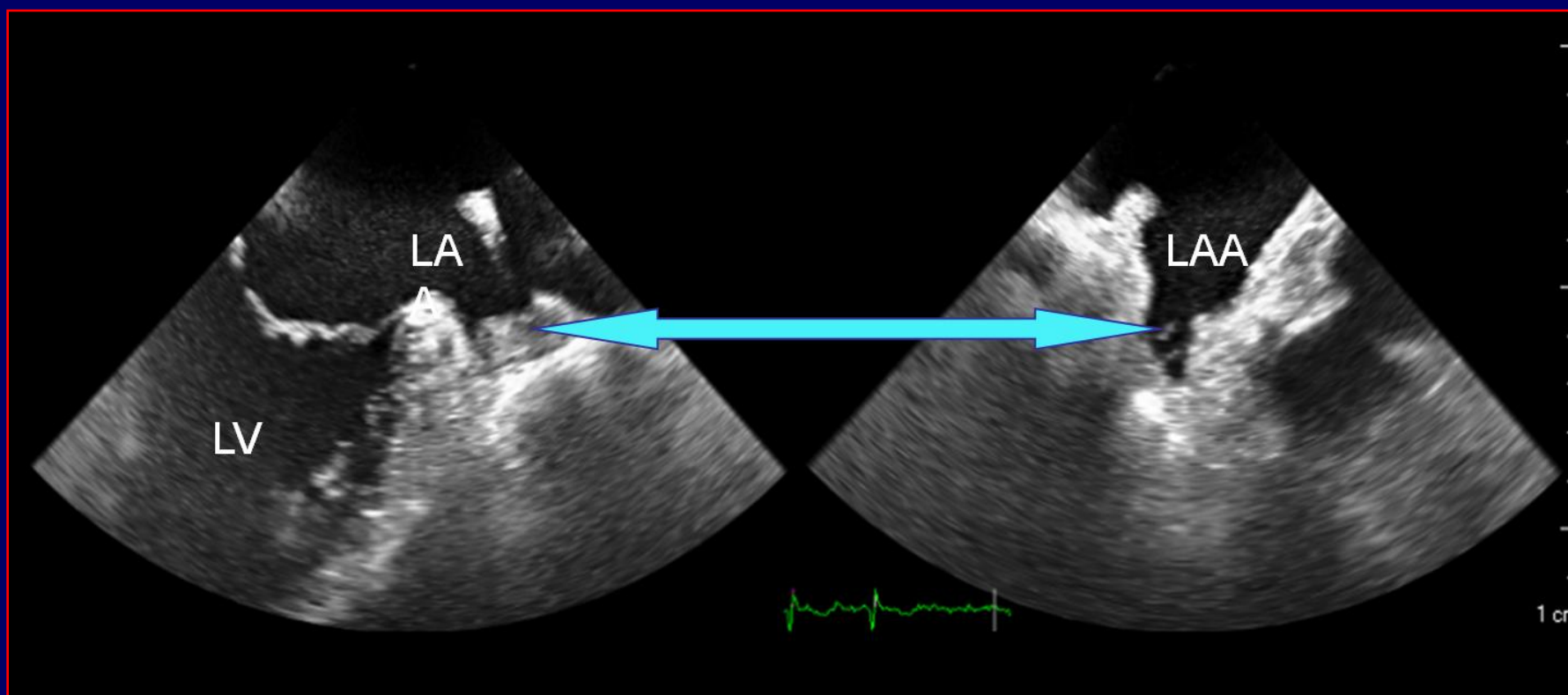
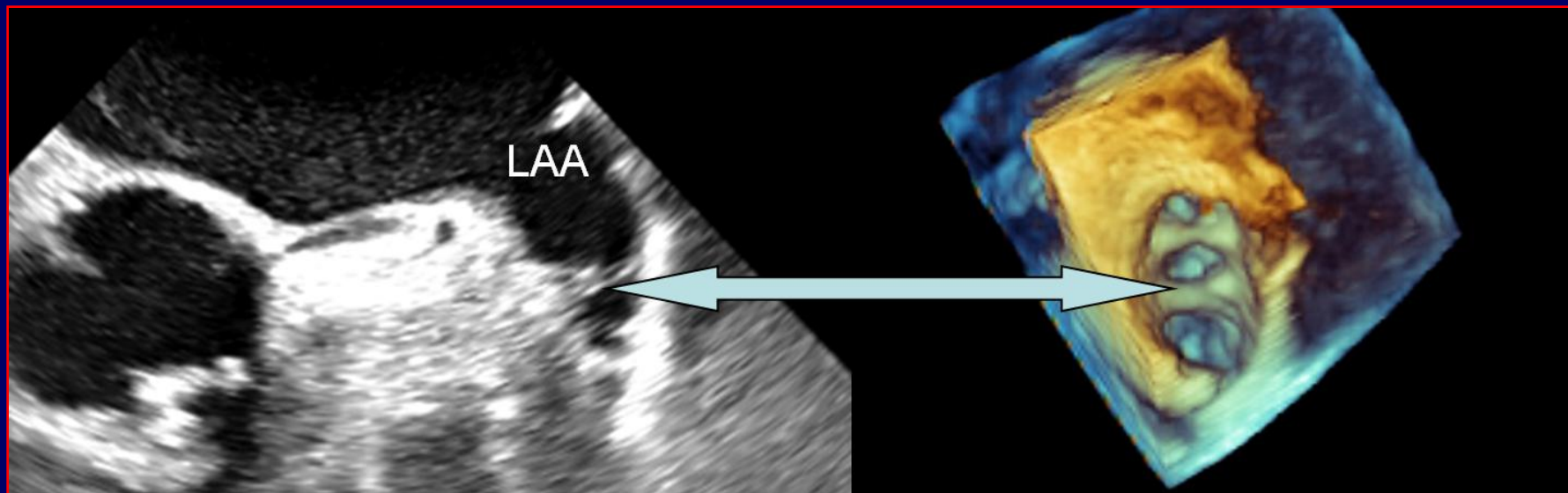
Zobrazovací metody

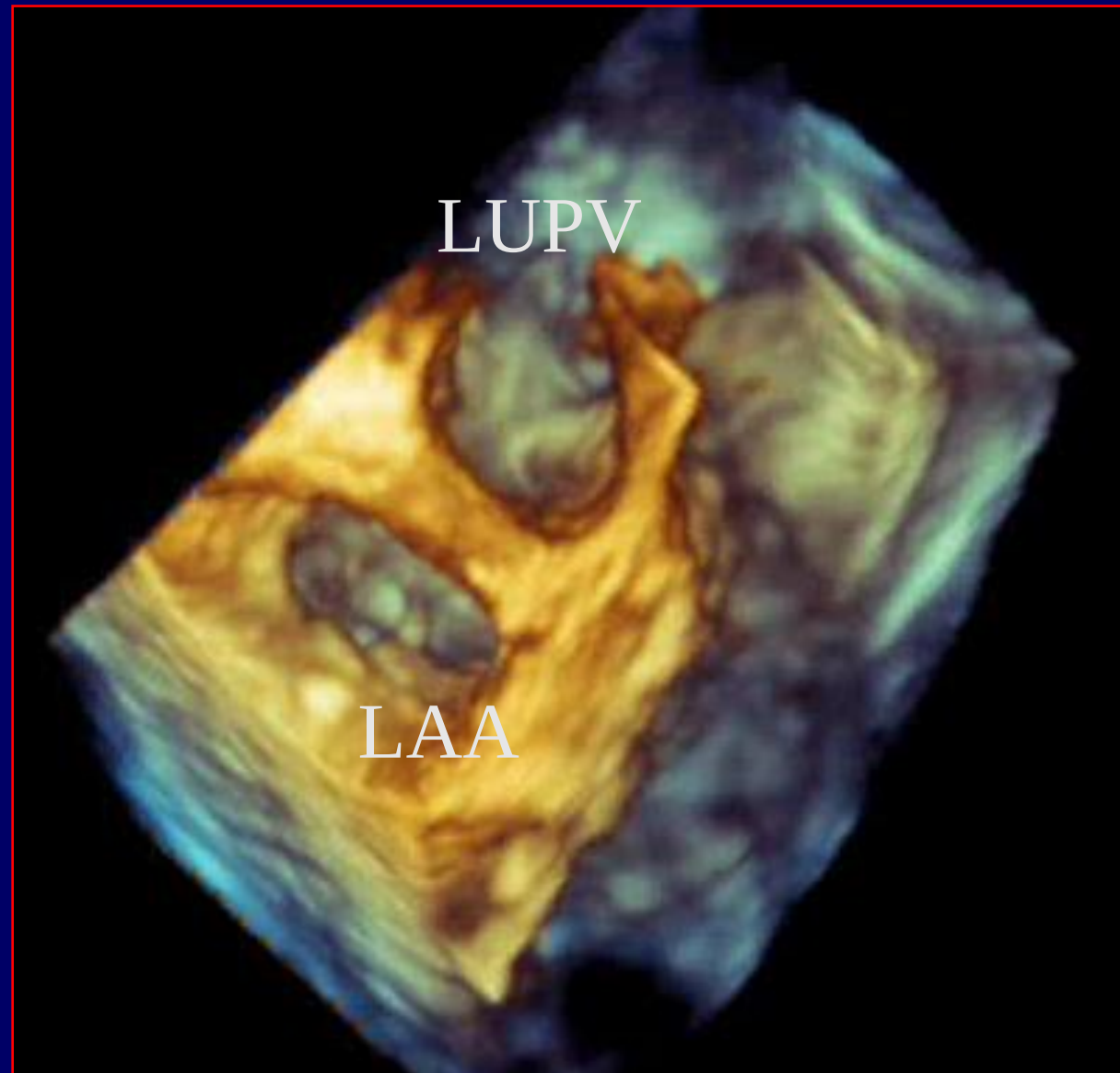
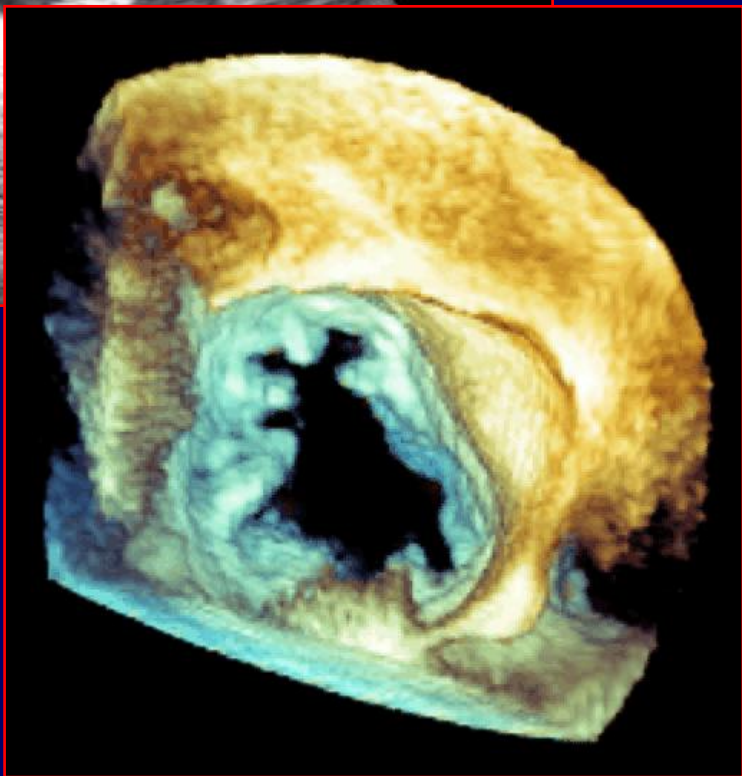
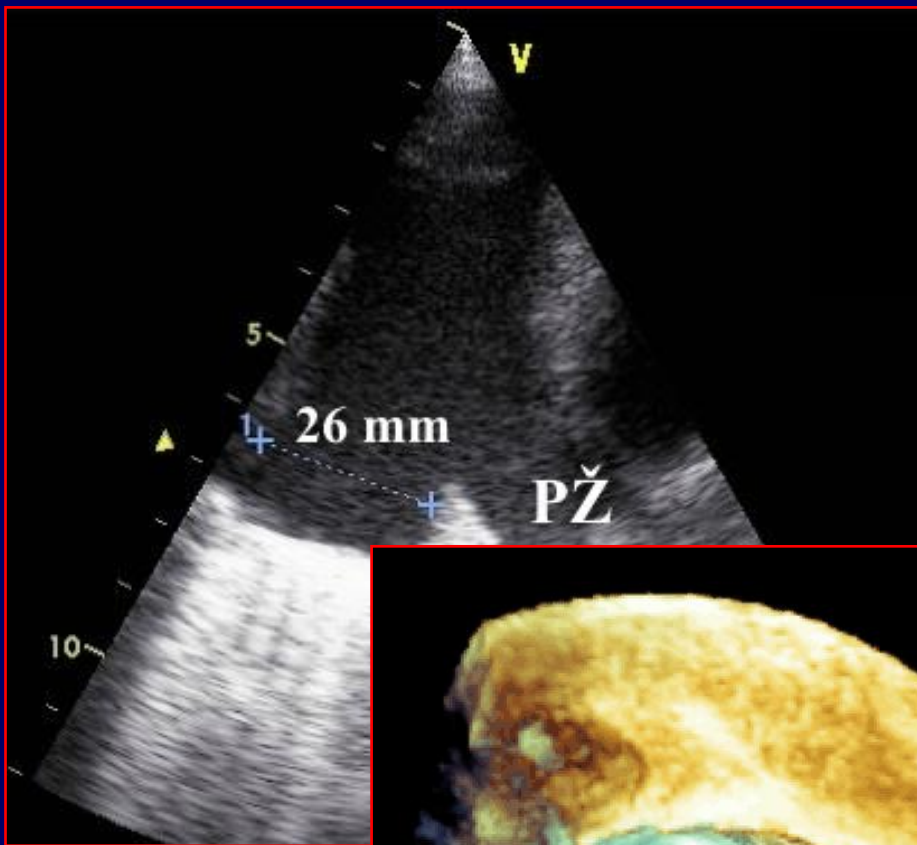
- echo
- CT
- MR
- PET
- EAM
- merge



Echokardiografie

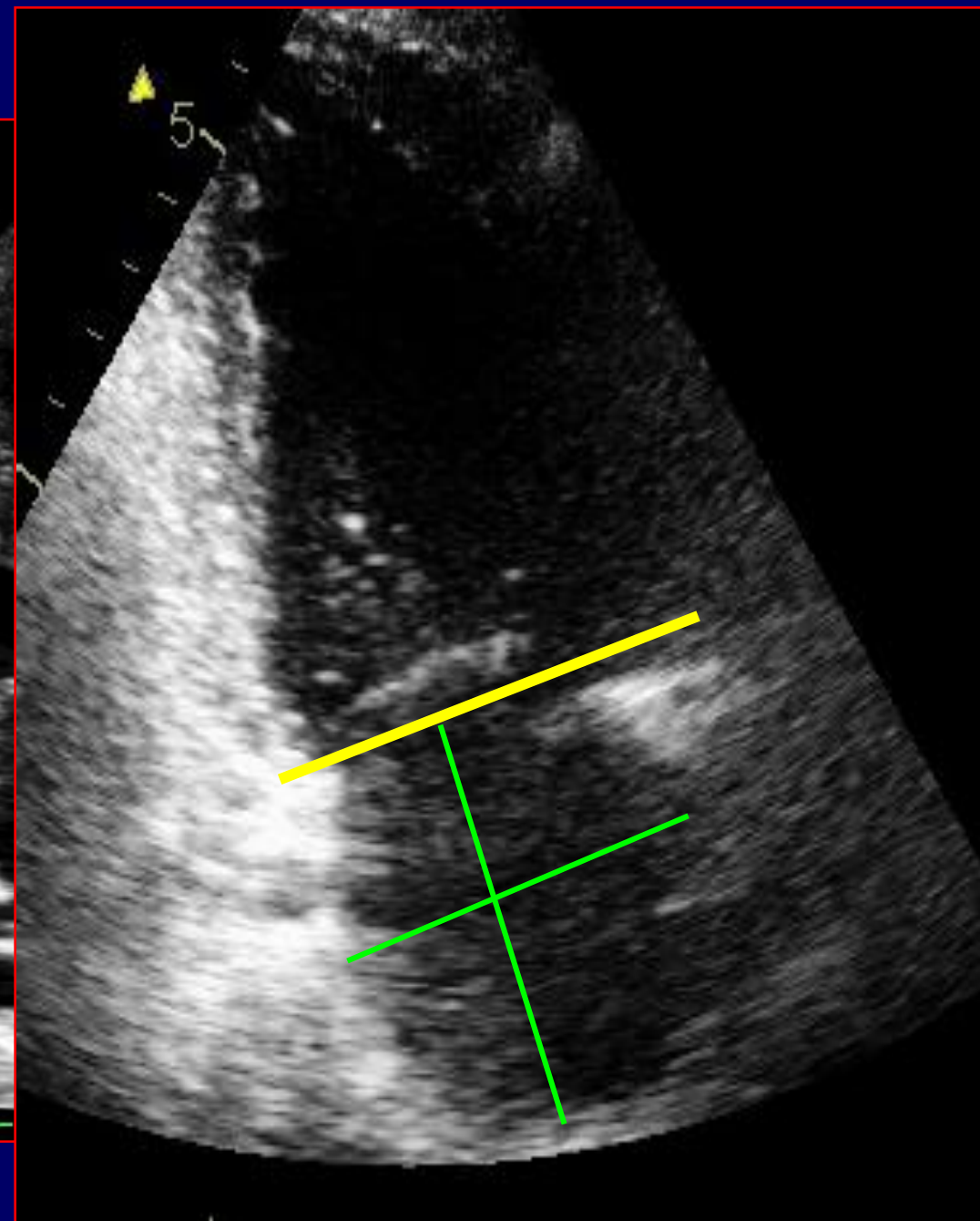
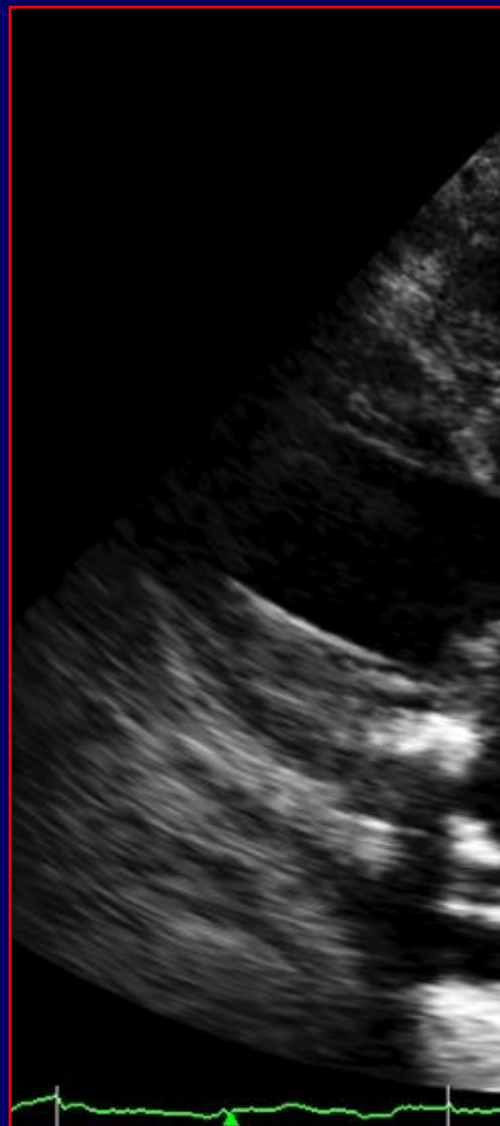
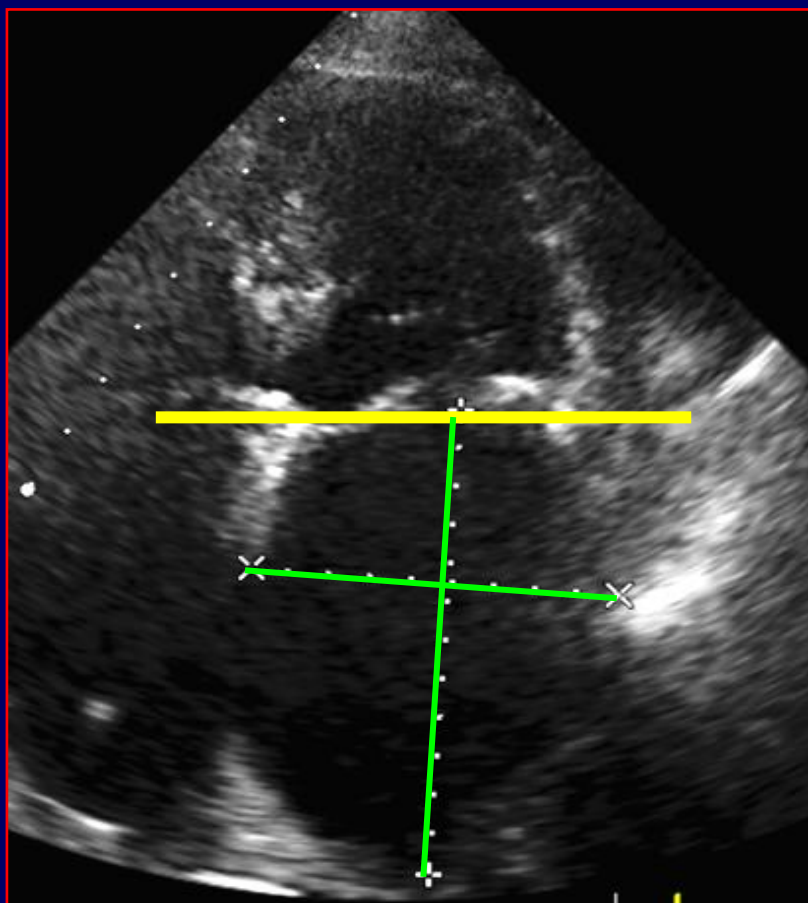






Pravidla pro měření LA – EACVI 2015 = 2025

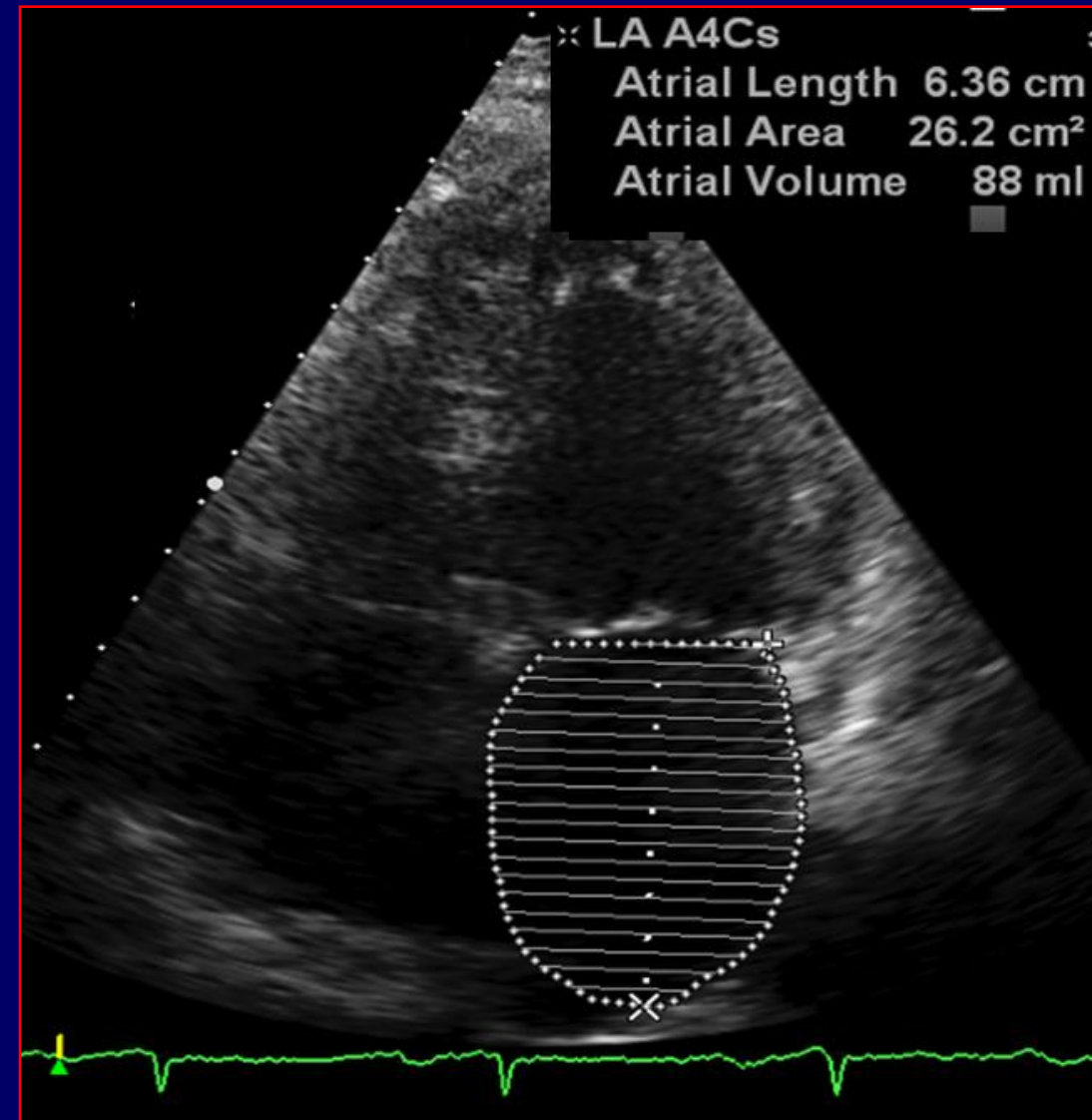
- TTE x TEE (ne)
- Endsystola LV
- Jiná rovina akvizice než LV: Nejširší krátká osa a stejně dlouhé osy BP
- Exkluze ouška a pž
- Rovina Mi anulu



ASE 2005 = EACVI 2015 = 2025

Posouzení velikosti předsíní - objem

- $LAV = (0.85 \times A1 \times A2) / L$
- $LAV = D1 \times D2 \times D3 \times 0,523$
- $LAV = \pi/4 \times \Sigma(1 \text{ až } n) \times S1.S2 \times L/n$
(= Simpson – preferenční způsob)
- u zdravých závisí na:
 - věk
 - pohlaví
 - rasa
 - fyzický trénink



Pravidla pro měření LA – EACVI 2015 / 2025

- 2015 doporučeno 2DE (3DE nemělo ještě validované hodnoty), M a Ž měly stejné hodnoty
- 2025 jsou již stanoveny normy pro 3DE, rozdílné pro M a Ž

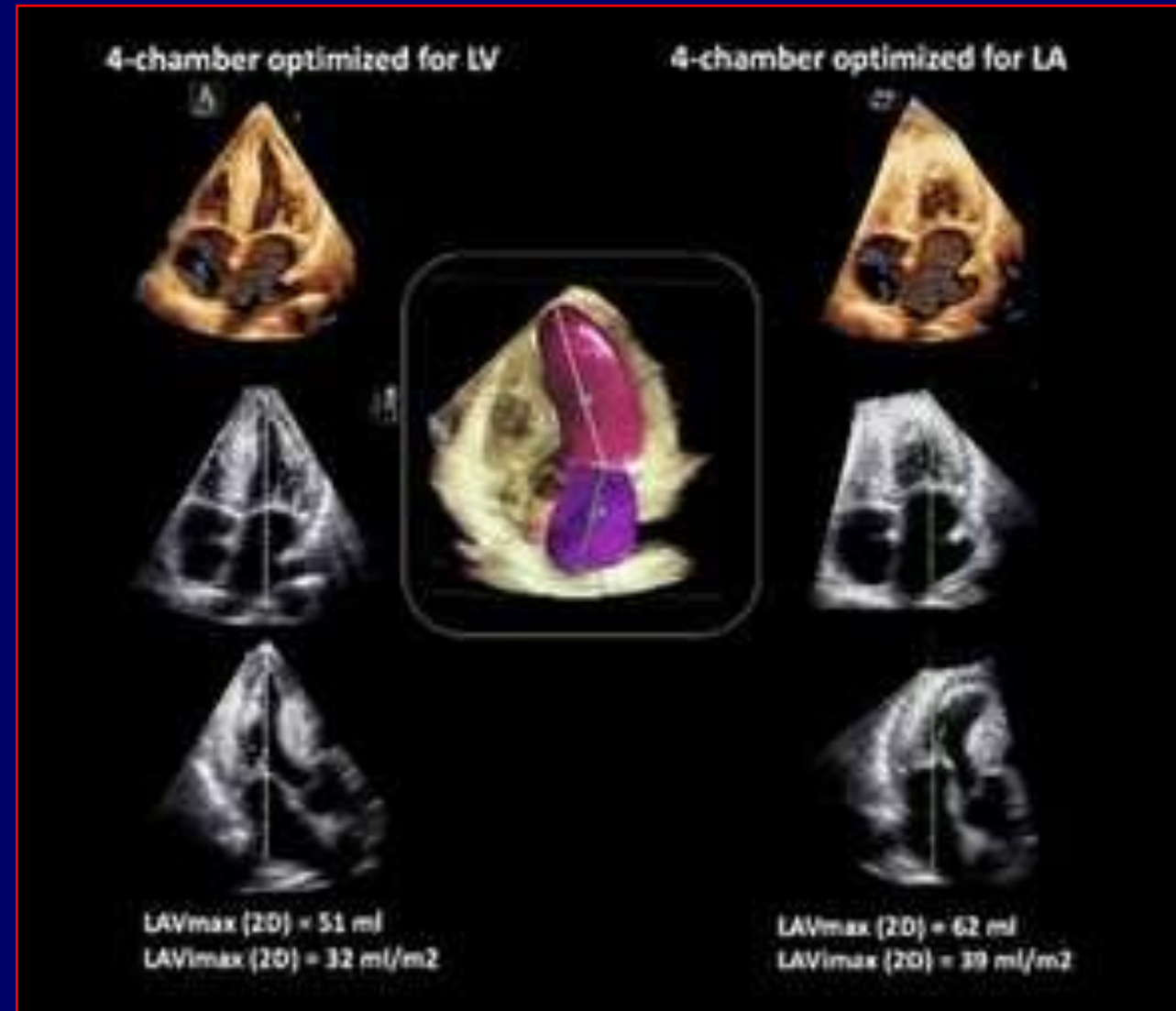
Table 2 Reference echocardiographic values of LA volumes¹³

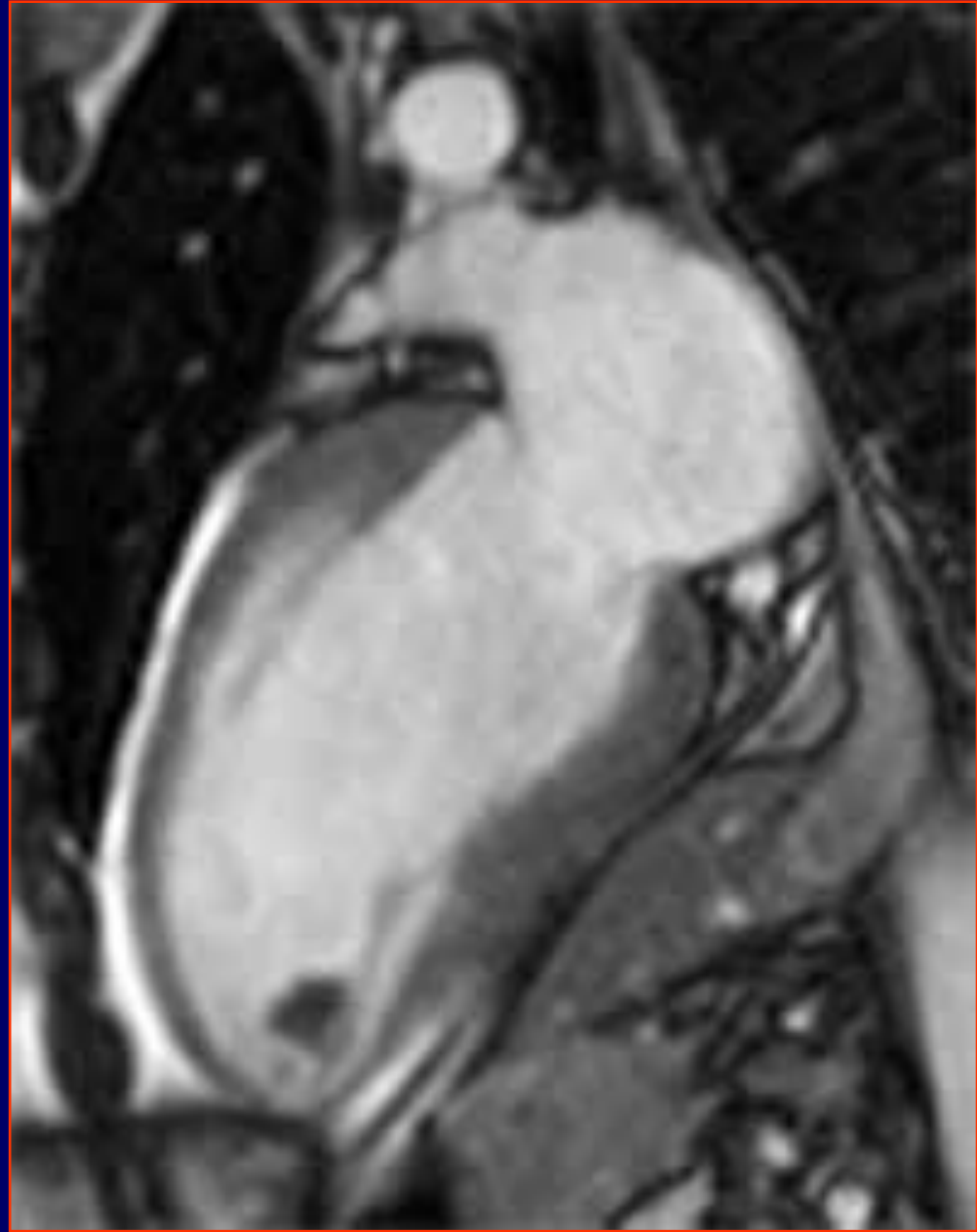
	3D			2D
	Women	Men	Overall	Overall
LAVI _{max} (mL/m ²)	31 (27–45)	31 (19–52)	32 (28–36)	24 (21–28)
LAVI _{min} (mL/m ²)	10 (5–18)	11 (4–21)	10 (5–12)	8 (6–10)
LAVI _{preA} (mL/m ²)	18 (10–30)	18 (9–32)	18 (14–21)	14 (12–18)
Total LAEF (%)	68 (53–79)	66 (51–80)	67 (53–71)	67 (62–74)
Active LAEF (%)	40 (18–61)	41 (20–60)	41 (35–48)	46 (39–53)
Passive LAEF (%)	45 (22–60)	43 (23–61)	44 (38–49)	41 (32–48)

Values are given as median (Interquartile range). Abbreviations: LAVI, left atrial volume index; max, maximum; min, minimum.

Transtorakální echokardiografie – role a limity 2025

- Simpson přesnější než area/length
- 2DE dá menší objemy než 3DE, hranice 34ml/m² ale platí pro 2D.
- „Současné softwarové package pro 3DE LA volume se hodně ve výsledcích blíží CMR, rozdíly jsou klinicky nevýznamné.“



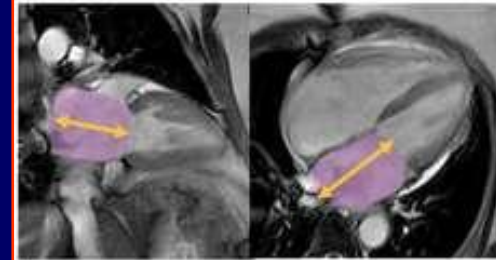


CMR

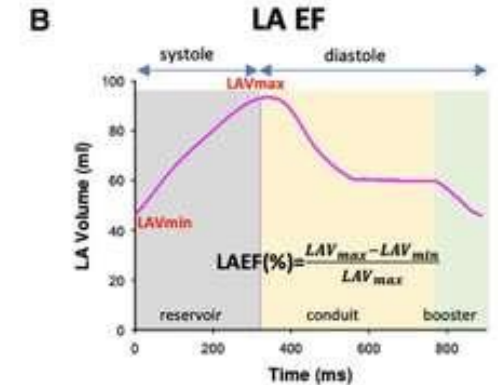
- anatomie a funkce,
- hodnocení fibrózy
- strain
- detekce intraatriální trombózy

Anatomy

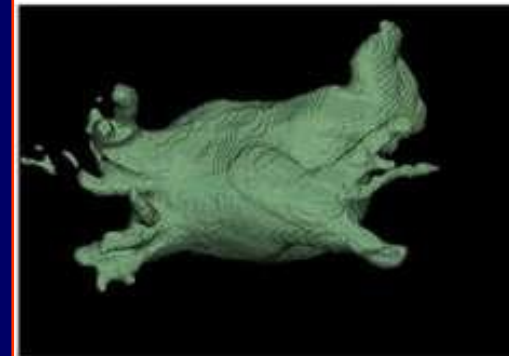
A LA Size/Volumes



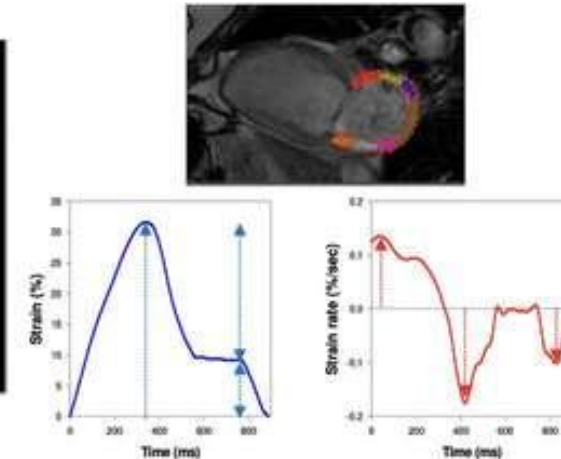
Function



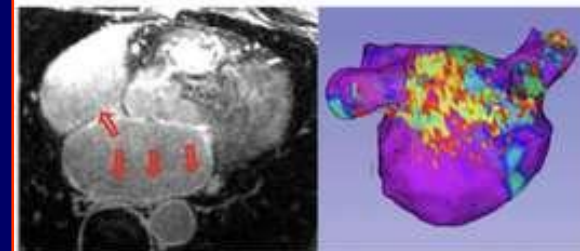
C MR angiography



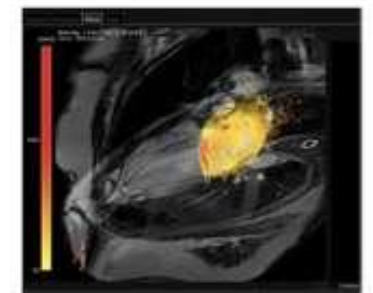
D LA Strain and Strain Rate



E Left atrial fibrosis



F LA 4D flow velocity



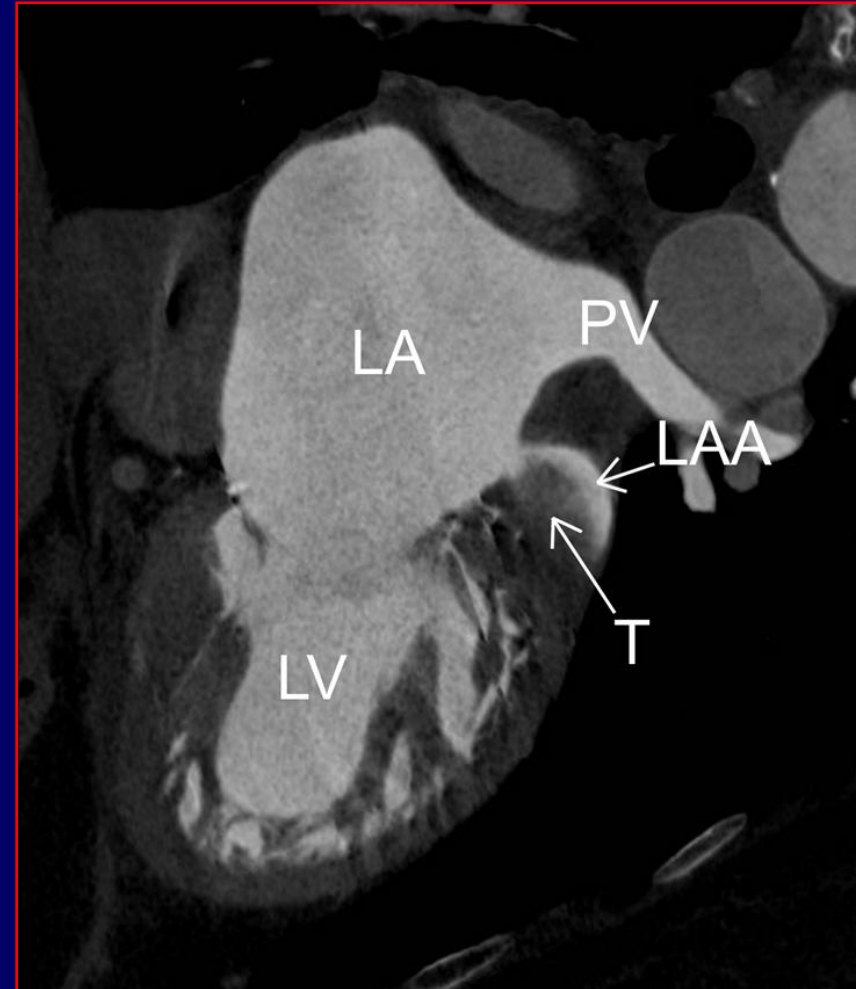
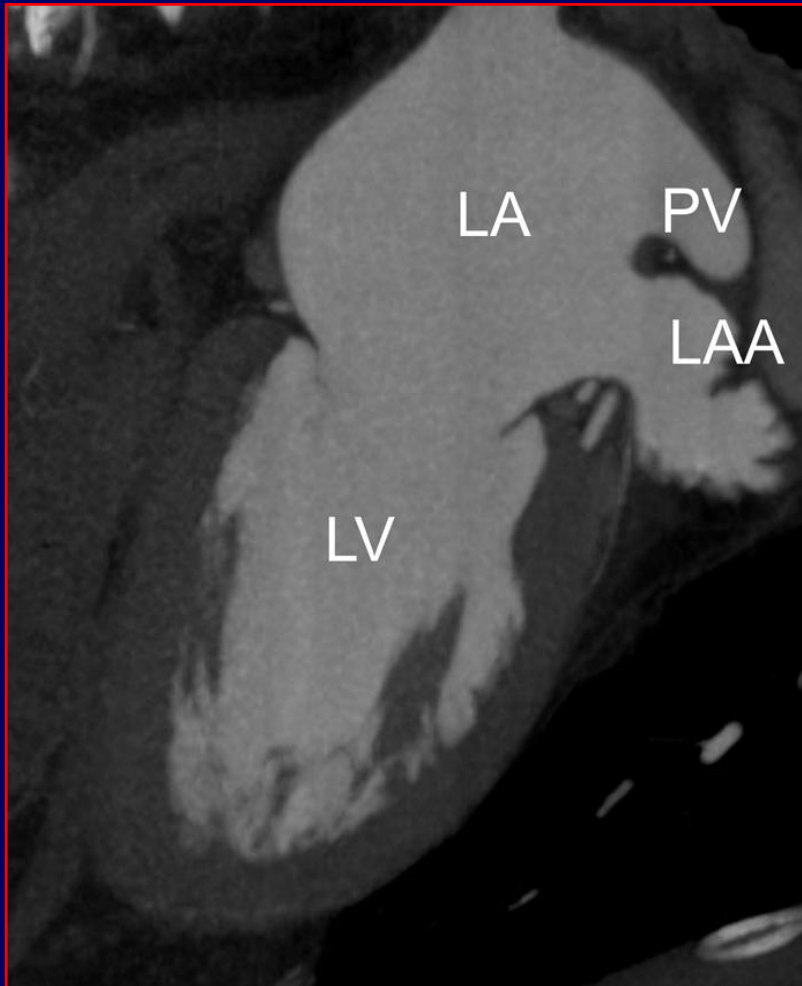
Objem LA dle CMR

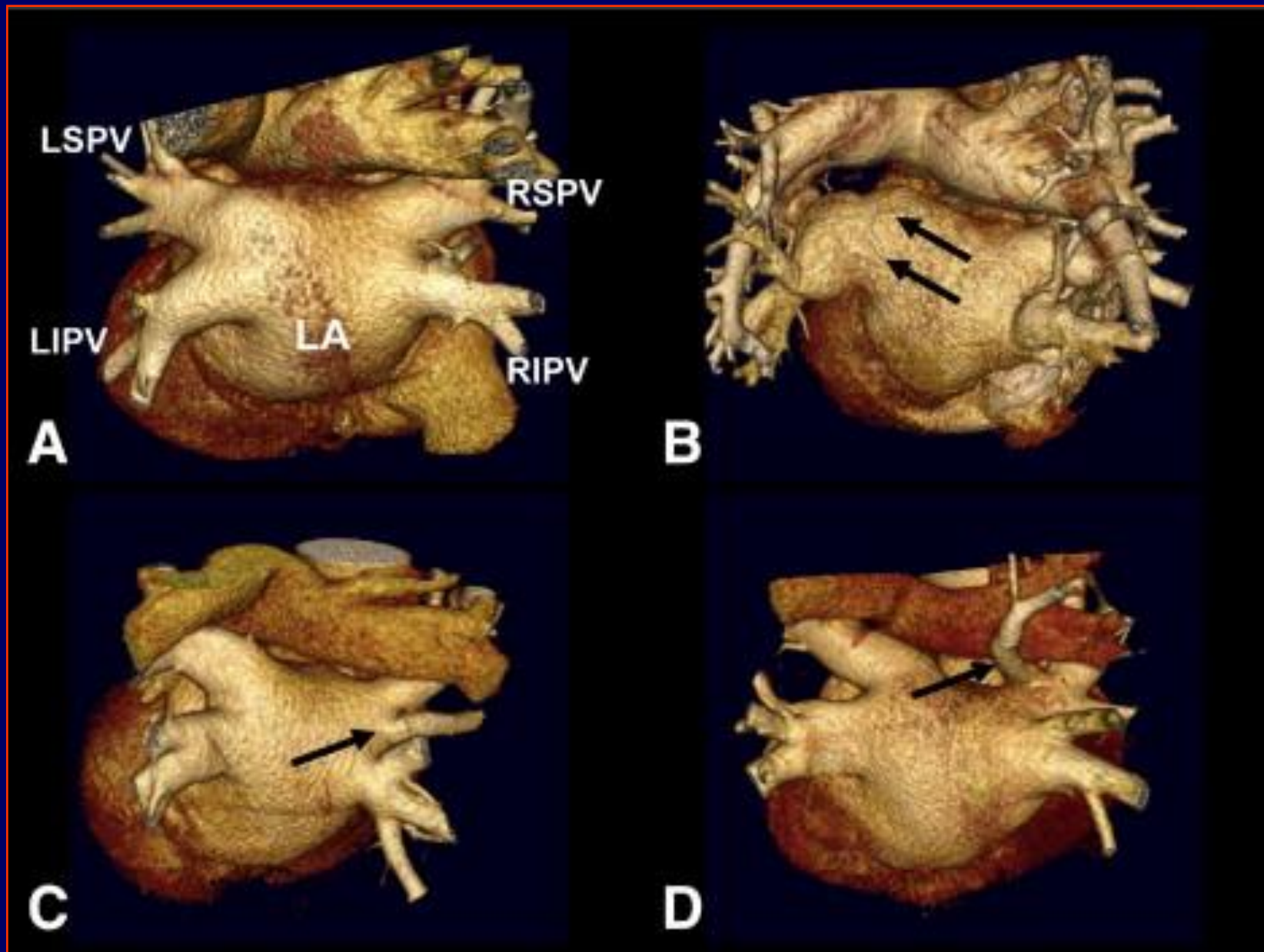
Table 4 Reference values of LA by CMR³⁴

	Men		Women	
	Mean $\pm$ SD	Lower-upper limits	Mean $\pm$ SD	Lower-upper limits
Bi-plane LAVI _{max} (mL/m ²)	38 $\pm$ 11	17–59	39 $\pm$ 11	17–61
Bi-plane LAVI _{min} (mL/m ²)	14 $\pm$ 5	3–24	13 $\pm$ 5	4–23
Bi-plane LA EF (%)	62 $\pm$ 8	46–77	63 $\pm$ 8	48–78
Simpson LAVI _{max} (mL/m ²)	41 $\pm$ 8	24–57	44 $\pm$ 8	28–60
Simpson LAVI _{min} (mL/m ²)	19 $\pm$ 5	9–28	19 $\pm$ 4	11–27
Simpson LA EF (%)	54 $\pm$ 8	38–70	57 $\pm$ 6	45–69

Abbreviation: SD, standard deviation.

CT





CT



- anatomie – zejména typy ouška
- funkce
- hypoatenuace – fibróza?
- detekce trombózy – delayed phase
- periatriální tuk



CT – periatrialní tuk a význam

- Dle HU lze dobře diferencovat tuk (−195 and −45 HU)
- a volumetricky změřit
- výskyt má prognostický význam.

CT – normy velikosti LA

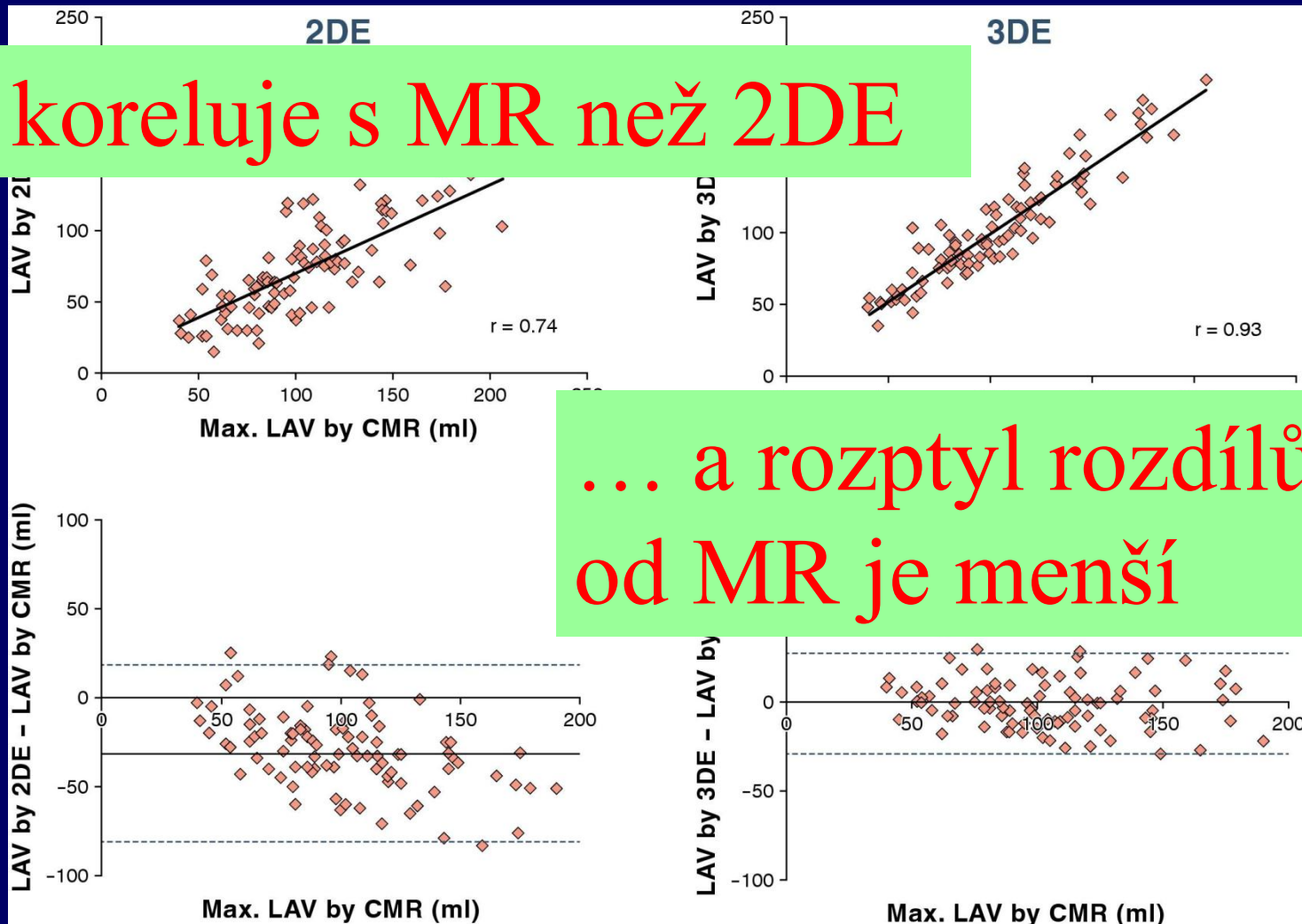
Table 6 Reference values (mean and 2.5–97.5%) for LAVI by CCT⁵⁵

Age group	Men				Women			
	40–50	50–60	60–70	>70	40–50	50–60	60–70	>70
LAVI _{max} (mL/m ²)	76 (47–108)	81 (53–118)	83 (44–114)	92 (67–154)	63 (43–91)	67 (49–96)	71 (49–102)	78 (55–124)
LAVI _{min} (mL/m ²)	38 (25–54)	41 (27–58)	43 (21–63)	49 (36–74)	36 (25–50)	39 (27–54)	42 (30–56)	48 (38–77)

objem LA: 2DE < 3DE < CMR < CT

2DE a 3DE versus MR

3DE lépe koreluje s MR než 2DE

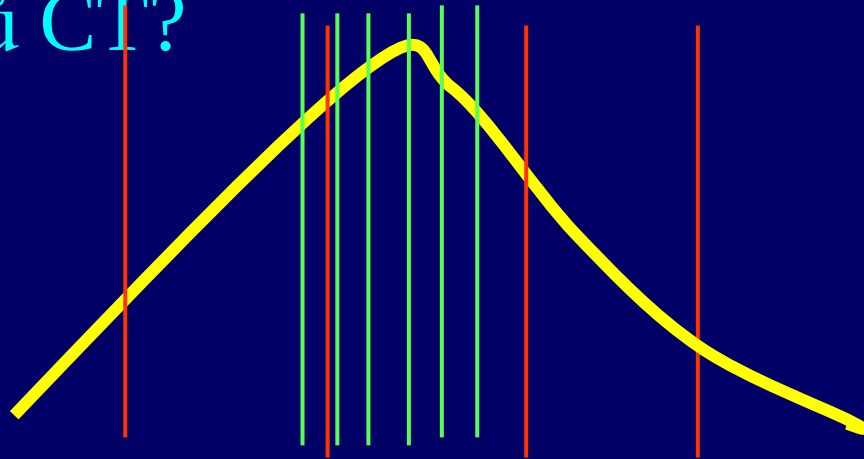


... a rozptyl rozdílů 3DE od MR je menší

Mor-Avi, JACC 2012

Čím se vysvětlují větší hodnoty na CT:

- Aplikace jodového kontrastu ??
- aplikace betablokátorů ??
- lepší časová rozlišitelnost echo a CMR proti CT – lepší možnost vybrat obrázky pro hodnocení – nadhodnocení objemů CT?



PET – hodnocení zánětu a fibrózy

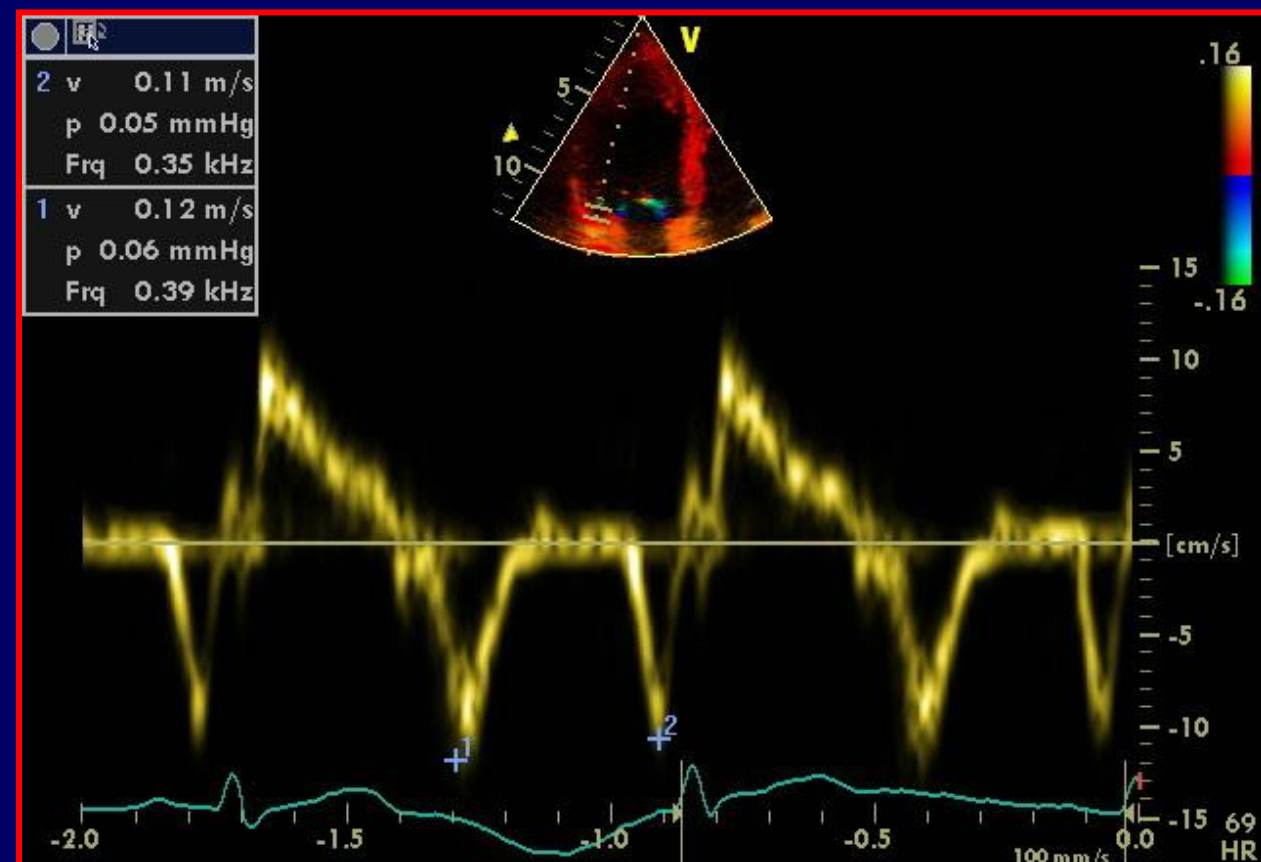
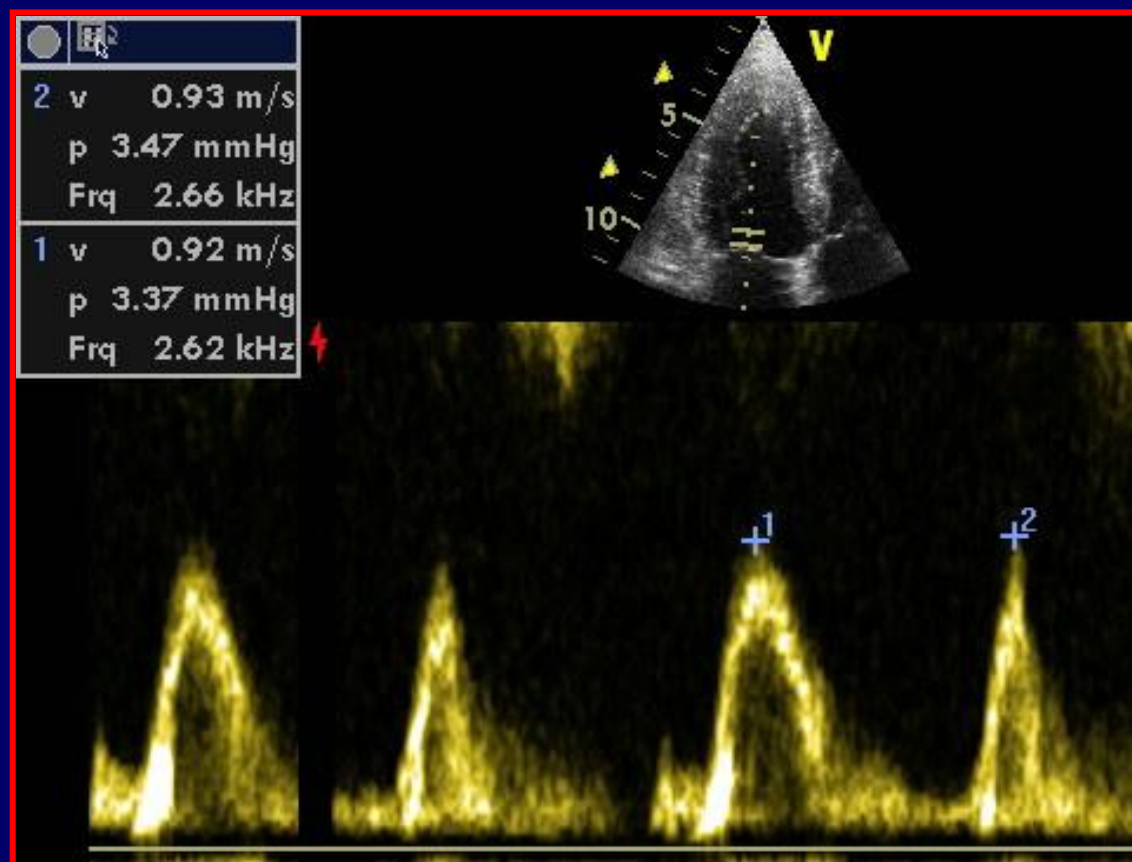
- Aktivní vychytávání FDG může být známkou počínajícího fibrotizačního procesu či sarkoidózy

Funkce levé síně

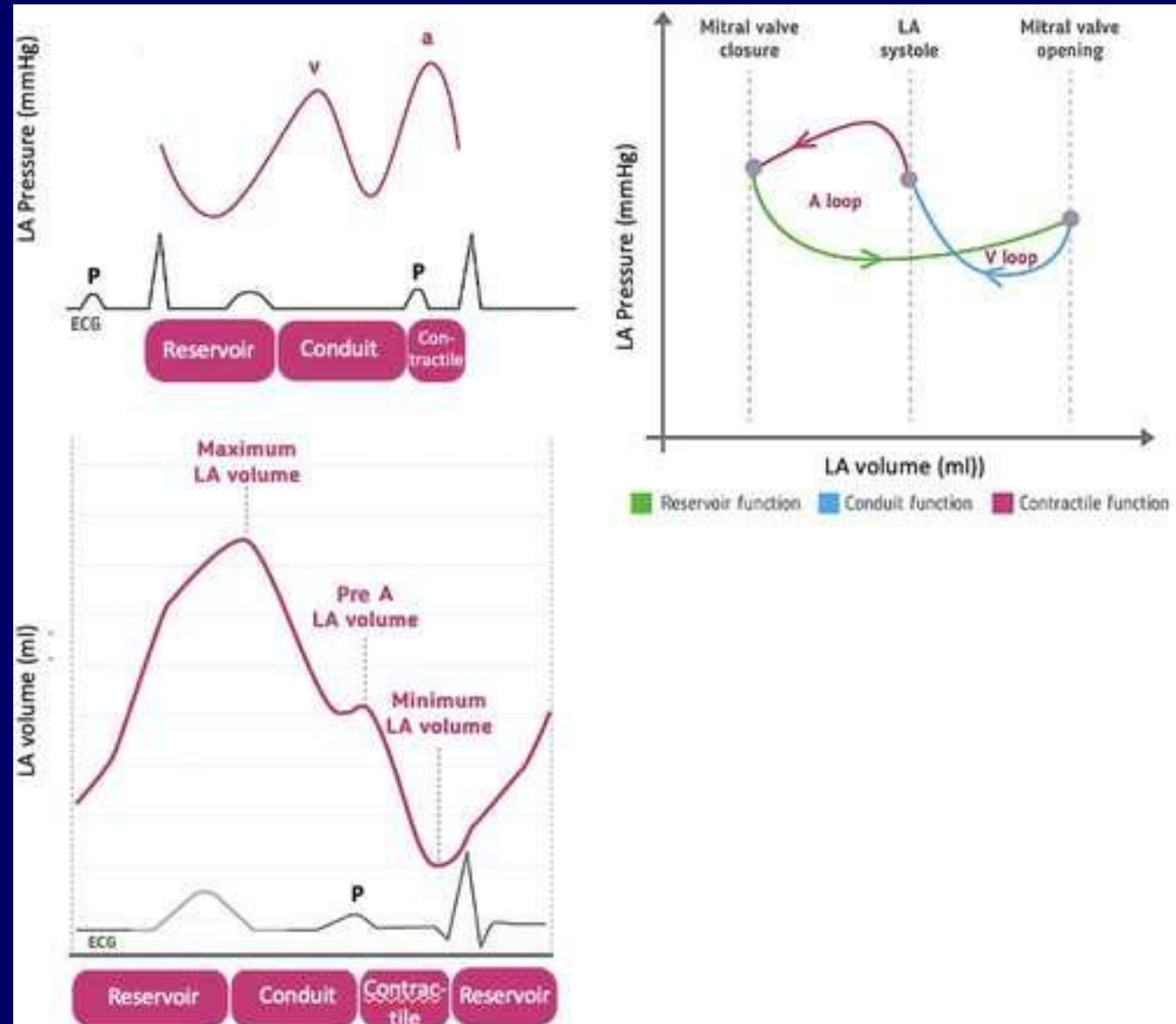
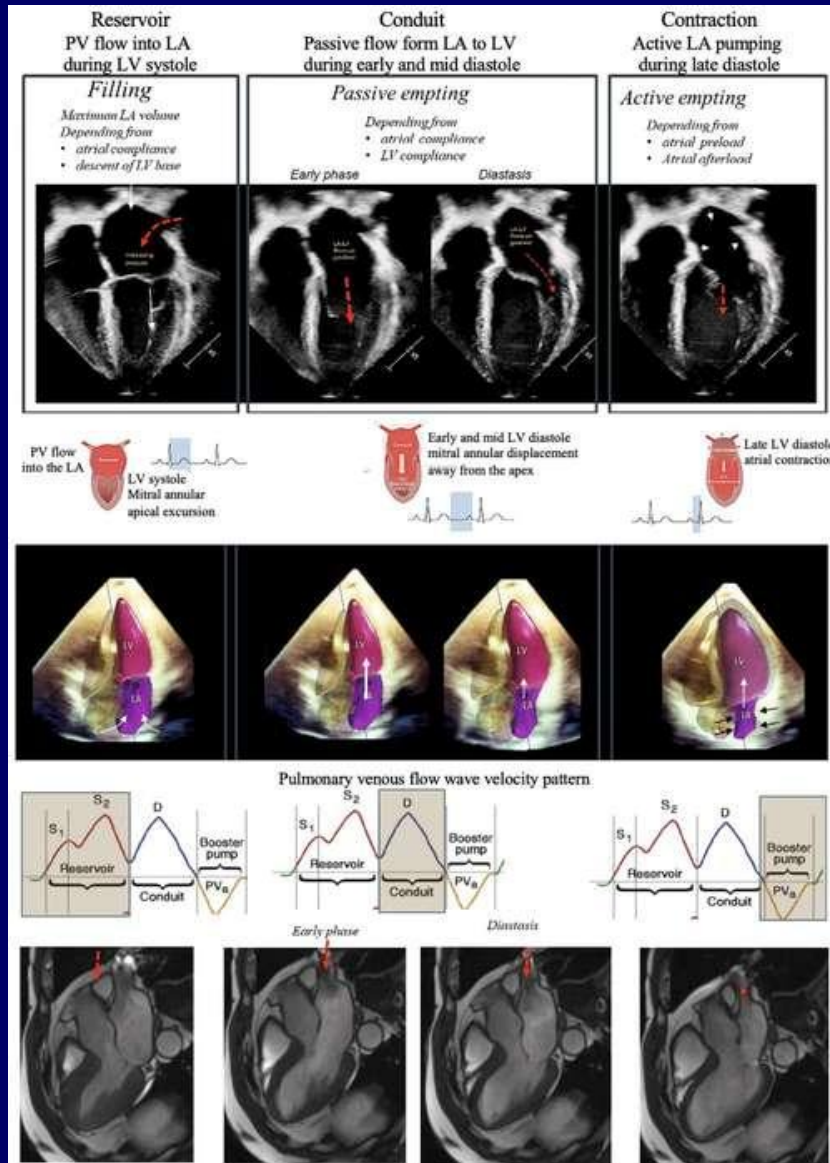
- rezervoárová
- konduitní
- kontraktilní

normální funkce závisí na fyziologických poměrech v kardiovaskulárním aparátu (frekvence, tlak, náplň, energetika, elektromechanika atrioventrikulární)

Funkce levé předsíně



Fyziologické fáze funkce LA



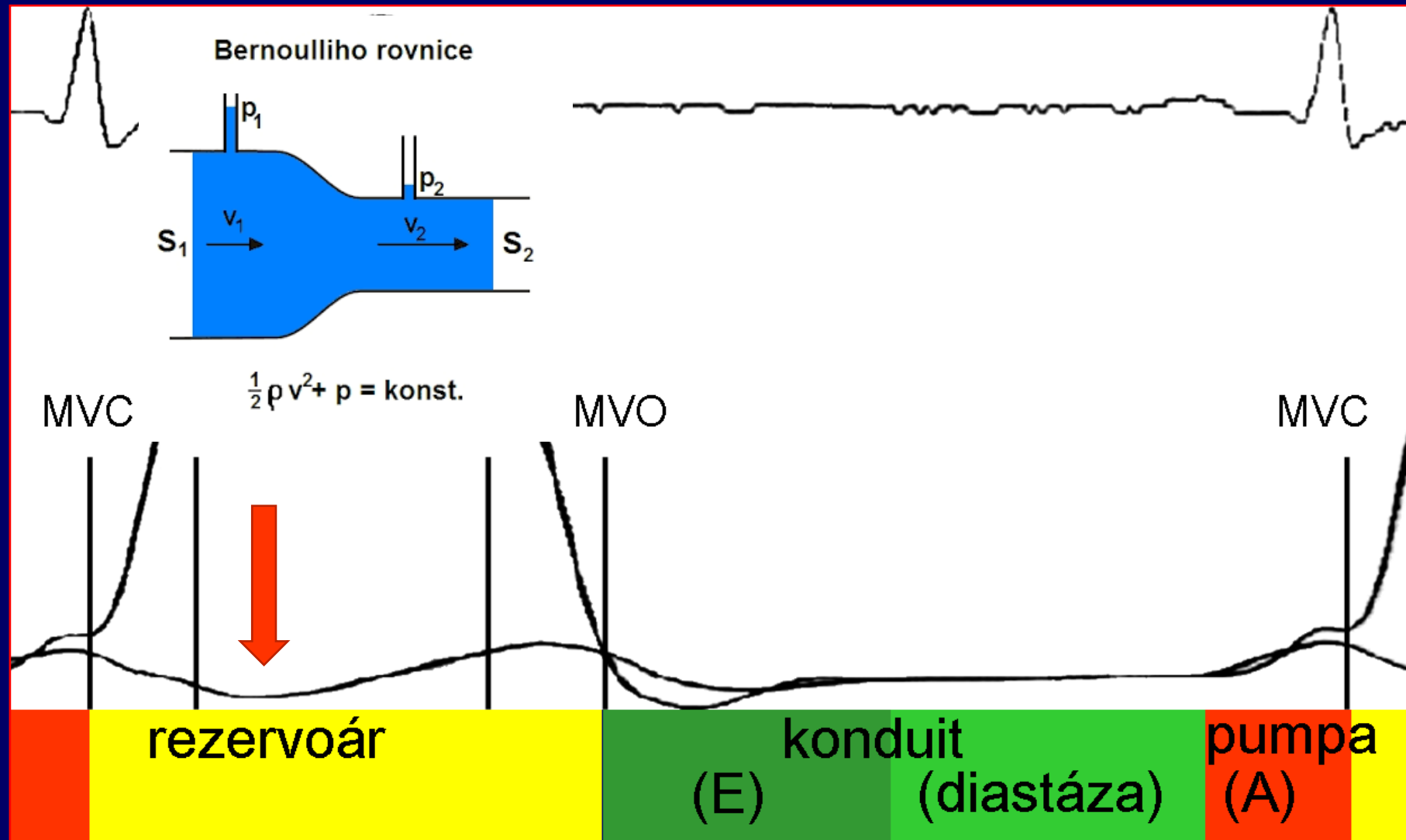
LA volumes (EV)

- total emptying volume (EV) is calculated as $(LAV_{\max} - LAV_{\min})$,
- the passive EV as $(LAV_{\max} - LAV_{\text{preA}})$,
- and the active EV as $(LAV_{\text{preA}} - LAV_{\min})$.

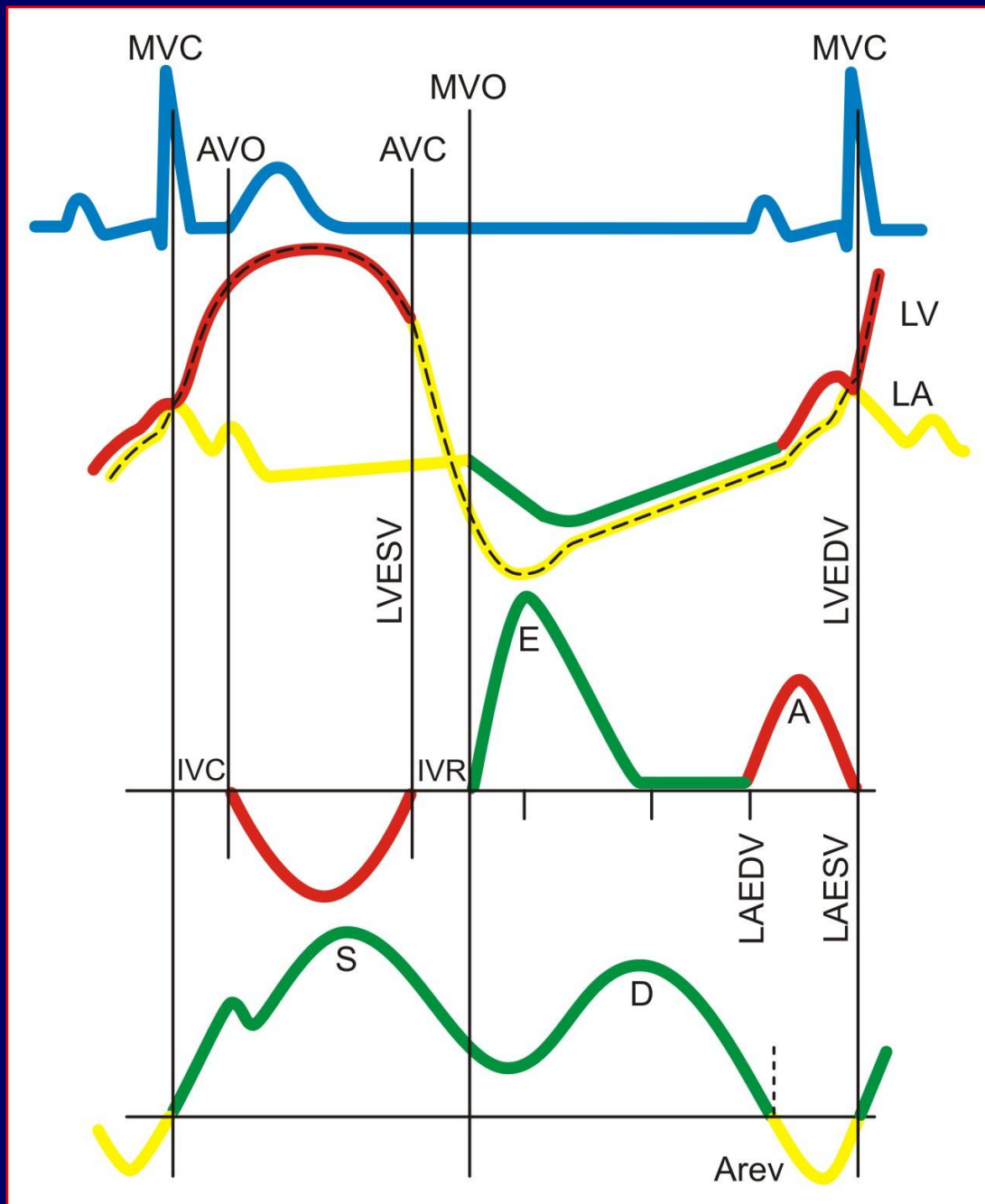
LA emptying fraction (LAEF)

- total (total EV / $LAV_{\max}$),
- passive LAEF (passive EV / $LAV_{\max}$),
- and active LAEF; (active EV / LAV_{preA})

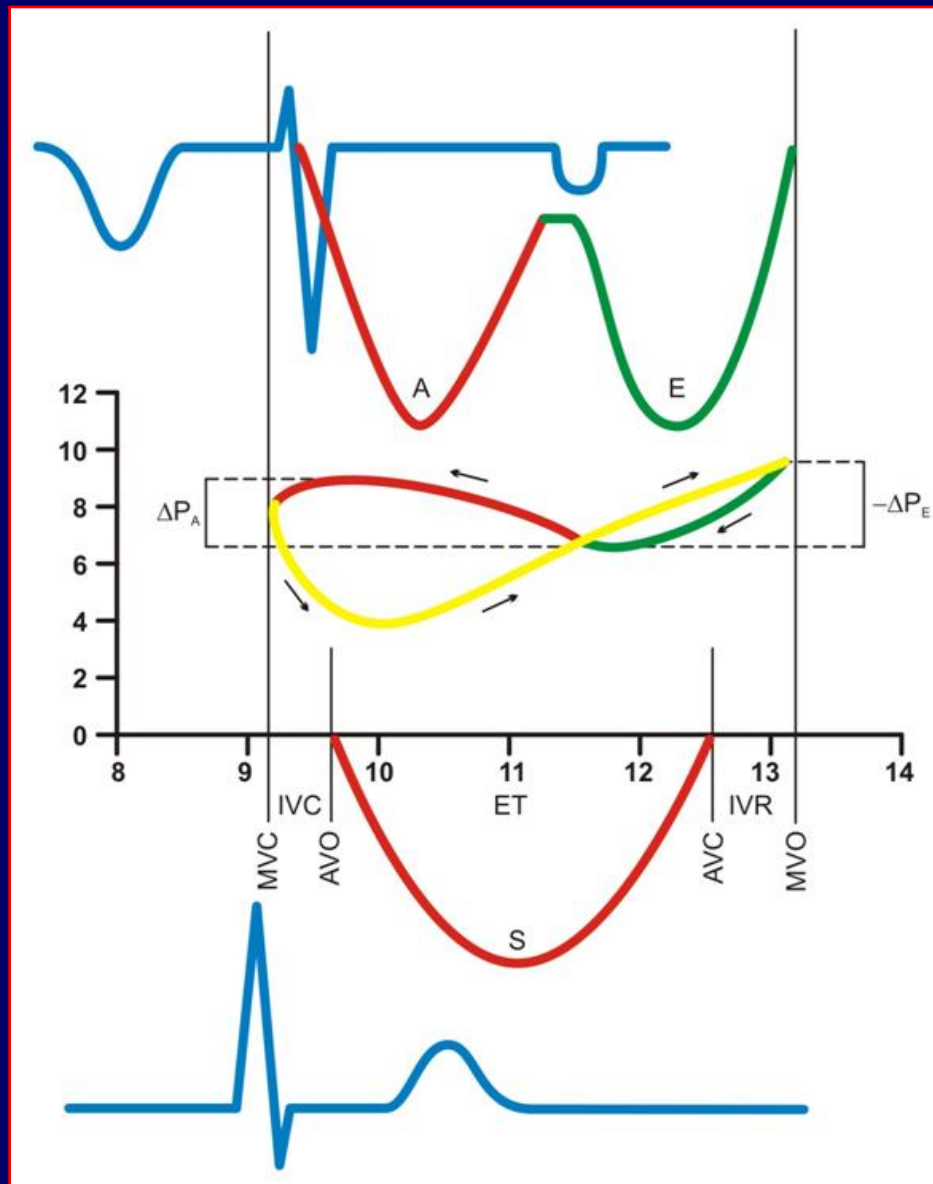
are calculated as indices of reservoir, conduit, and contractile function



v systole komory objem síně narůstá, ale tlak v síni klesá



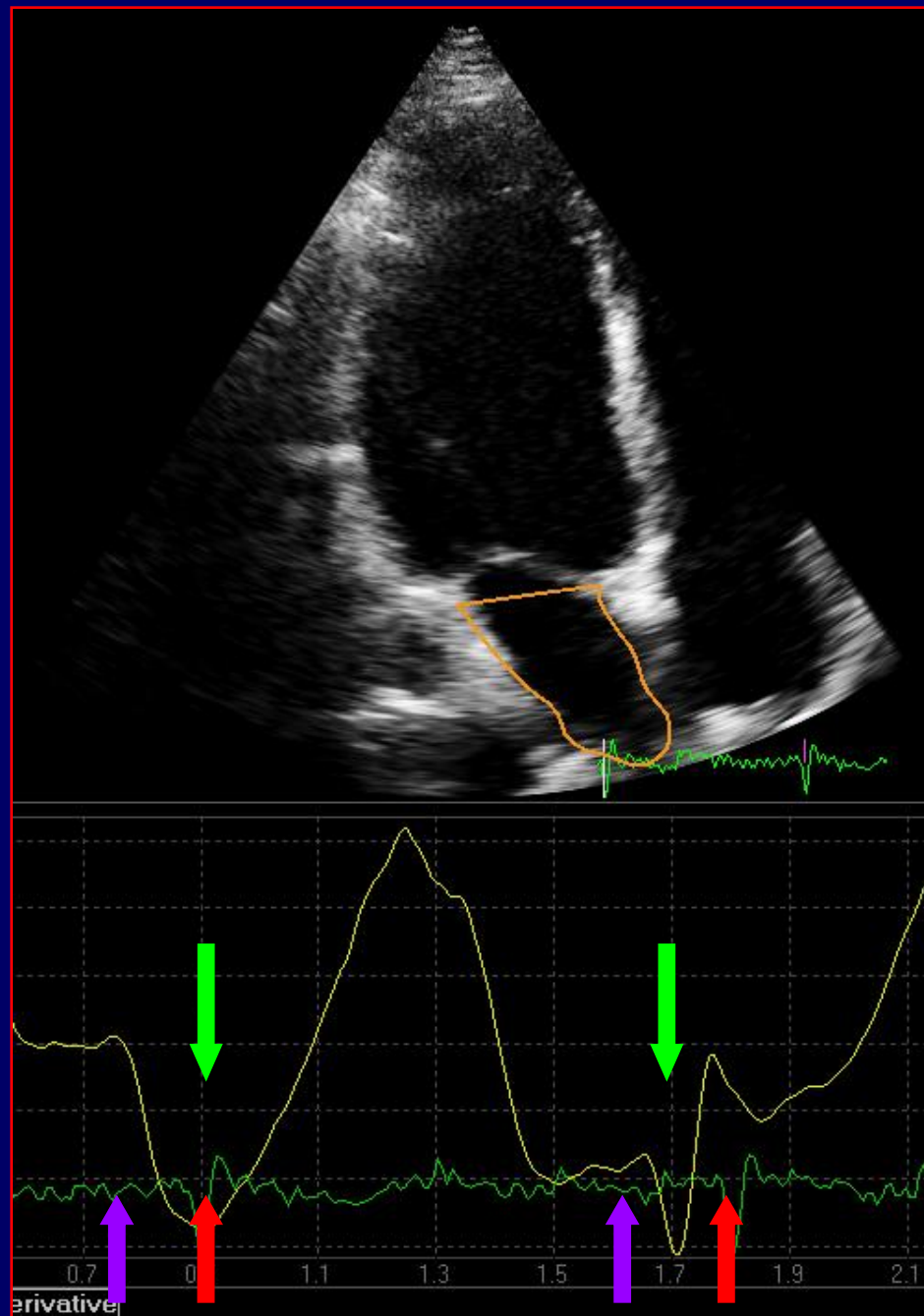
— Rezervoár
 — Konduit
 — Pumpa



Rezervoár

Konduit

Pumpa



objemová křivka LS

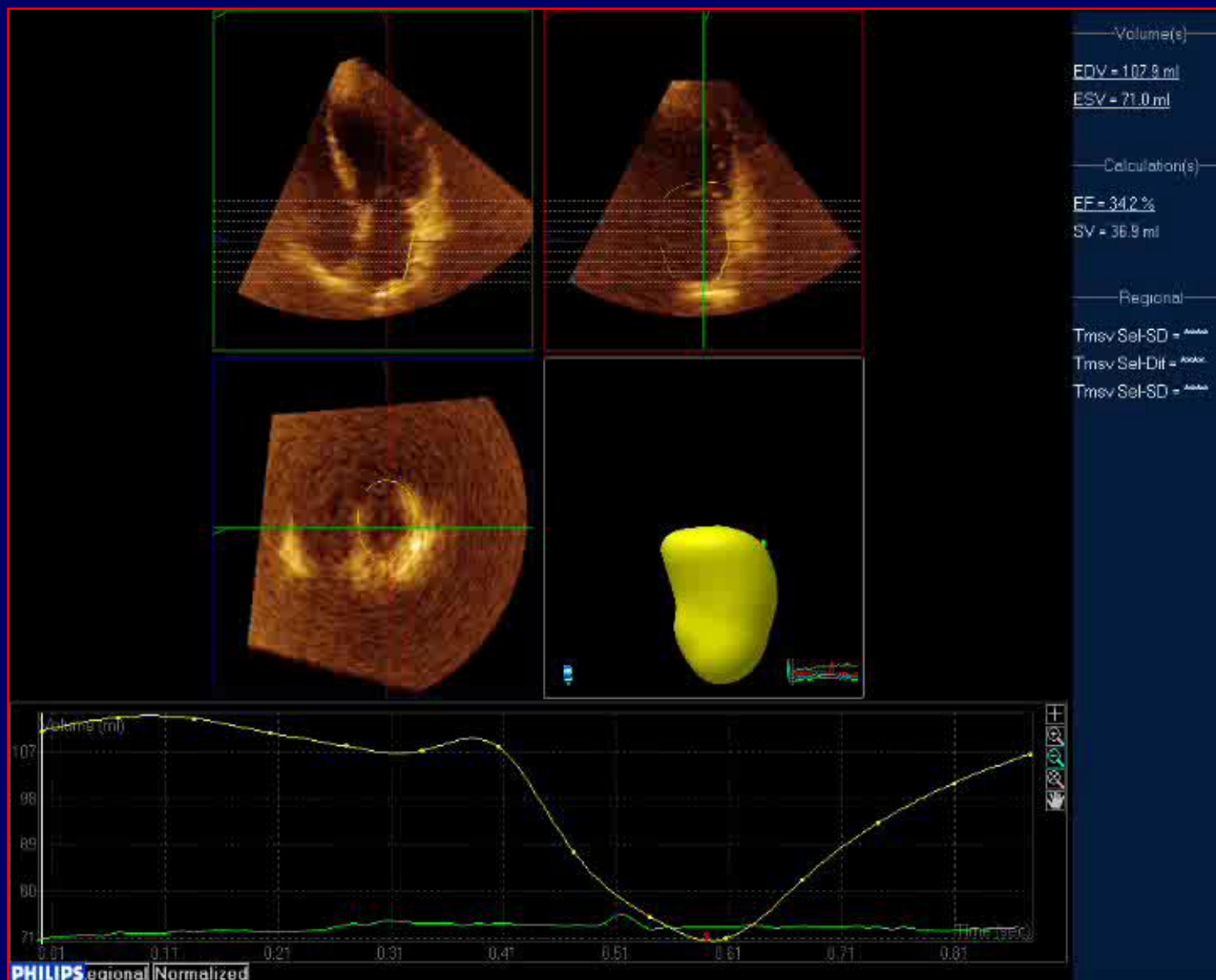
2D AQ

zdravá síň

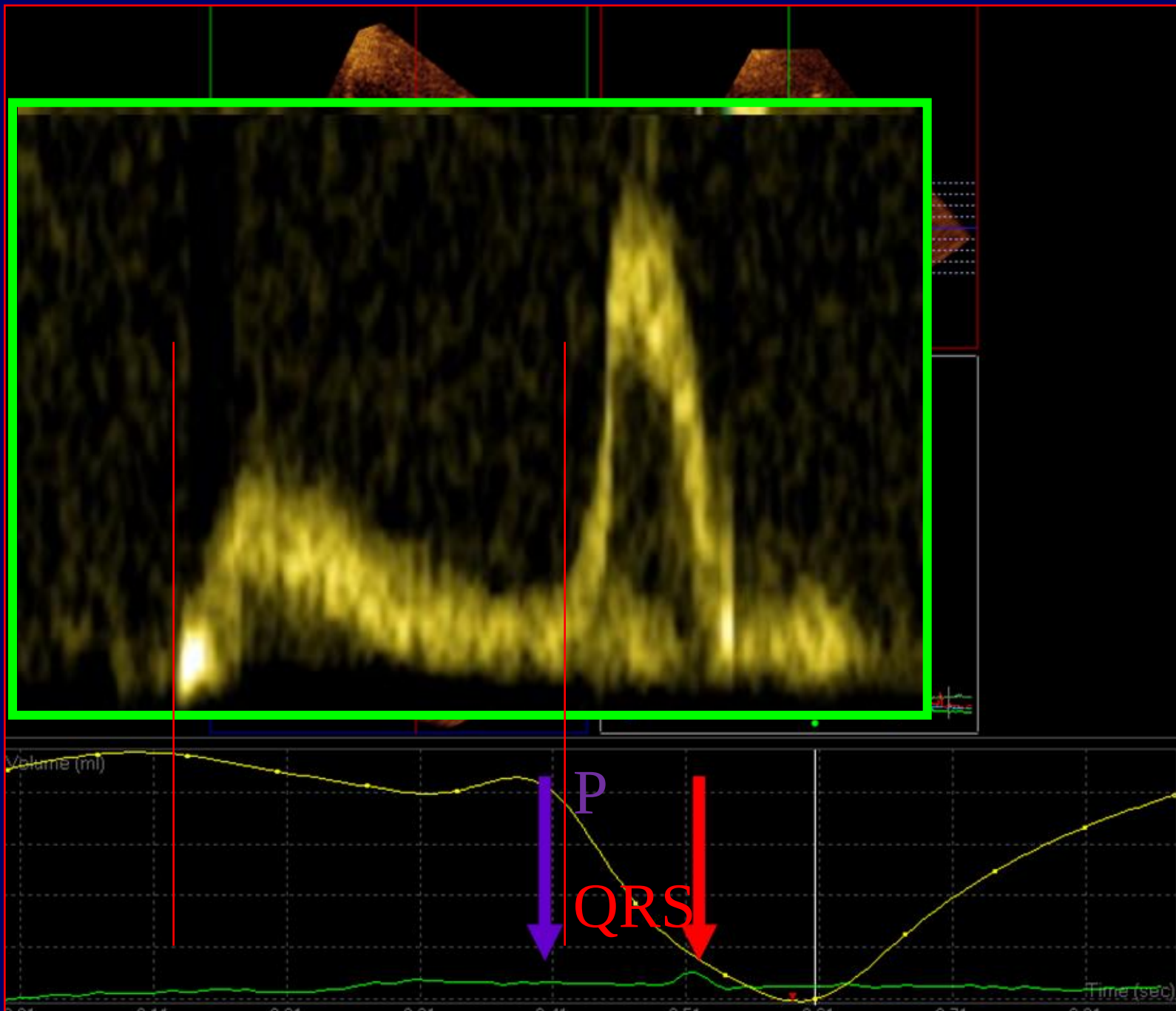
P

QRS

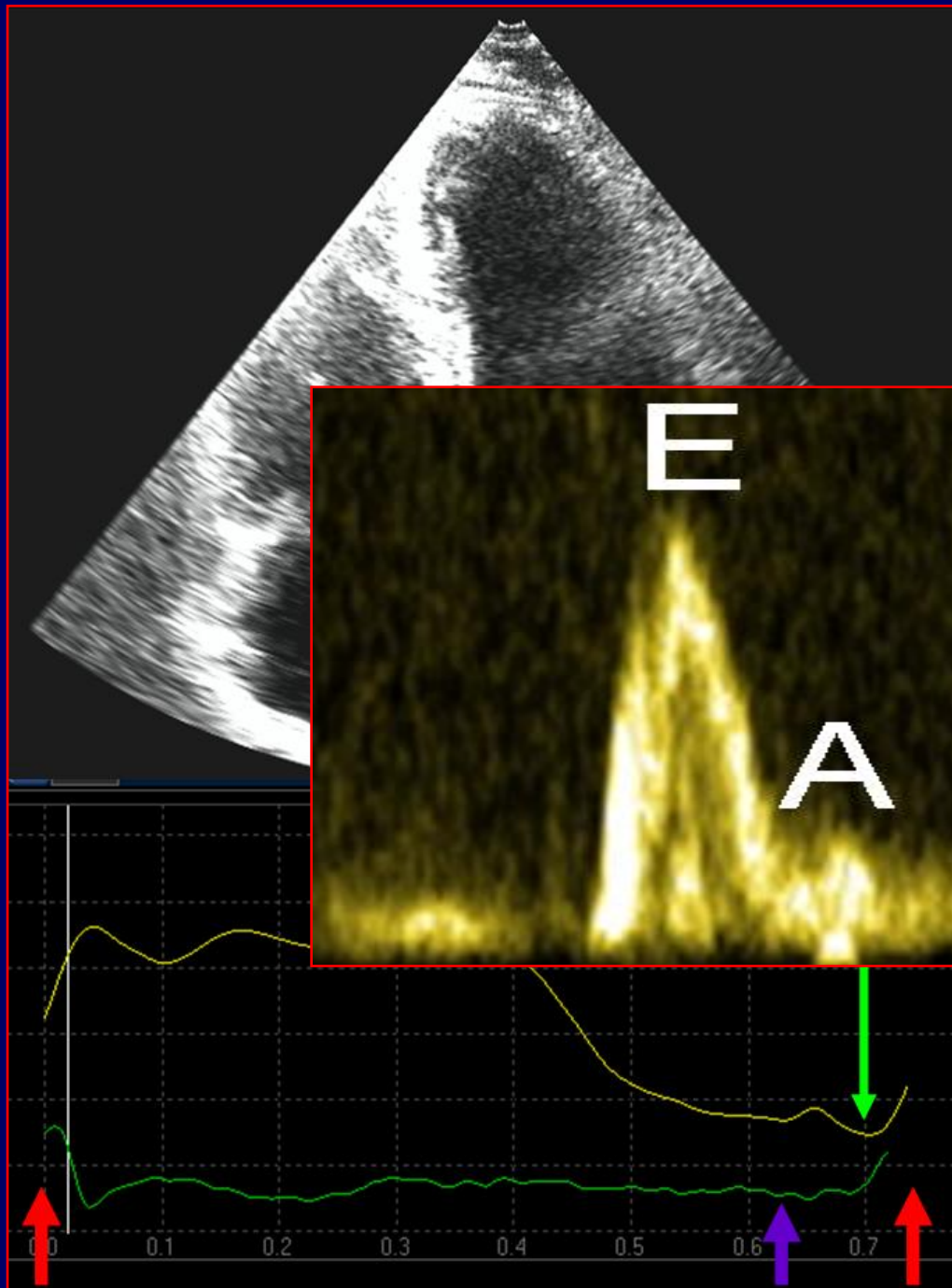
Dilatovaná síň, funkční

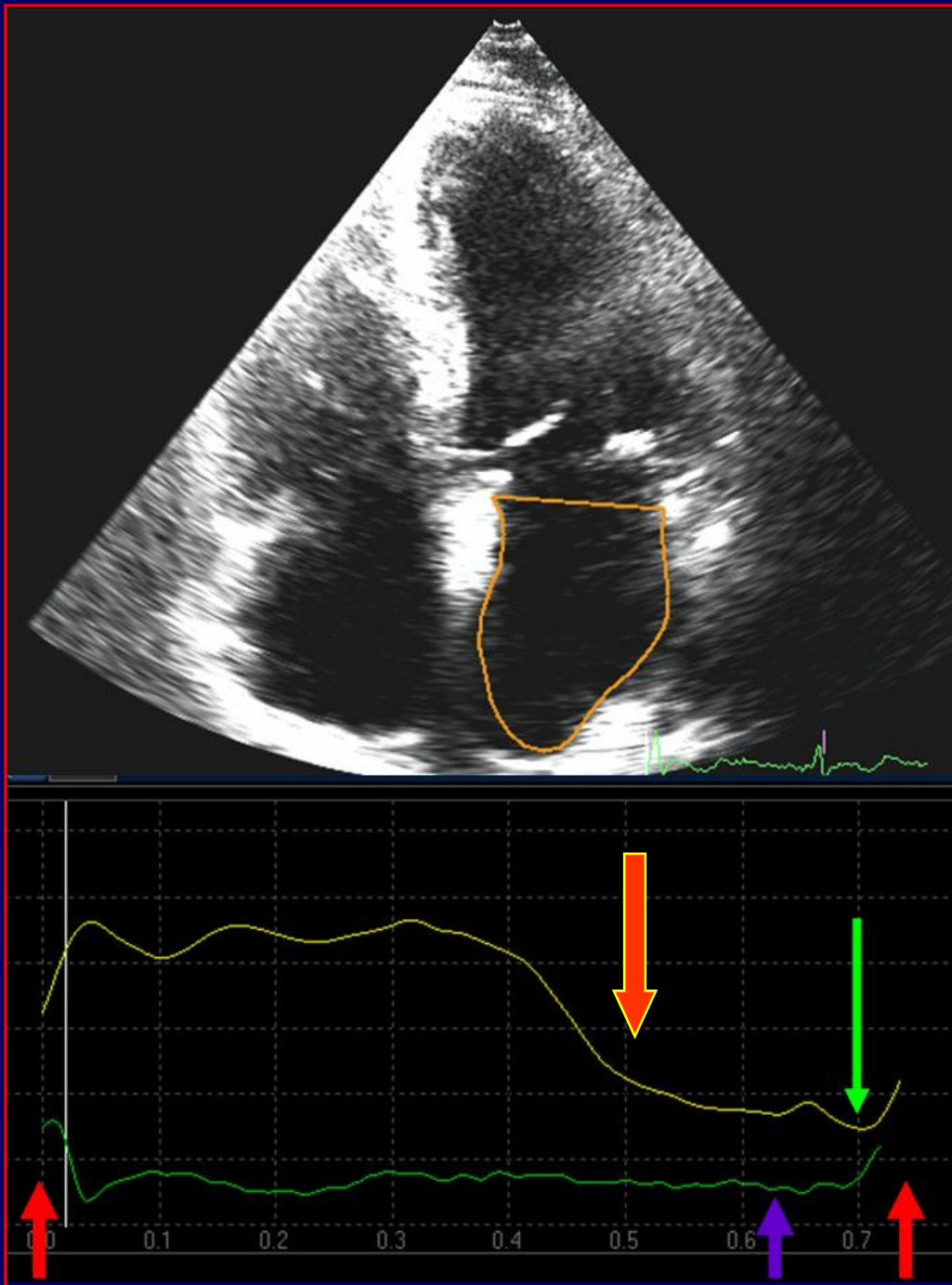


←
LAEDV = 107 ml



restrikční plnění
dysfunkční síň?



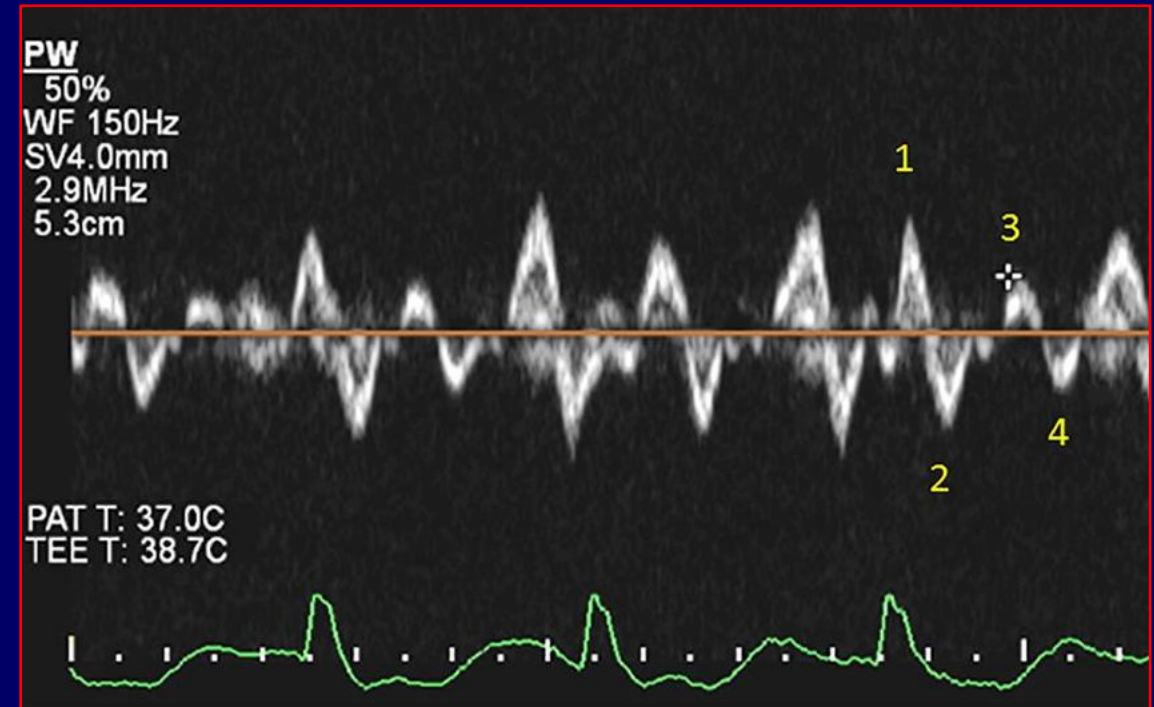
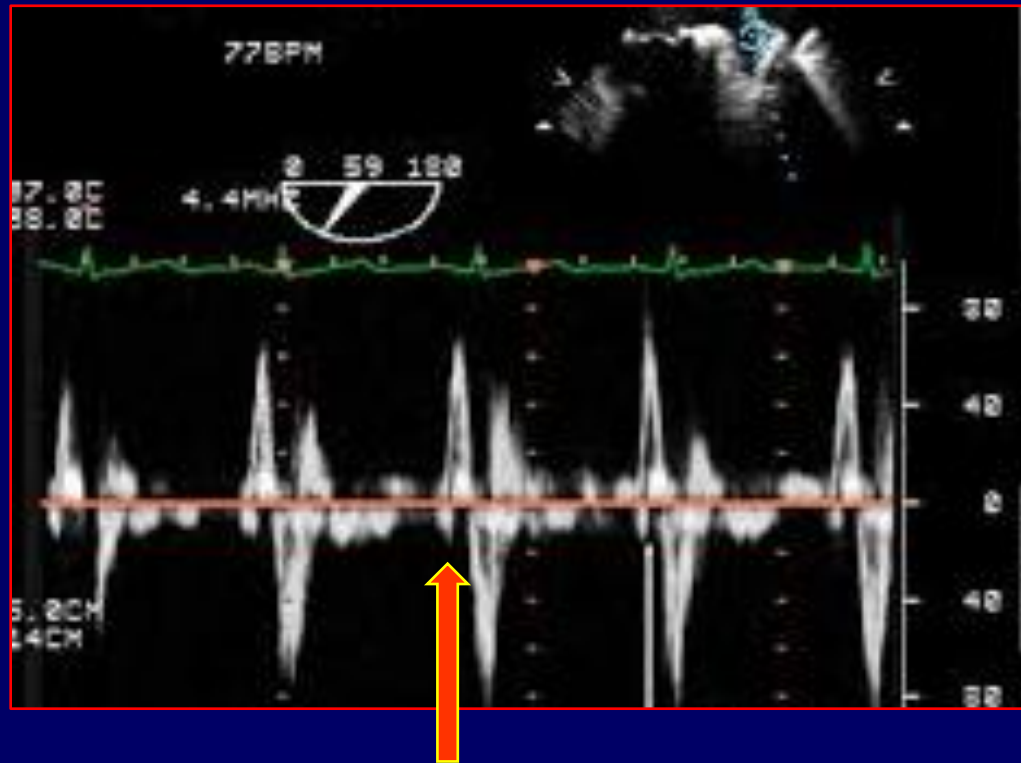


- Restrikční plnění
 - síň se vyprazdňuje v časně diastole
 - aktivní ejekční frakce nízká
- jaká je zde funkce síně?
 - strain?
 - rychlost kontrakce?
 - dP/dT ?

„Blunted or absent A and a' waves during sinus rhythm are typical findings of atrial stunning.“

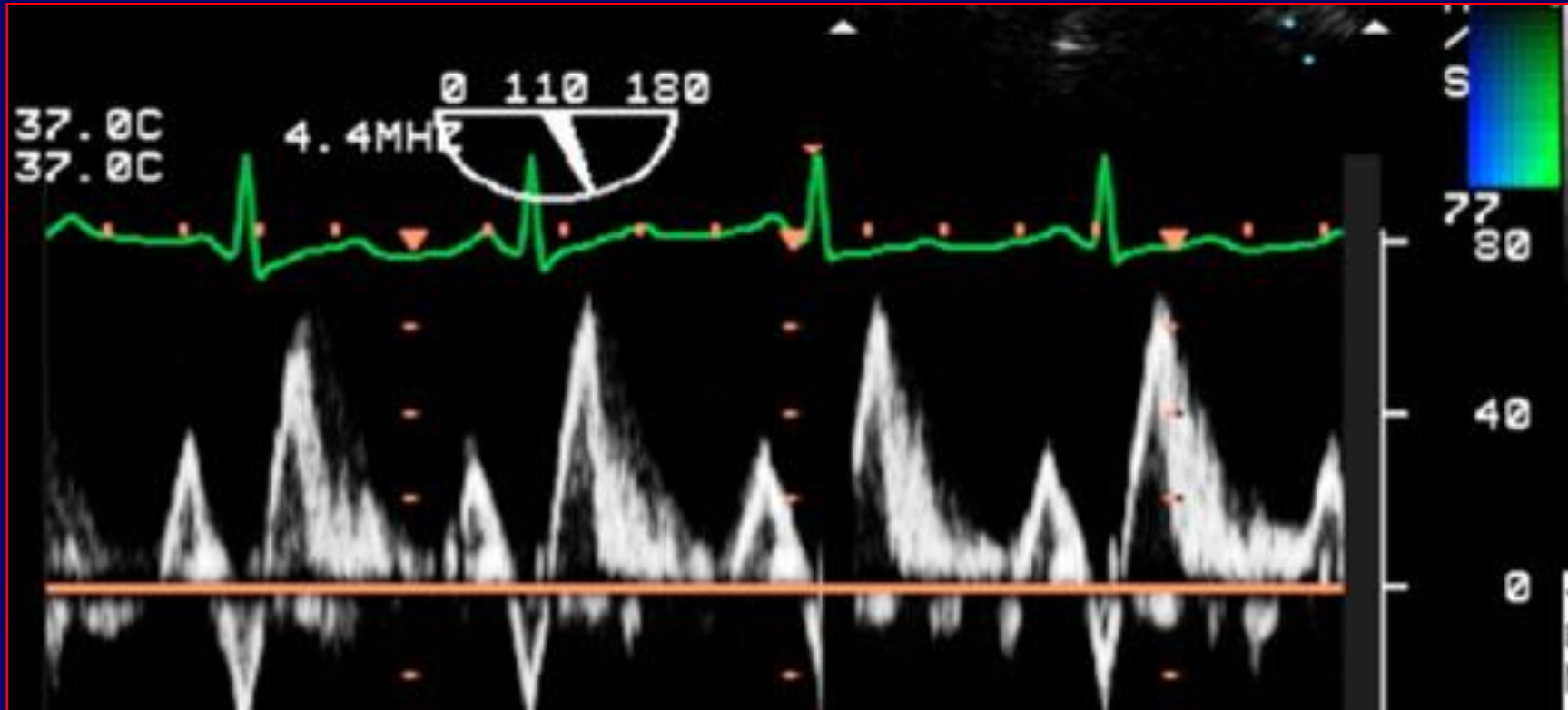
ale ne patognomonickými...

Výdejová rychlost ouška – funkce, trombóza...



V 30 cm/s?

Tok v plicních žilách – DD...



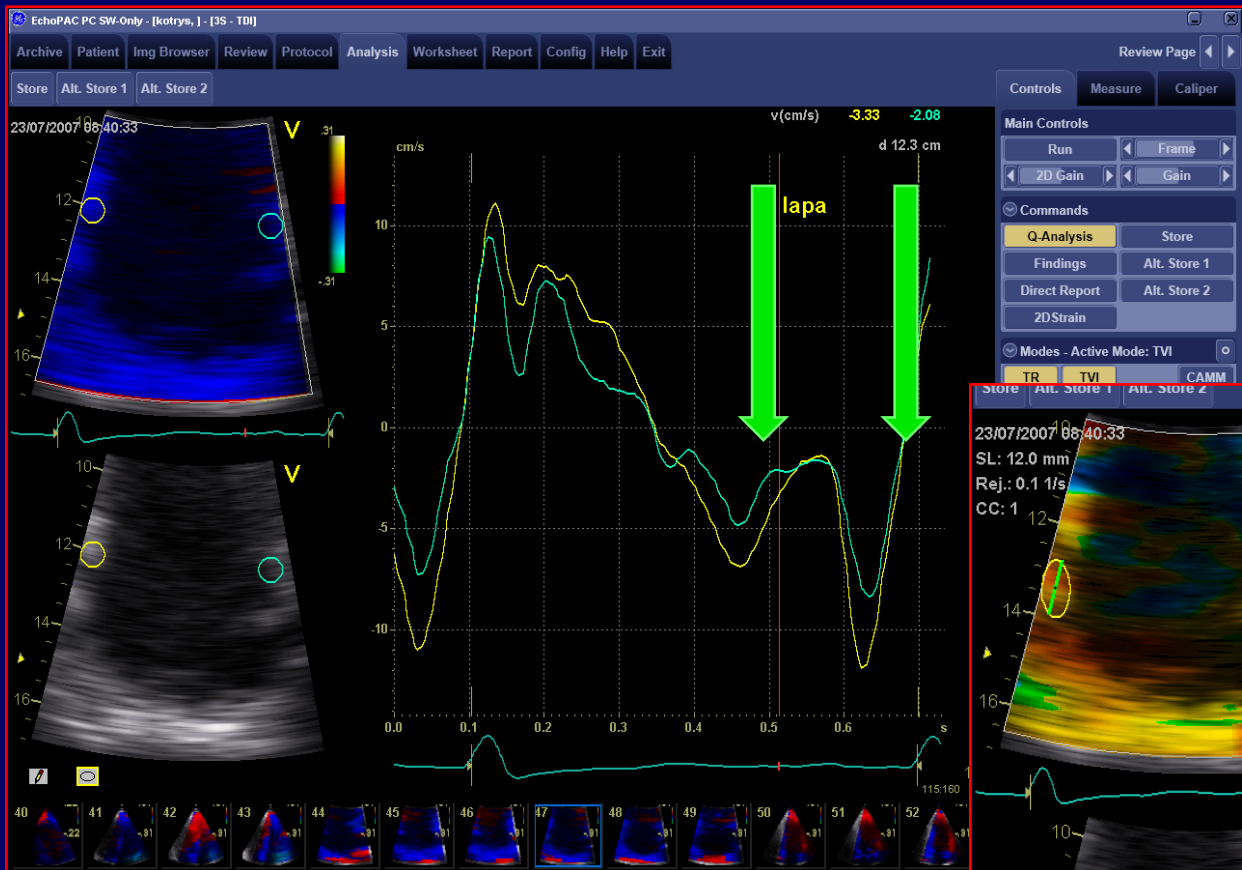
$D > S$

Arev

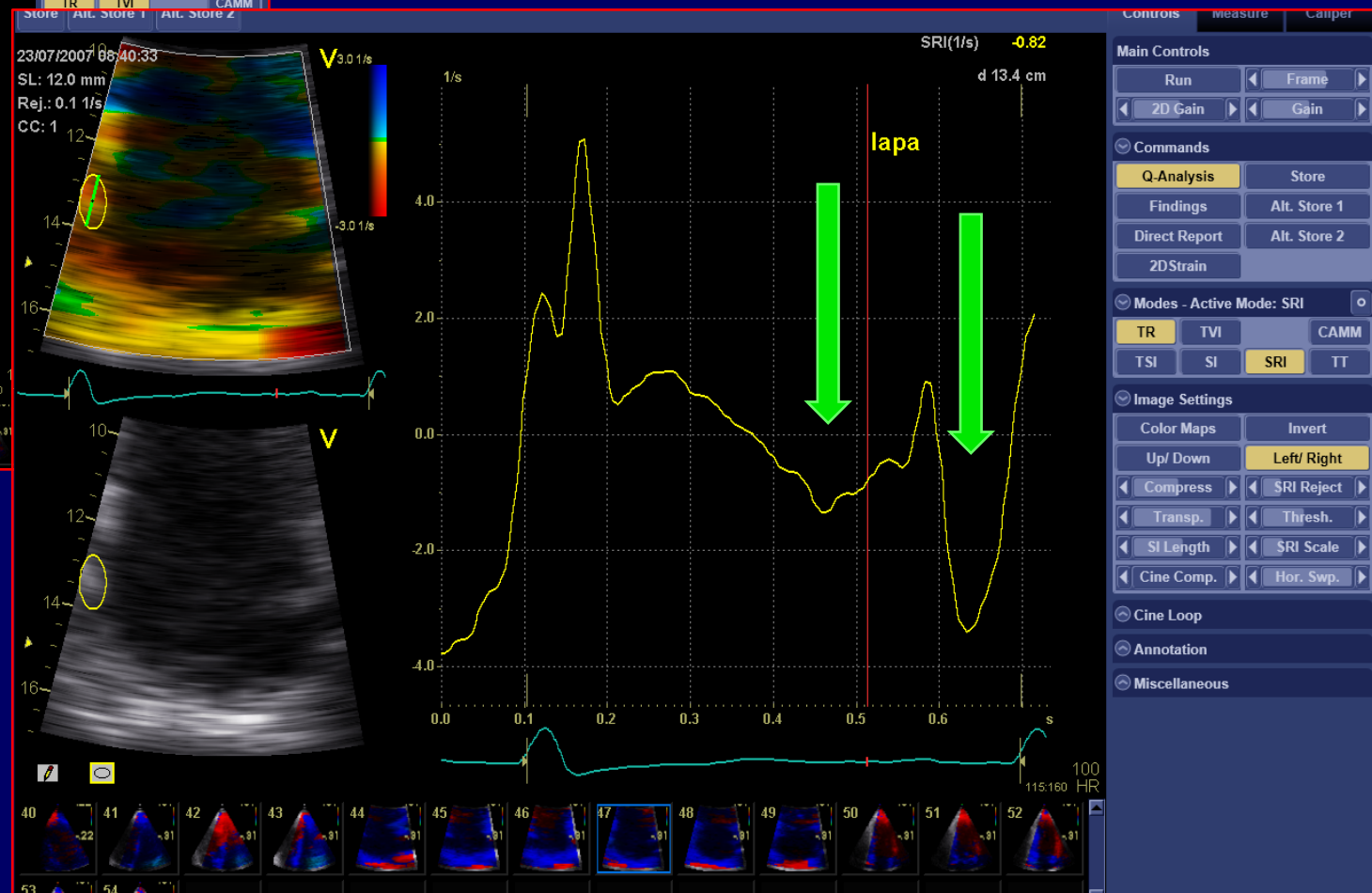
$> 35 \text{ cm/sec}$

$> AT + 40 \text{ ms}$





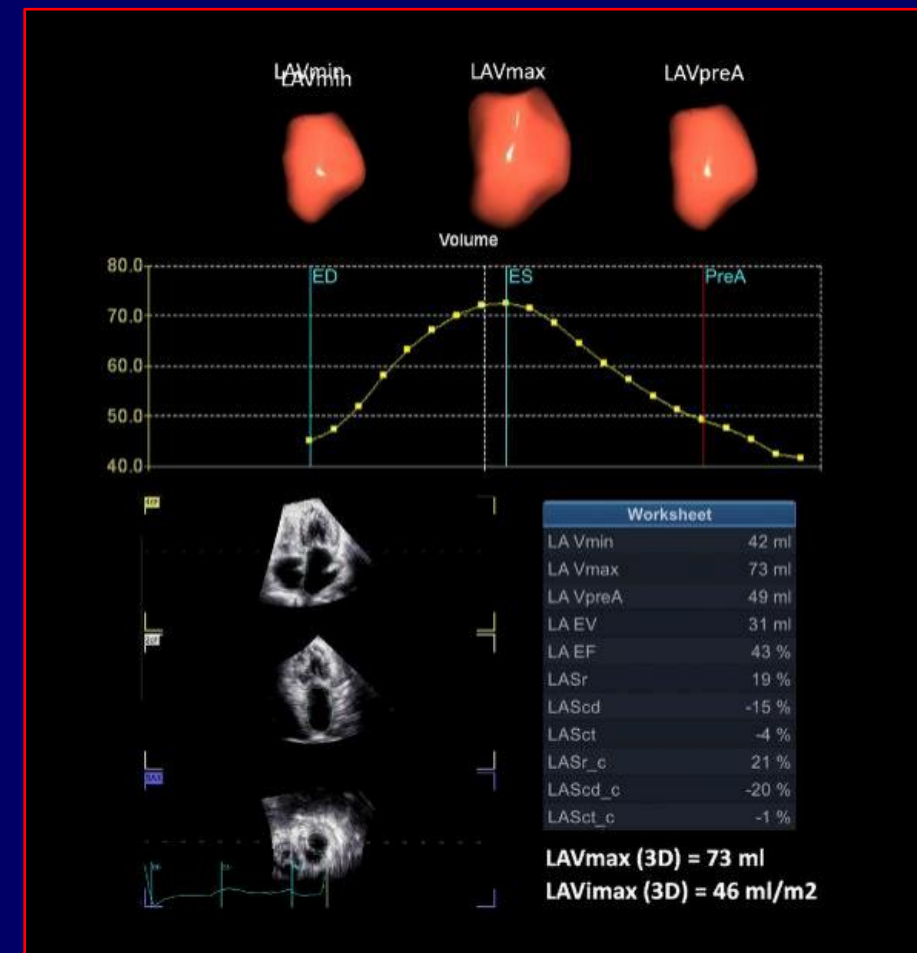
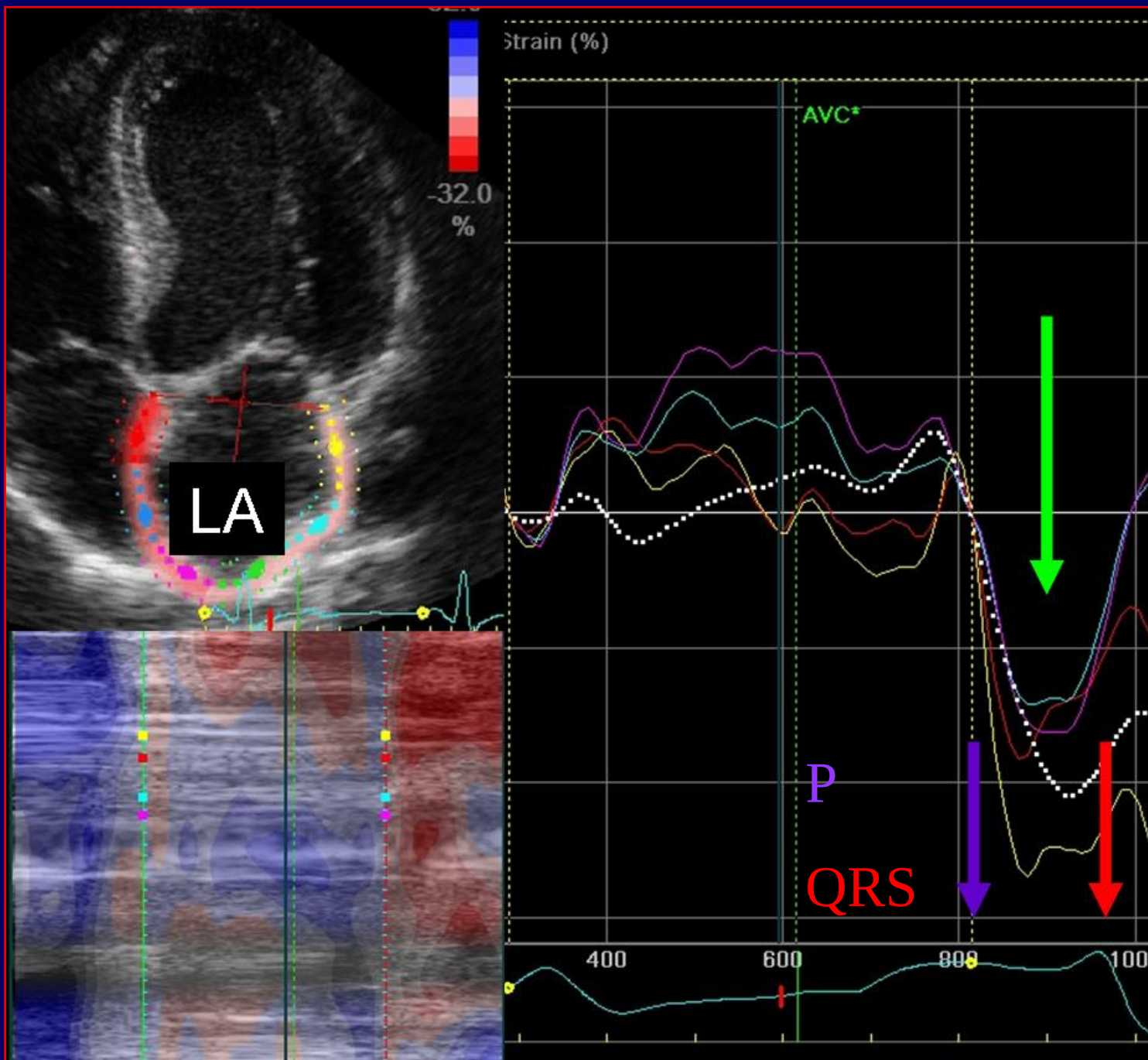
Strain LA



rychlost TDI...

*doplerovský
strain je již
opuštěn*





STE

Strain normy

Table 3 Reference values of LA phasic strain (NORRE study)¹⁹

	All ages	Age 20–40 years	Age 40–60 years	Age >60 years
LAS reservoir	42.5 (36.1–48.0)	46.8 (42.3–52.4)	40.9 (35.4–46.1)	35.5 (30.9–41.9)
LAS contraction	–16.3 (–12.9 to –19.5)	–15.6 (–11.9 to –19.0)	–16.3 (–13.2 to –19.6)	–16.8 (–13.6 to –21.4)
LAS conduit	–25.7 (–20.4 to –31.8)	–30.6 (–26.8 to –36.5)	–24.1 (–19.7 to –29.3)	–18.6 (–14.7 to –22.6)

Values are given as median (interquartile range).

Integrace do diagnostiky HF

- S ohledem na HF tento dokument nepřináší nic nového.
- Platí však, že zvýšení objemu a porucha funkce LA (LAEF, LASr) jsou korelátem (budoucího) HF a prognózy a objevují se již v asymptomatickém stadiu

Role při HFpEF a diastolické dysfunkci

- Snaha o integraci LA rezervoárového strainu do konceptu predikce plnicích tlaků LV – deteriorace LASr s pokračující DD
- Zatímco u nízké LVEF to “zmenšení zvětšení” dává smysl (výraznější ztráta longitudinální „nasávací“ funkce LV), tak u HFpEF to musí být také/hlavně zvýšená stiffness...

Co znamená snížení LASr?

- autoři se pokouší demonstrovat, že snížení rezervoárového strainu je nezávislým markerem atriální kardiopatie
- nicméně to jen znamená, že síň už je velká a nemůže se moc zvětšit
- a je také tužší - její compliance je menší, stiffness větší
- z logiky věci je těžké si představit, že by šlo o nezávislý parametr

Role při ICHS a po infarktu

- Po IM - velikost a strain LA predikuje další prognózu a výskyt komplikací či AF
- predikuje rehospitalizace, HF i mortalitu

Sportovci a adaptace LA

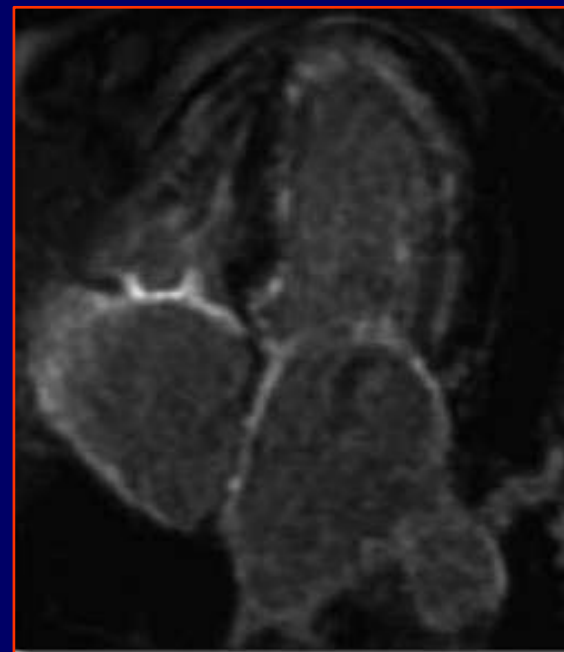
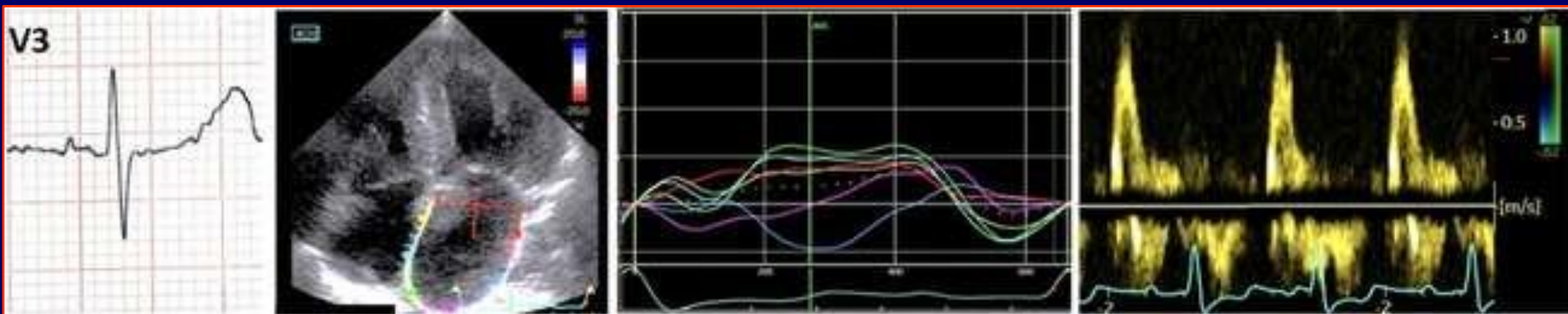
- Mírný trénink vede k mírně dilataci LA, strain zůstane zachován nebo se jen mírně sníží
- Intenzivní trénink vede k větší (ireverzibilní?) dilataci a snížení strainu (a také zvyšuje incidenci AF)

Hypertrofická kardiomyopatie

- Zvětšení LA, snížení EF a LASr
- Je důsledek DD ale také vlastní myopatie
- Je prognostickým markerem, predikuje i výskyt AF
- Dokumentovaná reverzní remodelace LA po mavacamtenu

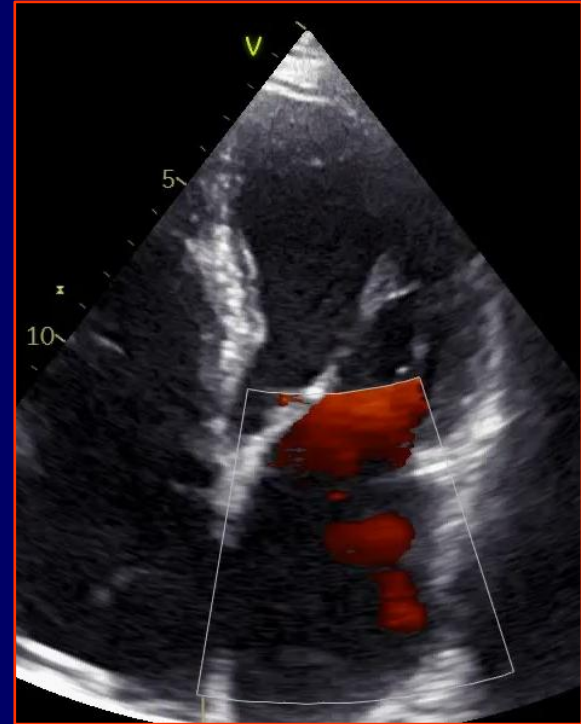
Amyloidóza a remodelace LA

- Ukládání amyloidu do LA vede ke zvýšení tuhosti - tedy menší dilatace LA
- Ale funkční parametry jsou jasně sníženy – LASr, LASct a LAEF



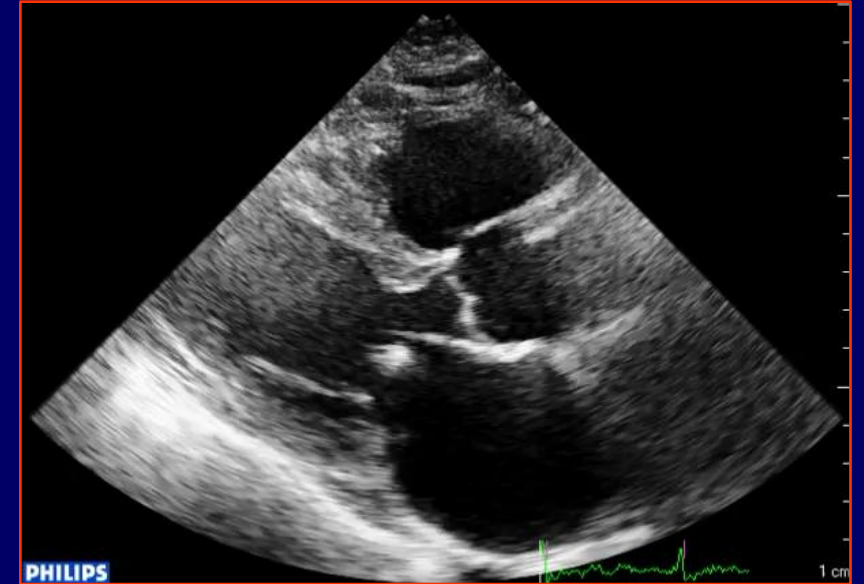
Mitrální regurgitace

- Dilatace LA je následkem volumového přetížení
- Dilatace LA je nezávislým prediktorem mortality bez ohledu na závažnost regurgitace či přítomnost AF
- V doporučeních ESC 2021 je velikost LA rozhodovacím kritériem pro indikaci zákroku u asymptomatické závažné MR
- Snížení LASr je lepším prediktorem mortality než LAVi či GLS



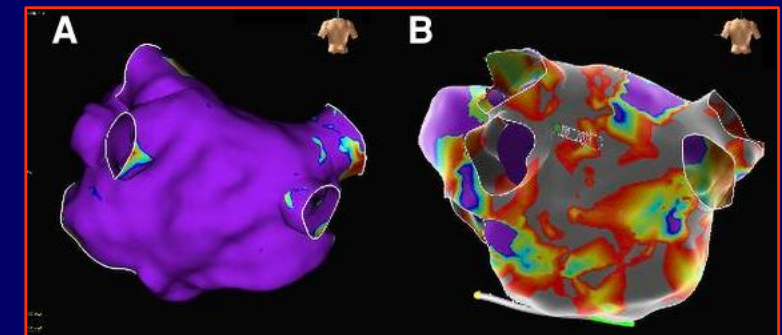
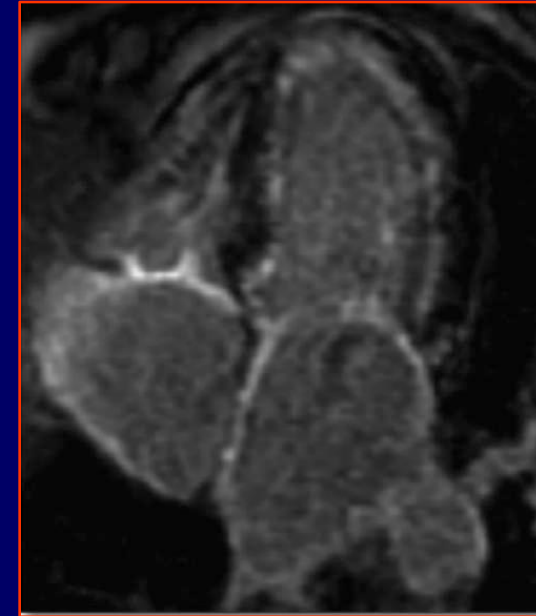
Mitrální stenóza

- tlak (+ myopatie u revm.)
- AK terapie při 60 mL/m² u revm. MS i při SR (2021 ESC/EACTS Guidelines)
- spíše poddajnost než LA objem určuje pooperační úlevu



AF

- Dokument opakuje vztah LA a AF
- Důraz na LASr jako prediktor výskytu fibrózy v LA
- a prediktor výskytu AF v obecné populaci, po KCH operaci, po první iCMP i prediktor rekurence AF po ablaci



Použití při kardioverzi

- TEE guided EKV je součástí doporučení pro AF (24h!)
- Zdůrazněna znovu nutnost AK terapie 4 týdny po EKV (stunning)



ESC GUIDELINES

Doporučení pro... | Guidelines

Doporučení pro diagnostiku a léčbu fibrilace síní 2024.

Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, De Potter TJR, Dwight J, Guasti L, Hanke T, Jaarsma T, Lettino M, Løchen ML, Lumbers RT, Maesen B, Mølgaard I, Rosano GMC, Sanders P, Schnabel RB, Suwalski P, Svennberg E, Tamargo J, Tica O, Traykov V, Tzeis S, Kotecha D; ESC Scientific Document Group

Překlad zkráceného dokumentu vypracovaný Českou asociací pro srdeční rytmus České kardiologické společnosti

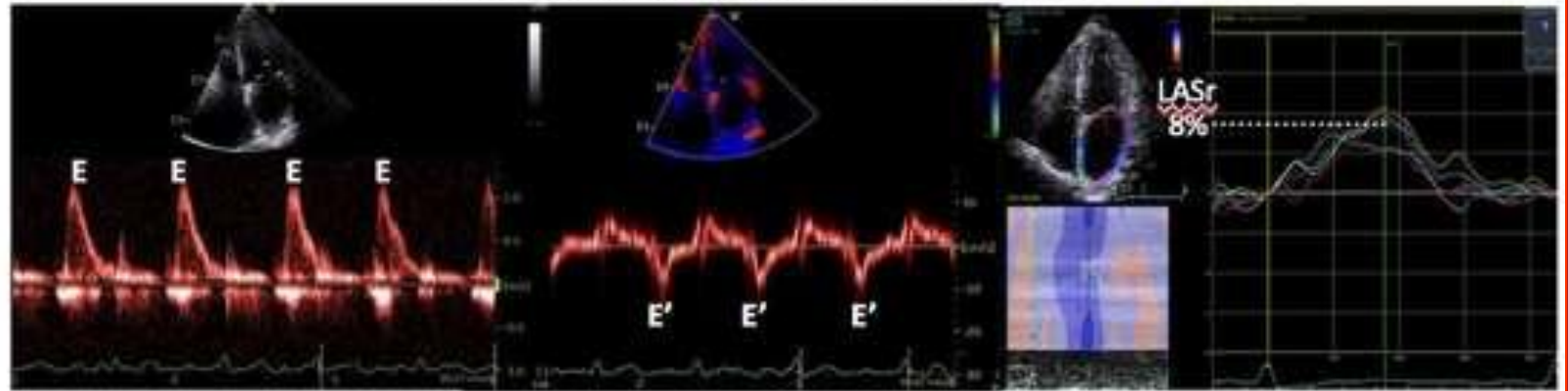
(2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation.

Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, De Potter TJR, Dwight J, Guasti L, Hanke T, Jaarsma T, Lettino M, Løchen ML, Lumbers RT, Maesen B, Mølgaard I, Rosano GMC, Sanders P, Schnabel RB, Suwalski P, Svennberg E, Tamargo J, Tica O, Traykov V, Tzeis S, Kotecha D; ESC Scientific Document Group.

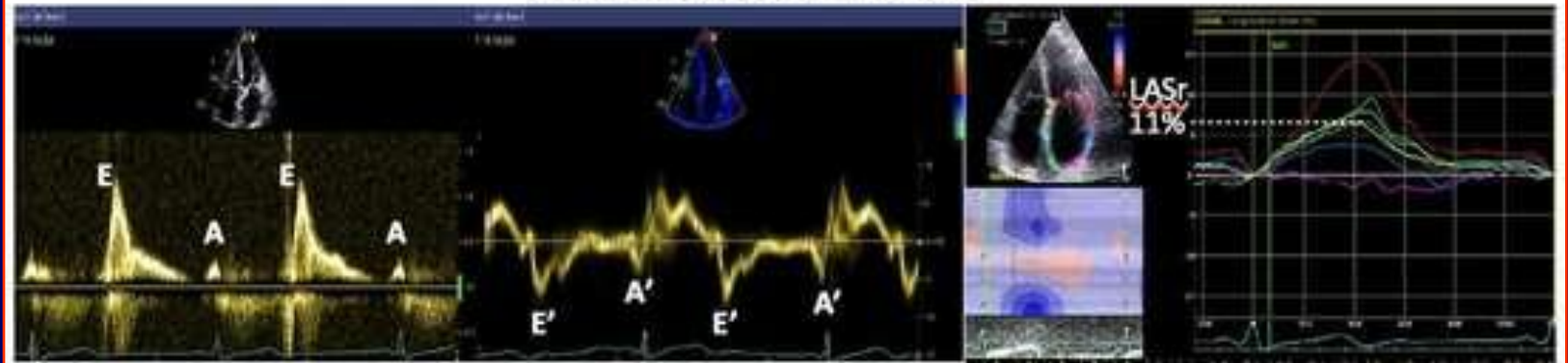
Translation of the shortened document prepared by the Czech Heart Rhythm Association of the Czech Society of Cardiology)

- připouští se, že u rizikových pt. může restituce kontraktilní funkce trvat i 3 M.

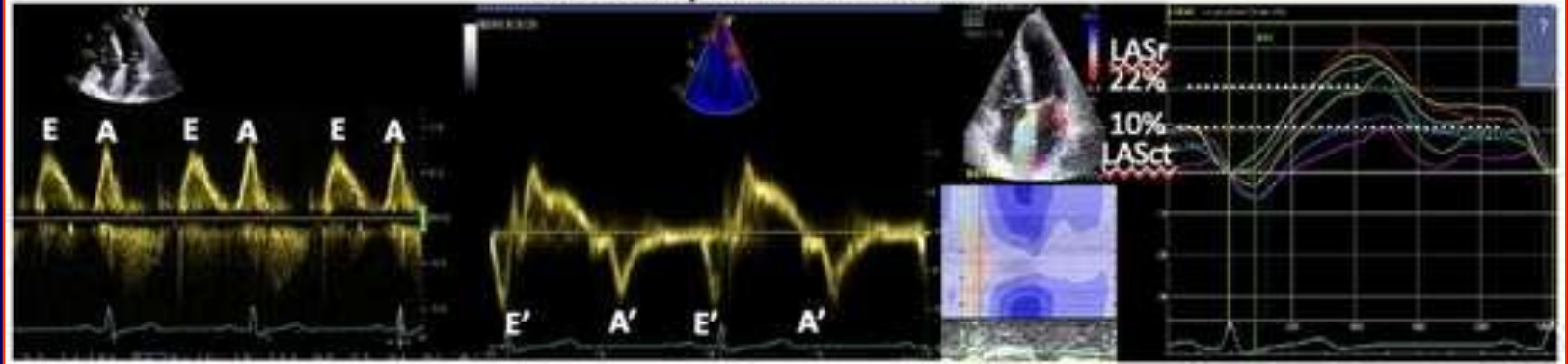
Atrial fibrillation, before cardioversion



24 hour post cardioversion

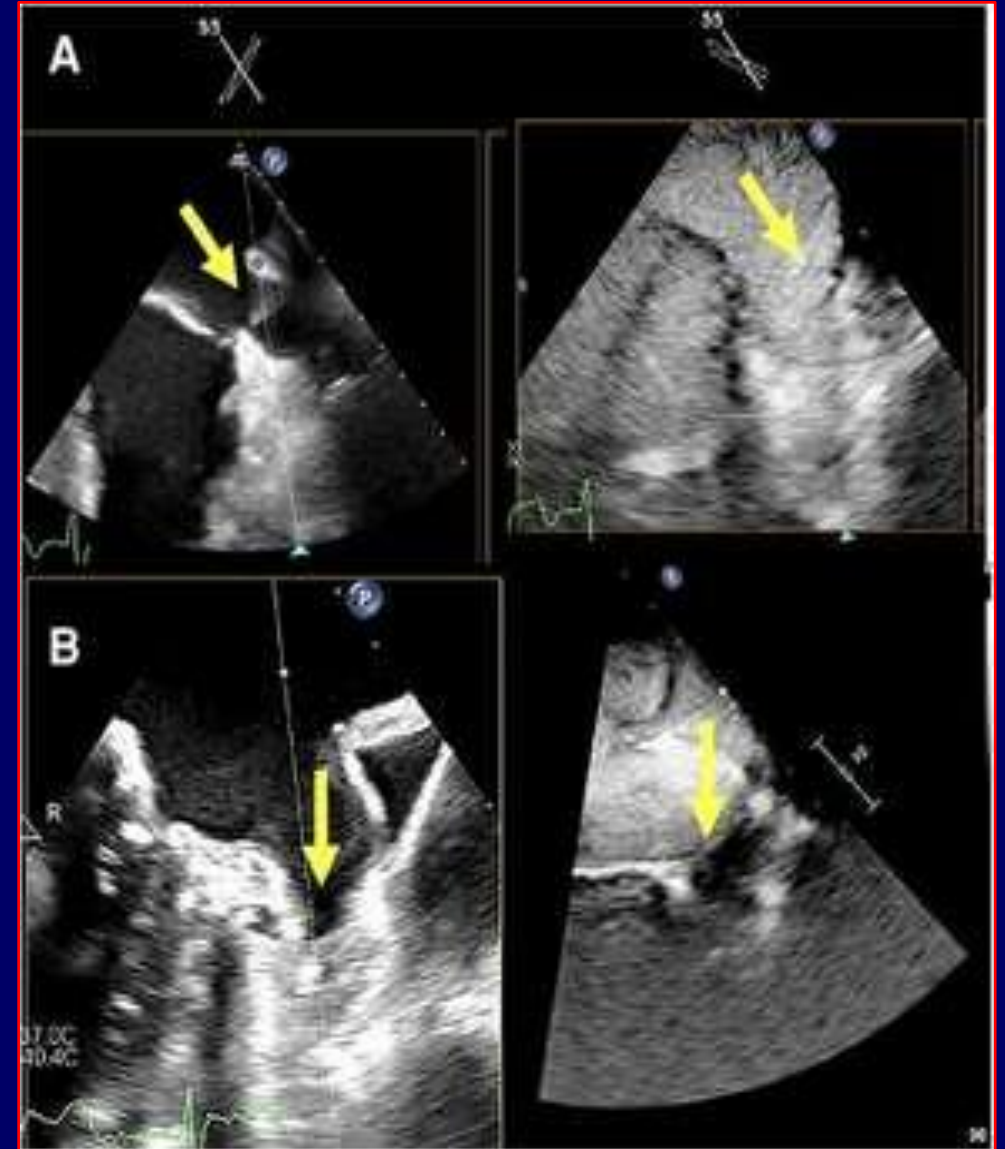


1 month post cardioversion



Predikce rizika tromboembolie – SEC, sludge, trombus...

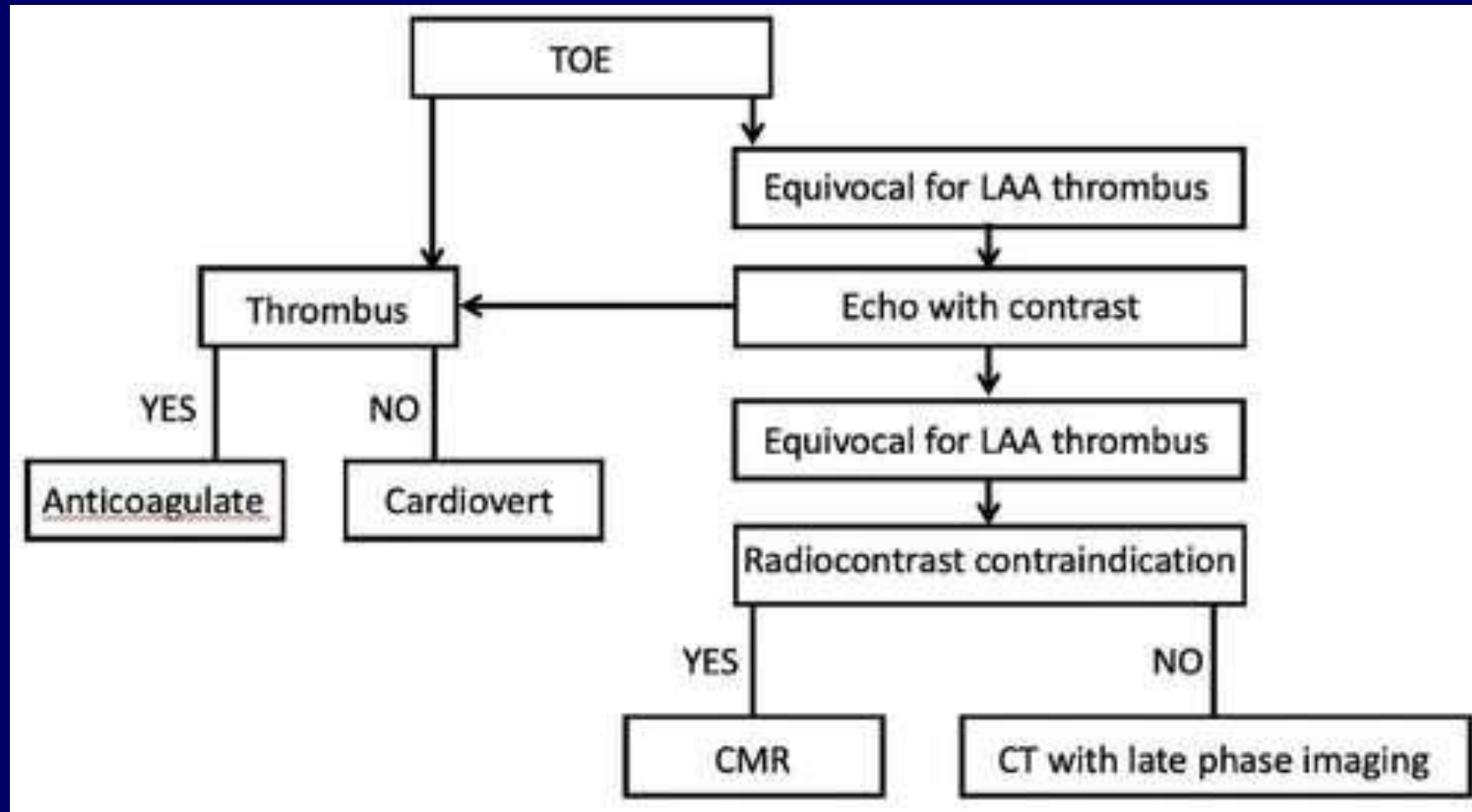
- 98% trombů v LA se nachází v oušku
- TEE senz. 93-100%. spec. 99%
- dfg charakteristiky útvaru = CMR
- Z hlediska klasifikace a rizika TE při výskytu trombu a SEC nepřináší dokument nic nového



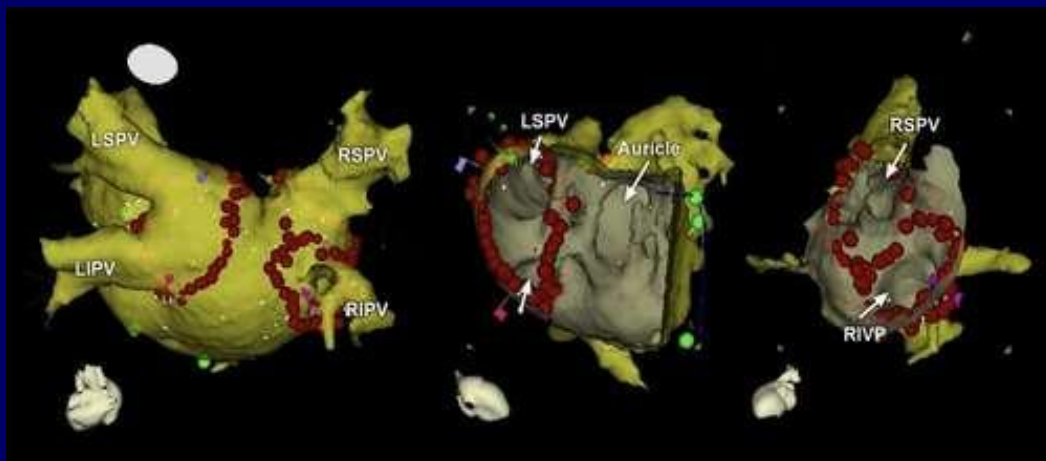
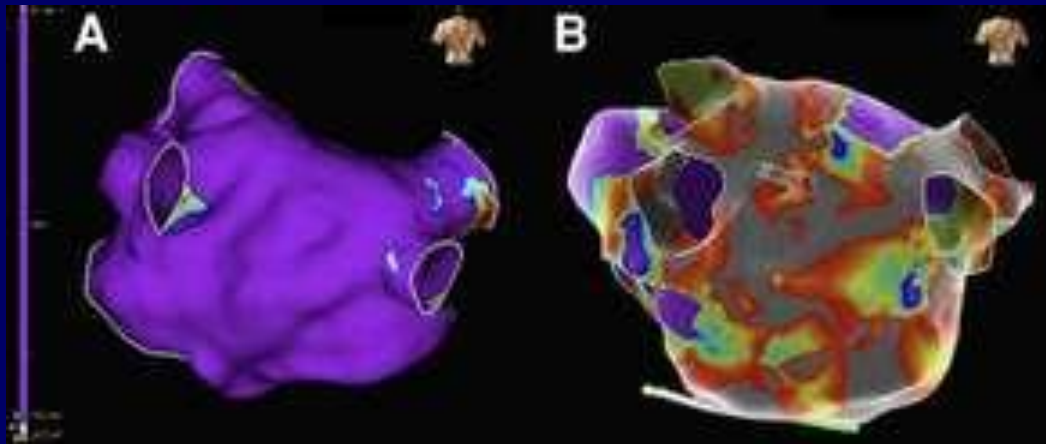
- The size of LAA ($>34 \text{ cm}^3$), the number of lobes ≥ 3 , a large non-chicken wing (cauliflower in particular) morphology, and low-velocity flow are considered risk factors for thrombus formation.
- The risk of thrombus development in the LAA increases with velocities $\leq 55 \text{ cm/s}$. Emptying velocity $< 20 \text{ cm/s}$ is specifically associated with LAA thrombus formation.
- The ratio of LVEF/LAVI < 1.5 showed 100% sensitivity for predicting the presence of LAA thrombus in patients with non-valvular AF.
- AF associated with MS, HCM, CA, or CHA2DS2-VA score > 1

- Furthermore, LA dilatation reduced deformation, fibrosis, and other atrial cardiopathy markers were shown to be associated with cardioembolic risk regardless of AF.
- LA fibrosis and LA strain were also shown to provide incremental risk prediction over CHA2DS2-VASc score and LA volume.

Antikoagulace a klinické rozhodování

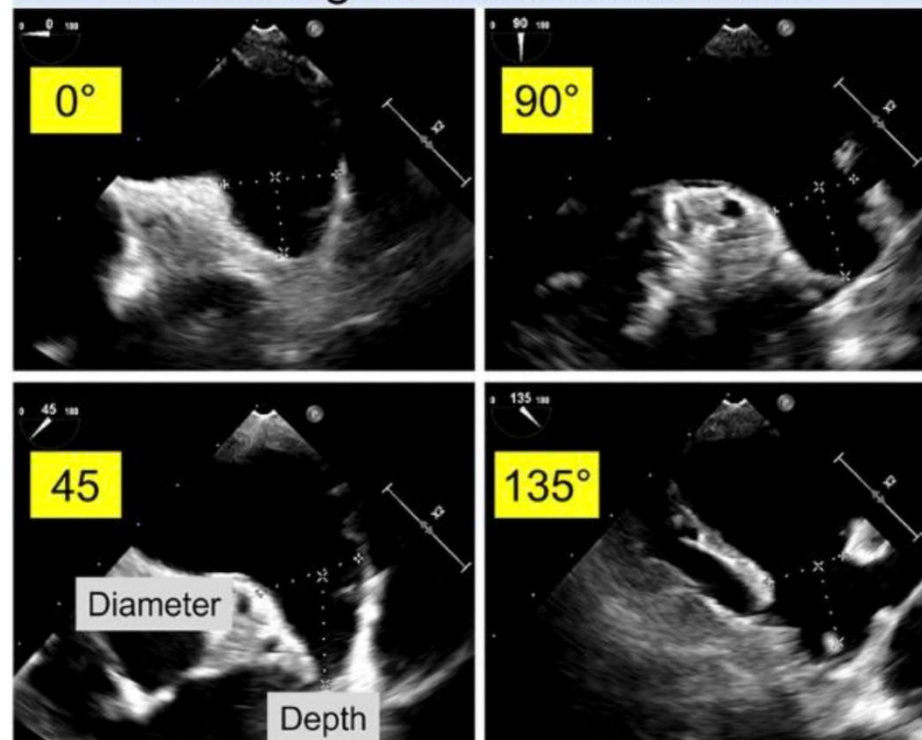


Použití při ablacích a uzávěrech LAA

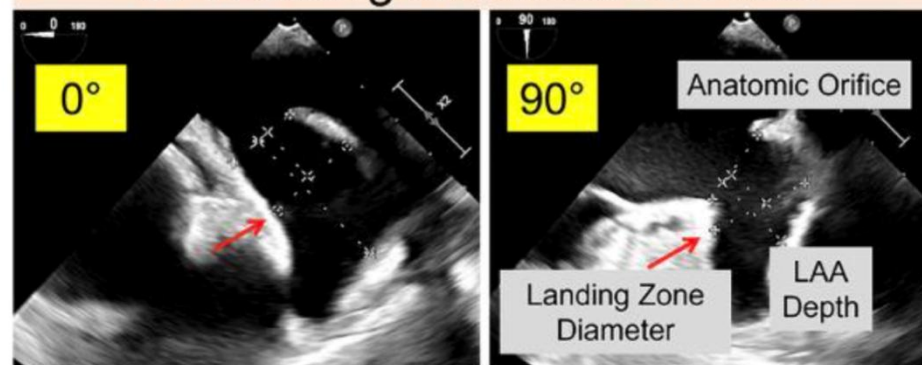


- Vyloučení trombu
- Měření landing zone
- Guiding AS punkce a umístění okluderu

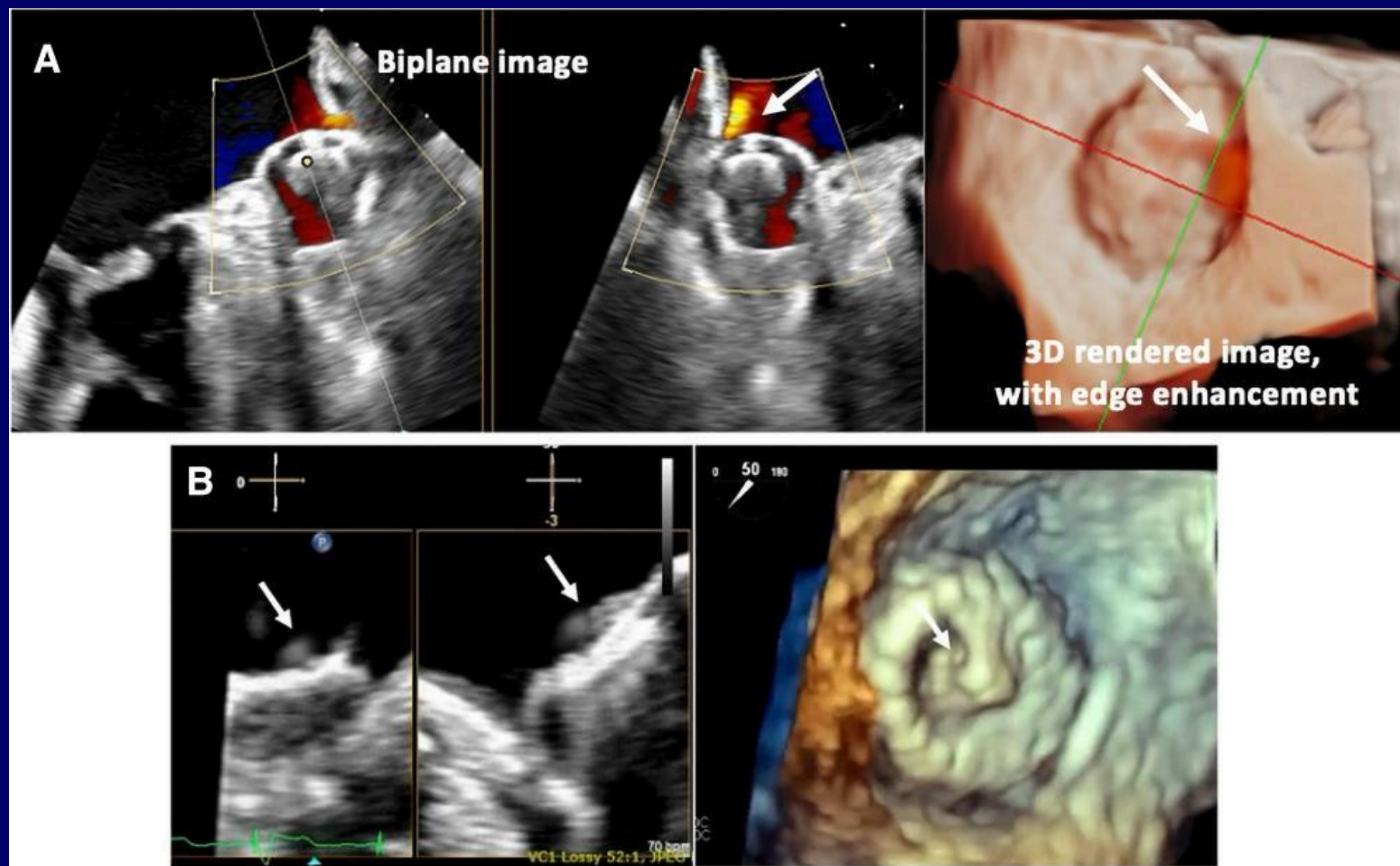
LAA Sizing for Watchman Device



LAA Sizing for Amulet Device



- Vyloučení trombu
- Měření landing zone
- Guiding AS punkce a umístění okluderu
- Kontrola leaku bezprostředně a ve 45-90 dnech AK terapie? Reokluze?



Ablace

- Vyloučení trombu před RFA (TEE/ICE/CT), max 48 hod před výkonem
- CT zobrazení PV, kontrola při klinické suspekci na stenozu
- Kupodivu merging CT s elektroanatomickou mapou nezlepšuje outcome ablace. Stejně tak ani preprocedurální znalost rozsahu fibrózy dle CMR
- ICE je užitečné pro guiding ablačního katetru

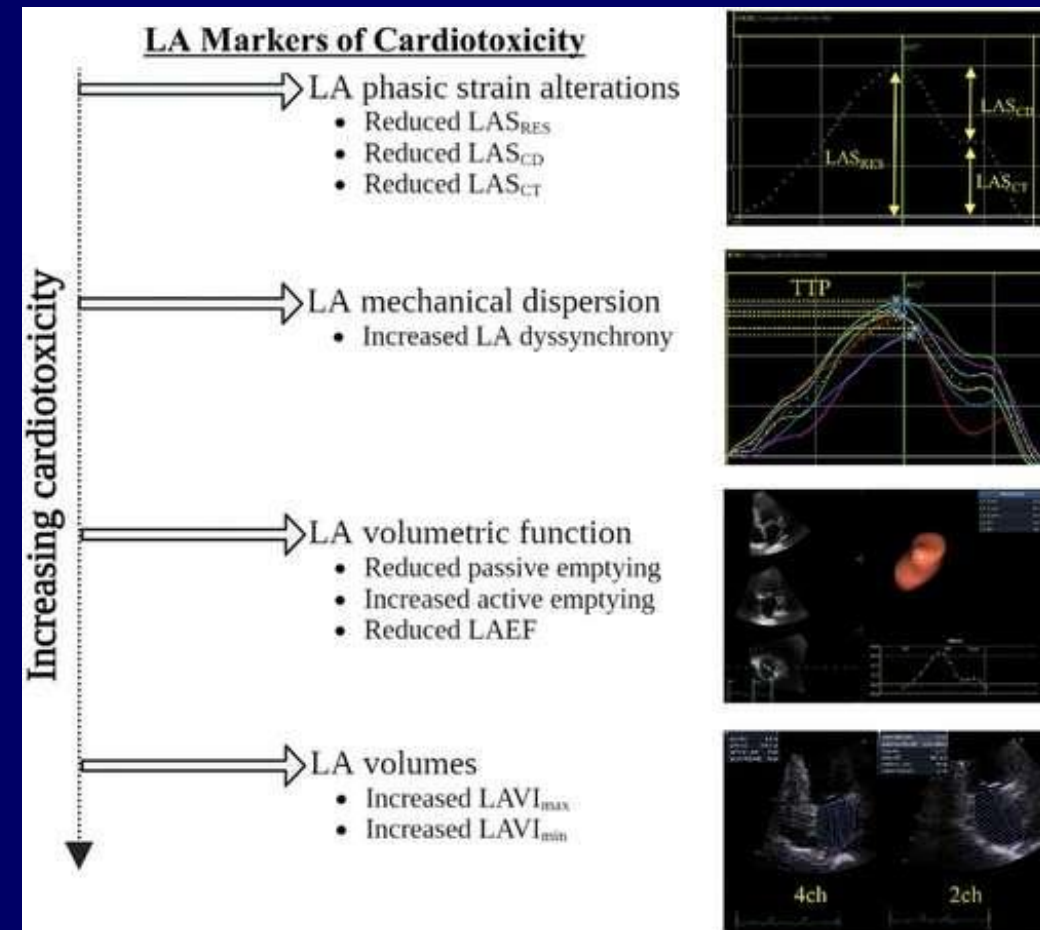
Detekce komplikací

- Tromby (ICE)
- Perikardiální efuse (echo, ICE)
- Poškození chlopně (echo)
- Stenóza PV (CT/MR)
- Atrio-ezofageální píštěl (kontrastní CT)

Indikátory kardiotoxicity

- LA dilatace
- redukce passive emptying , zvýšení active emptying
- redukce LA emptying fraction
- snížení LASr, LAScd, LASct
- prodloužení mechanické disperse

normy? stratifikace rizika?



Závěry:

- EACVI/EHRA 2025 konsensus přináší ucelený souhrn problematiky zobrazování levé síně, nicméně po obsahové stránce nepřináší mnoho nového oproti konsensu 2015.
- Nové jsou poznatky o strainu levé síně, orientační nové normy pro strain a pokusy aplikovat výsledky nevelkých studií do klinického kontextu.

Závěr:

- Přes tyto četné zajímavé výsledky se domnívám, že ani strain není samospasitelným nezávislým parametrem, který by byl schopen relevantně kvantifikovat systolické a diastolické vlastnosti levé síně
- Vzhledem k tomu, jak rozdílné výsledky měření LS dávají jednotlivé zobrazovací metody, tak vlastně pořád vůbec nevíme, jak je levá síň skutečně velká.

Děkuji za pozornost

