

Echokardiografie - standard, který musí být připomínán

Aleš Linhart

**II. interní klinika
kardiologie a angiologie**

**Komplexní
kardiovaskulární centrum**

VFN a 1. LF UK

Praha



Schéma echokardiografického hodnocení u nemocných se srdečním selháním

- Systolická funkce LK
 - globální
 - regionální
- Plnění levé komory
- Velikost levé síně
- Funkce pravé komory
- Plnicí tlaky pravé komory
- Tenze v plícnici
- Asociované chlopenní vady
- Perikard



ELSEVIER

GUIDELINES



2005

Recommendations for chamber quantification[☆]

Roberto M. Lang, Michelle Bierig, Richard B. Devereux,
Frank A. Flachskampf*, Elyse Foster, Patricia A. Pellikka,
Michael H. Picard, Mary J. Roman, James Seward,
Jack Shanewise, Scott Solomon, Kirk T. Spencer,
Martin St. John Sutton, William Stewart

GUIDELINES AND STANDARDS

Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

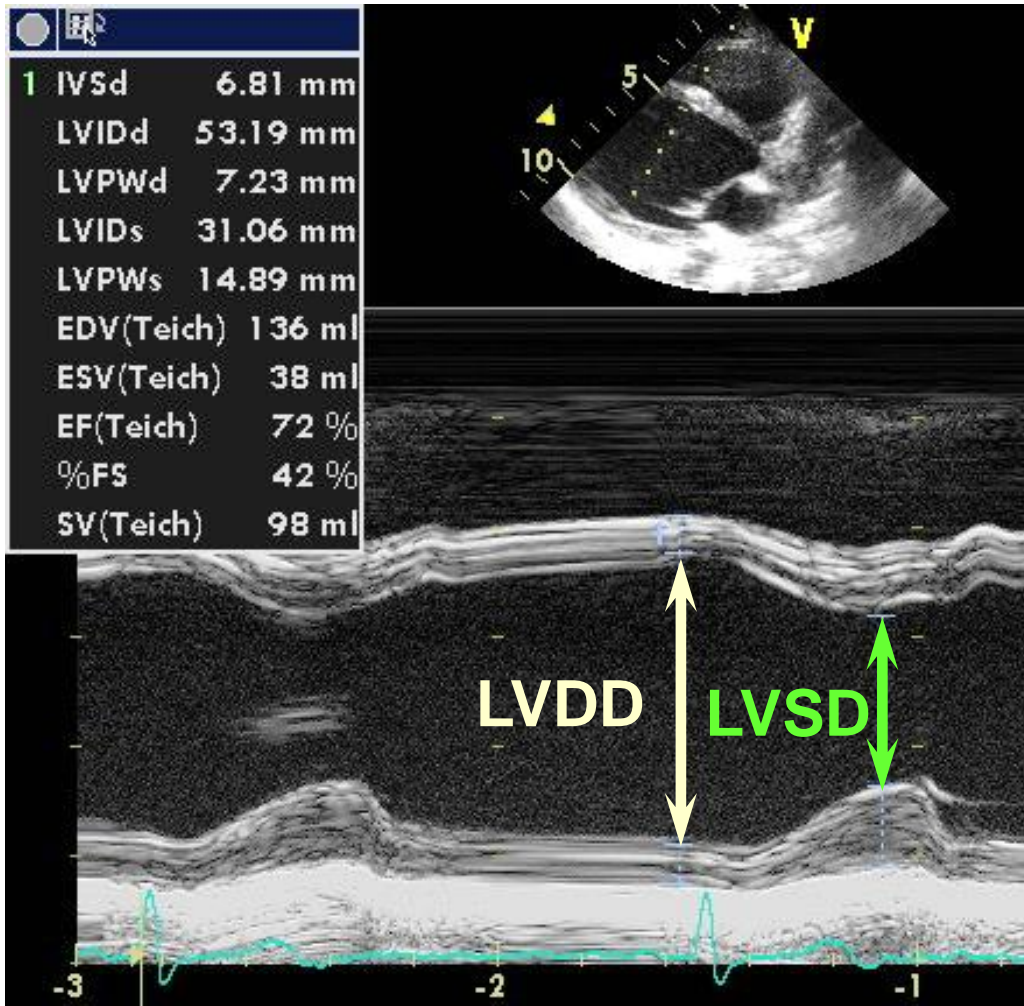
2015

J Am Soc Echocardiogr
2015;28:1-39.

Roberto M. Lang, MD, FASE, FESC, Luigi P. Badano, MD, PhD, FESC, Victor Mor-Avi, PhD, FASE,
Jonathan Afilalo, MD, MSc, Anderson Armstrong, MD, MSc, Laura Ernande, MD, PhD,
Frank A. Flachskampf, MD, FESC, Elyse Foster, MD, FASE, Steven A. Goldstein, MD,
Tatiana Kuznetsova, MD, PhD, Patrizio Lancellotti, MD, PhD, FESC, Denisa Muraru, MD, PhD,
Michael H. Picard, MD, FASE, Ernst R. Rietzschel, MD, PhD, Lawrence Rudski, MD, FASE, Kirk T. Spencer, MD,
FASE, Wendy Tsang, MD, and Jens-Uwe Voigt, MD, PhD, FESC, *Chicago, Illinois; Padua, Italy; Montreal, Quebec
and Toronto, Ontario, Canada; Baltimore, Maryland; Créteil, France; Uppsala, Sweden; San Francisco, California;
Washington, District of Columbia; Leuven, Liège, and Ghent, Belgium; Boston, Massachusetts*

SYSTOLICKÁ FUNKCE LK

Posouzení systolické funkce ze záznamu způsobem M



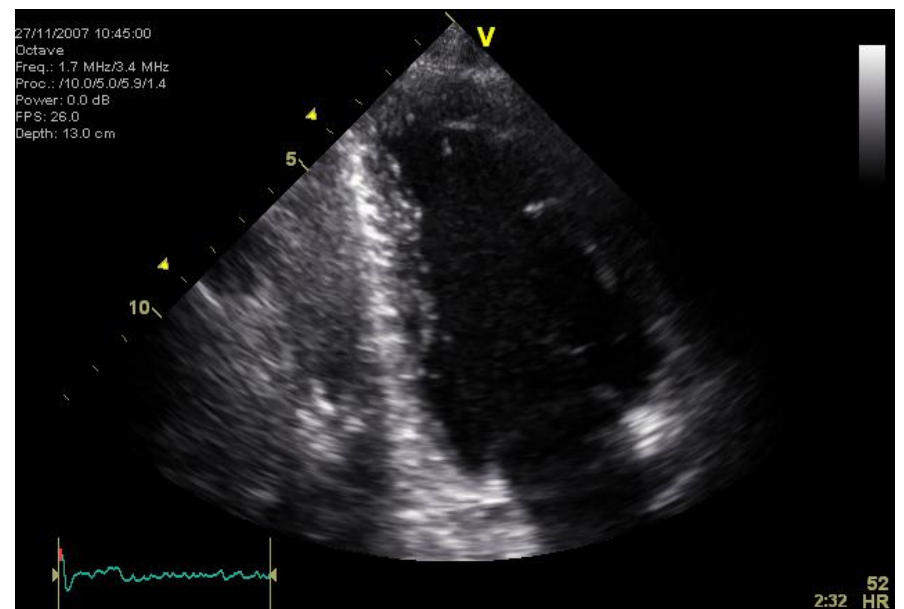
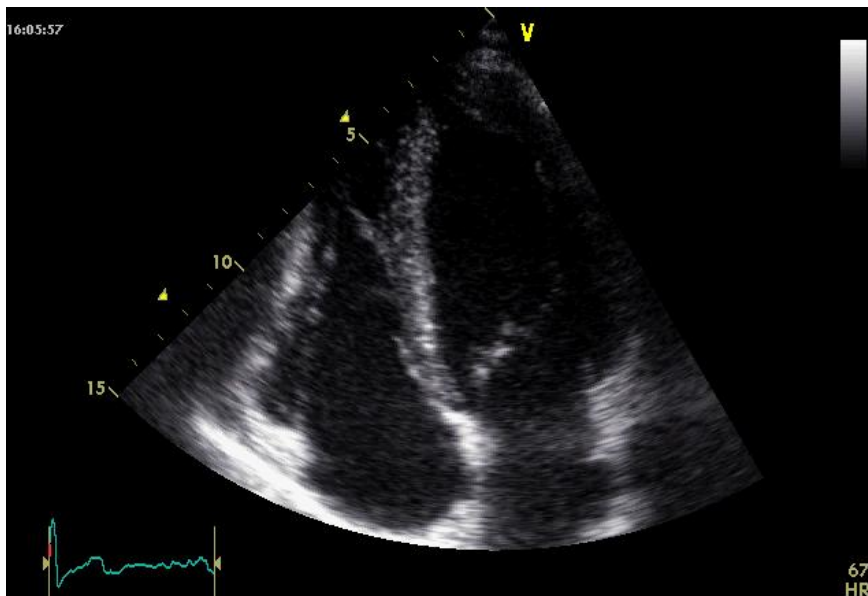
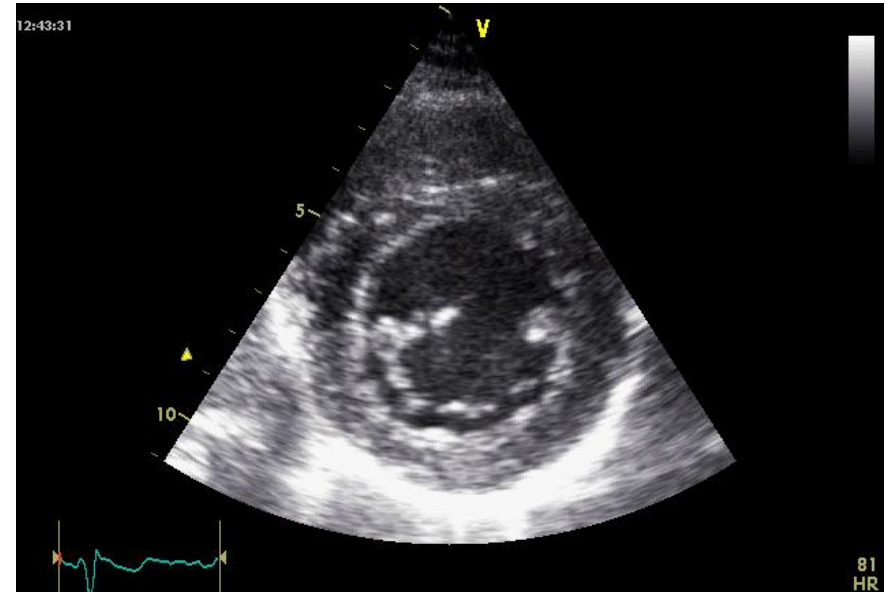
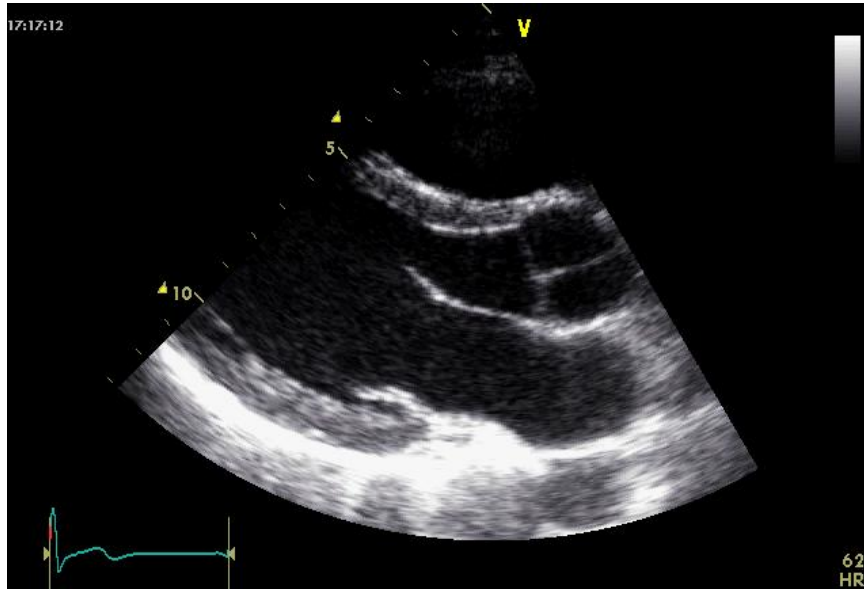
Frakční zkrácení (FS)

$$FS = \frac{LVDD - LVSD}{LVDD} (\%)$$

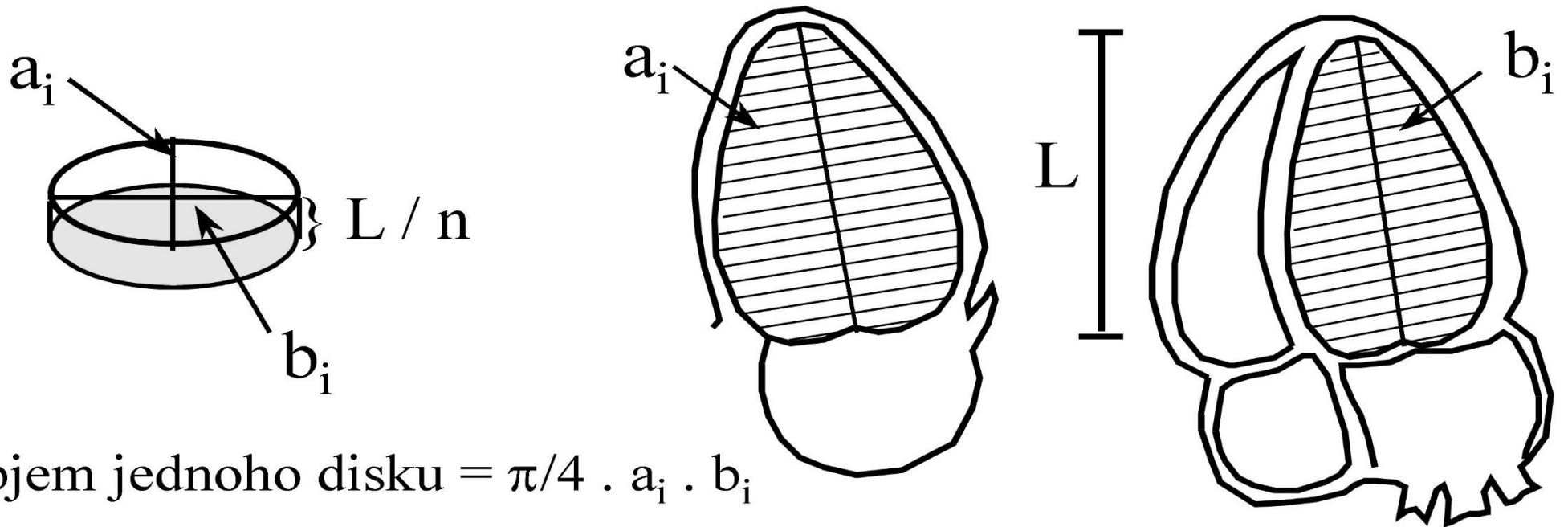
Normální hodnoty : $36 \pm 6 \%$

Normální rozmezí : 26 - 48 %

Systolická funkce LK



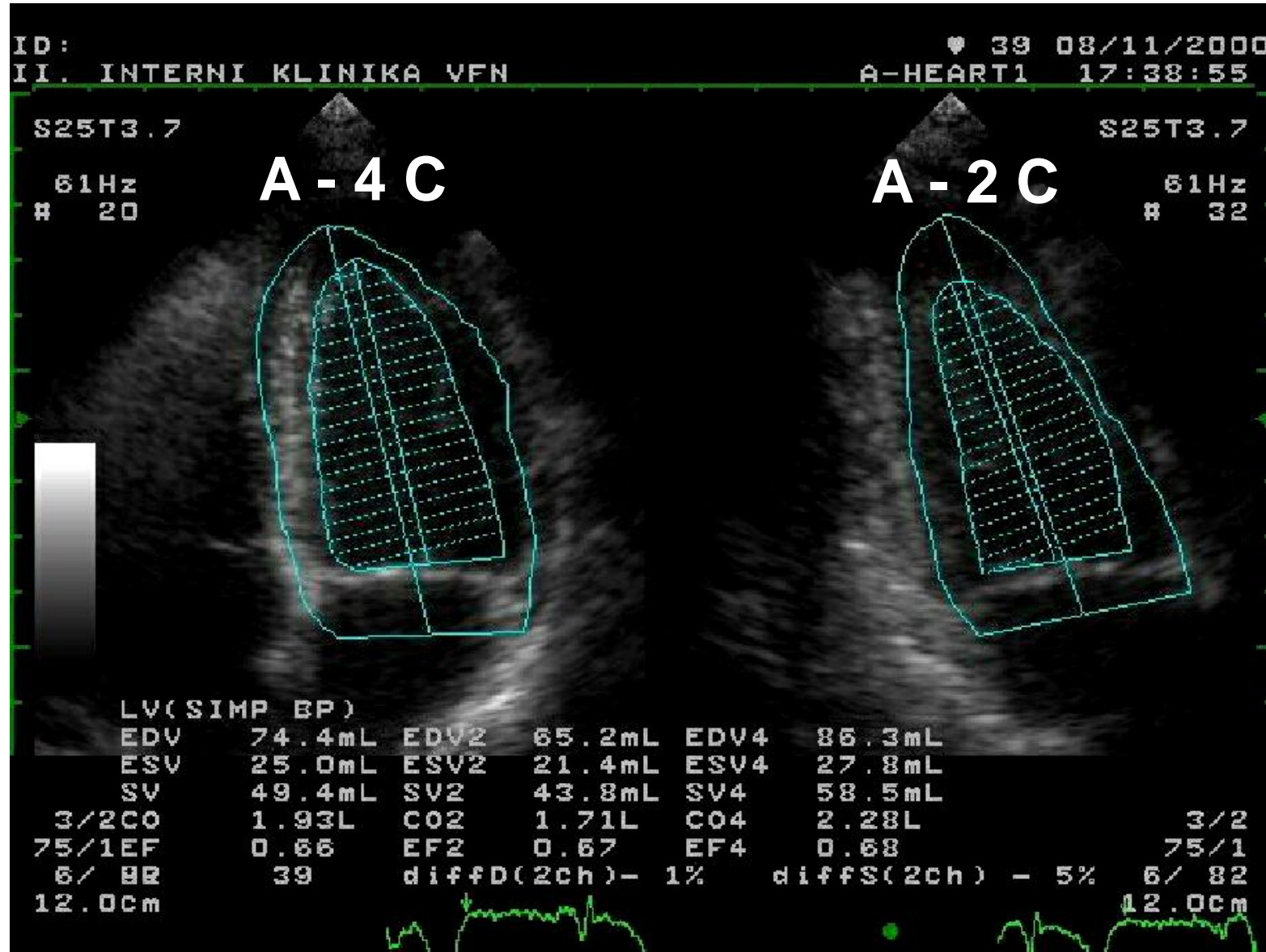
Simpsonova metoda sumace disků



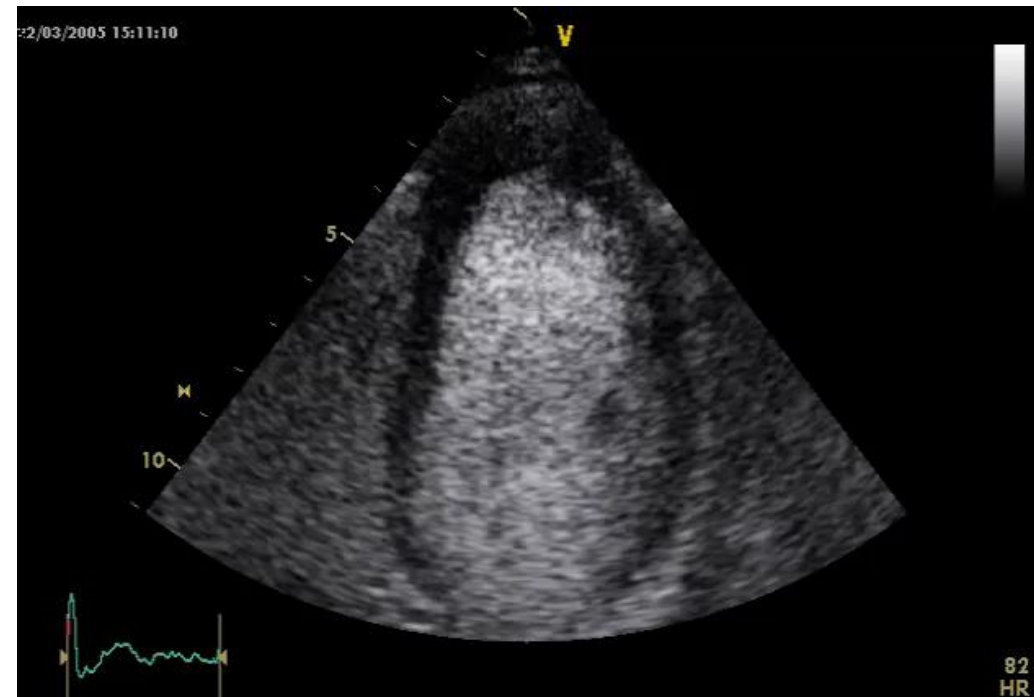
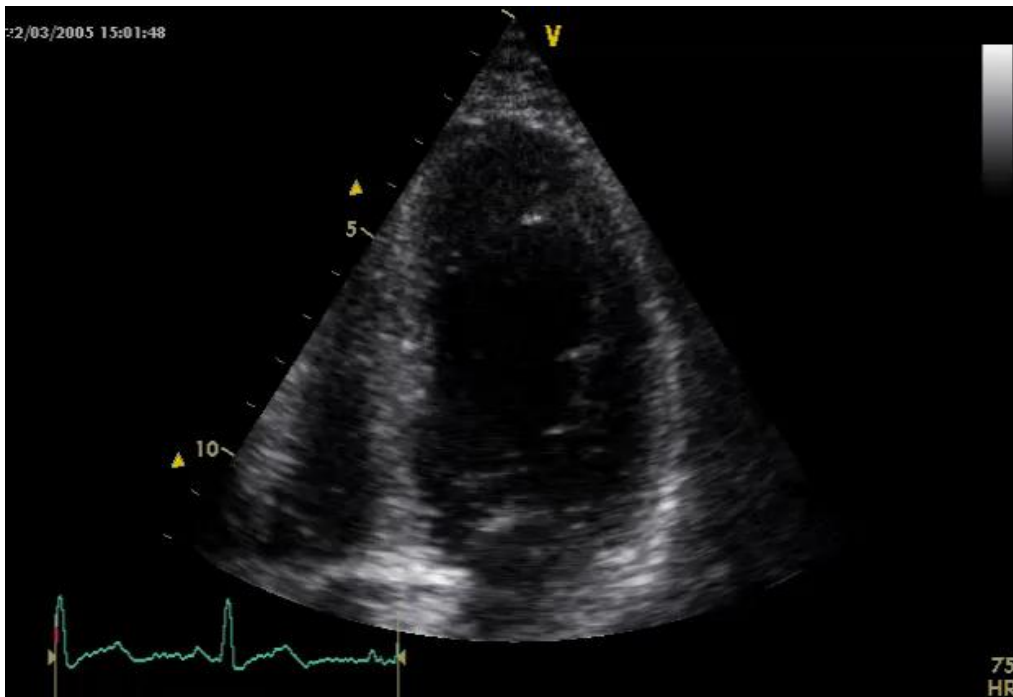
Objem jednoho disku = $\pi/4 \cdot a_i \cdot b_i$

$$V = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n a_i \cdot b_i \cdot \frac{L}{n}$$

Stanovení objemů LK z 2D zobrazení – modifikovaná Simpsonova metoda - metoda sumace disků



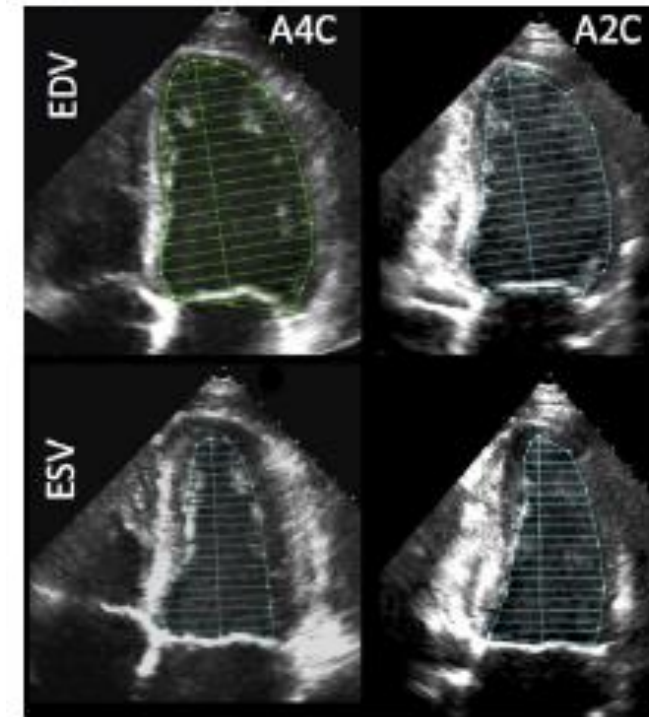
Využití kontrastní echokardiografie pro delineaci endokardiálních struktur



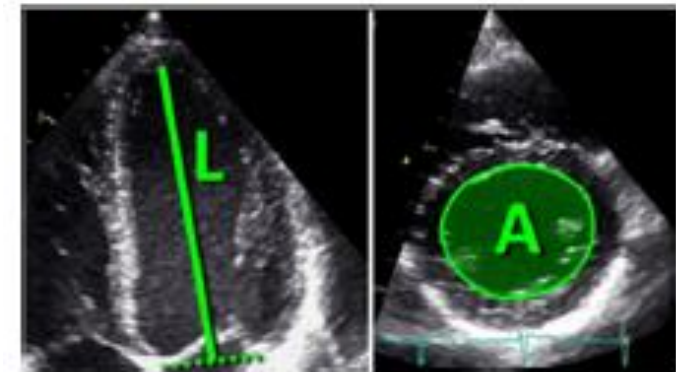
Objemy LK

- Objemy měření v A4C + A2C
- Kontura ukončena na úrovni mitrálního anulu
- Není definice diastoly (dříve EKG, obrázek po uzávěru mitrální chlopně, největší dutina?)
- Horní hranice EDV
 - 74 ml/m² muži
 - 61 ml/m² ženy
- Horní hranice ESVs
 - 31 ml/m² muži
 - 24 ml/m² ženy

Biplane disk summation



Area-length



3D objemy v reálné praxi



Systolická funkce

- Vypočítávána z 2D nebo 3D měření.
- **Snížená EF je**
 - **<52% u mužů**
 - **<54% u žen**

Male				Female			
Normal range	Mildly abnormal	Moderately abnormal	Severely abnormal	Normal range	Mildly abnormal	Moderately abnormal	Severely abnormal
52–72	41–51	30–40	<30	54–74	41–53	30–40	<30

Strain = deformace

L_0

ΔL



L

Příklad 20% pozitivního strainu

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

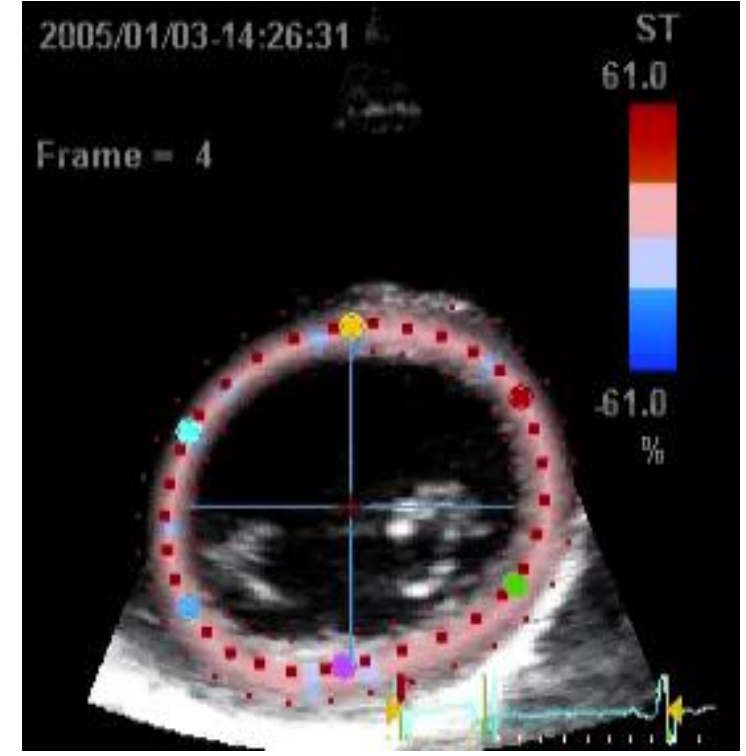
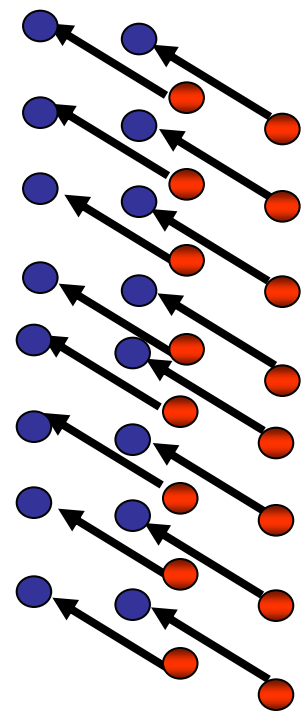
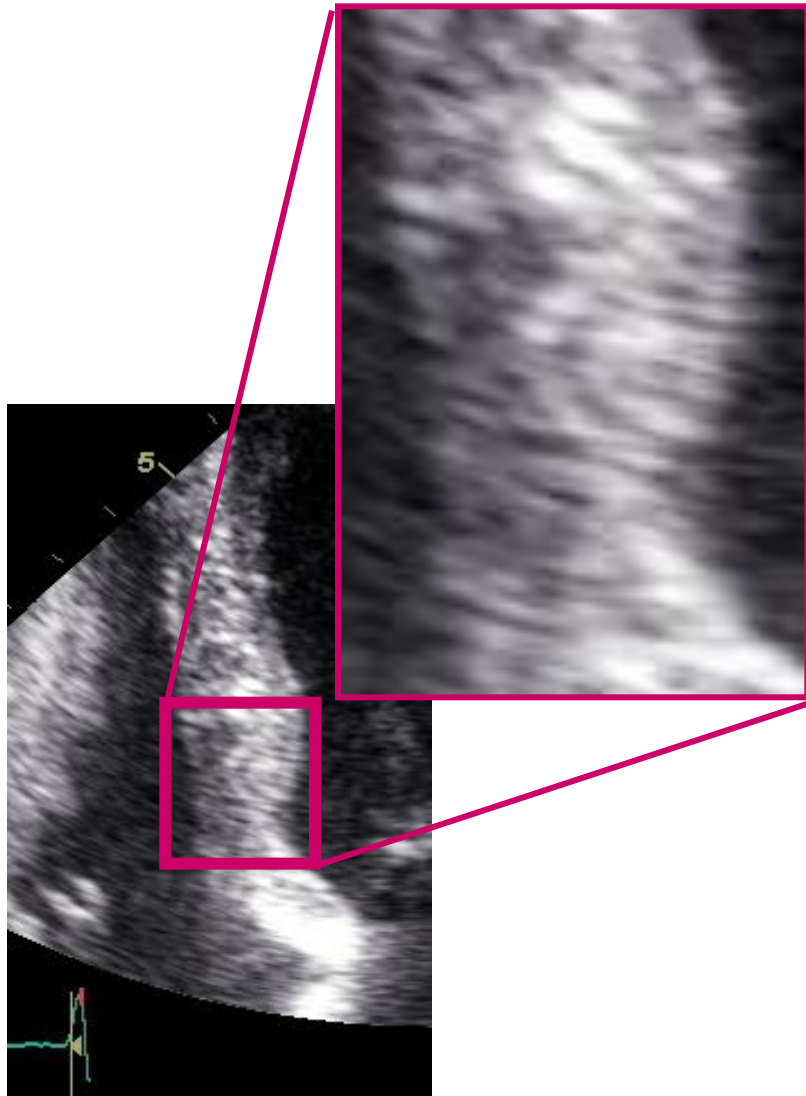
Strain rate = deformace / čas



$$\dot{\varepsilon} = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t} \quad (S^{-1})$$

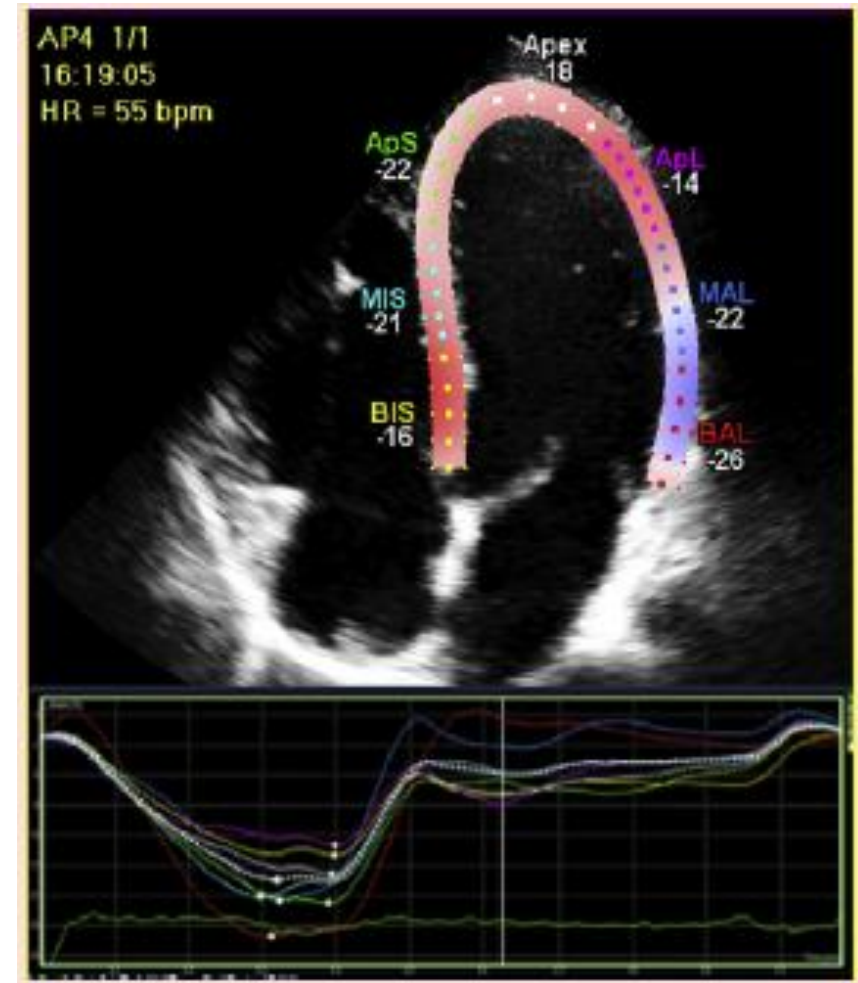


Speckle tracking – 2D strain rate

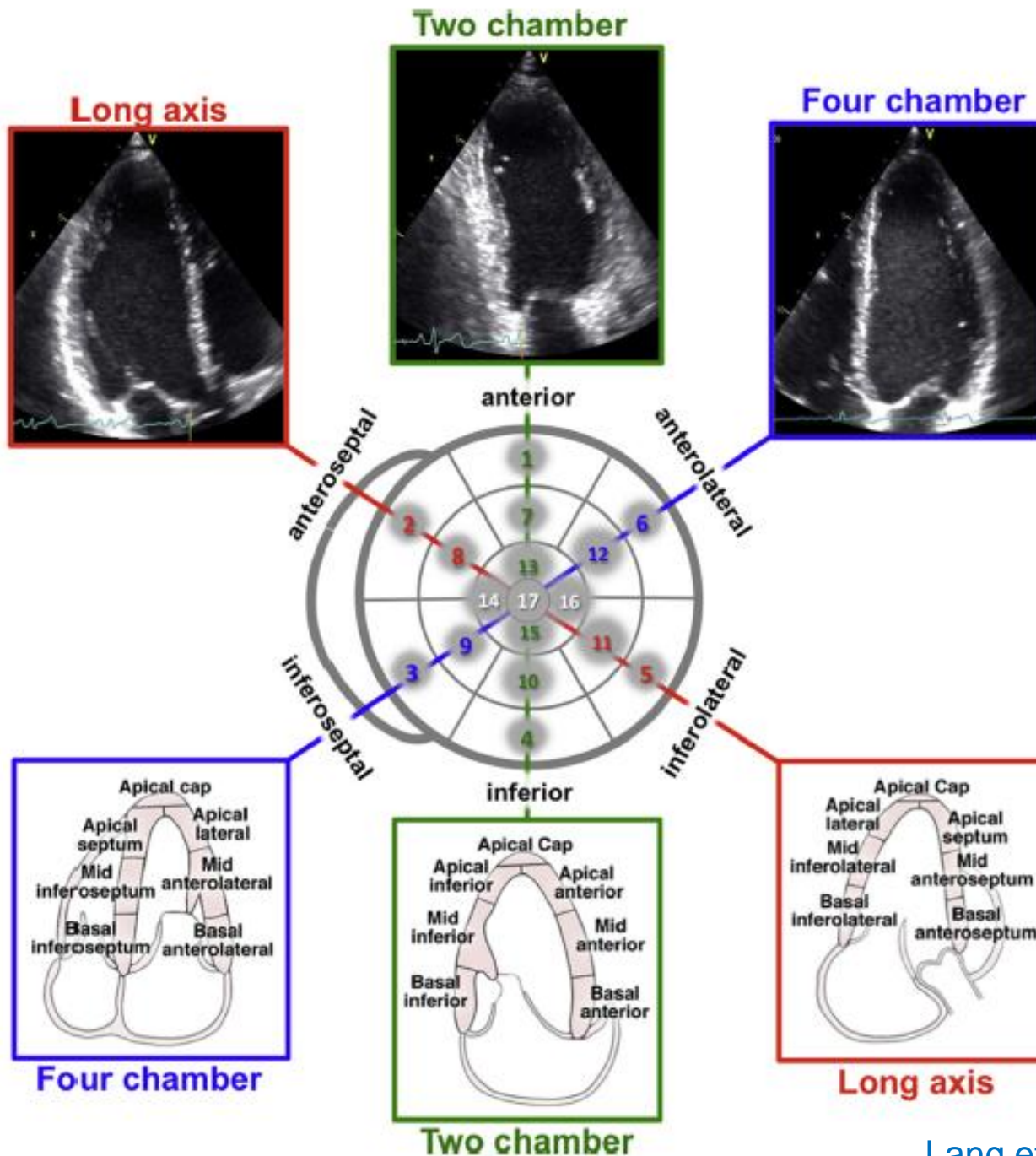


GLS – global longitudinal strain

- Identifikace AVO a AVC (M-mode)
- Speckle tracking - průměr ve 3 standardních projekcích
- Variabilita mezi výrobci a verzemi software
- Závislost na věku
- Opakované měření – stejný SW
- Univerzální normy nejsou k dispozici
- Normální GLS kolem – 20%



HODNOCENÍ REGIONÁLNÍ FUNKCE

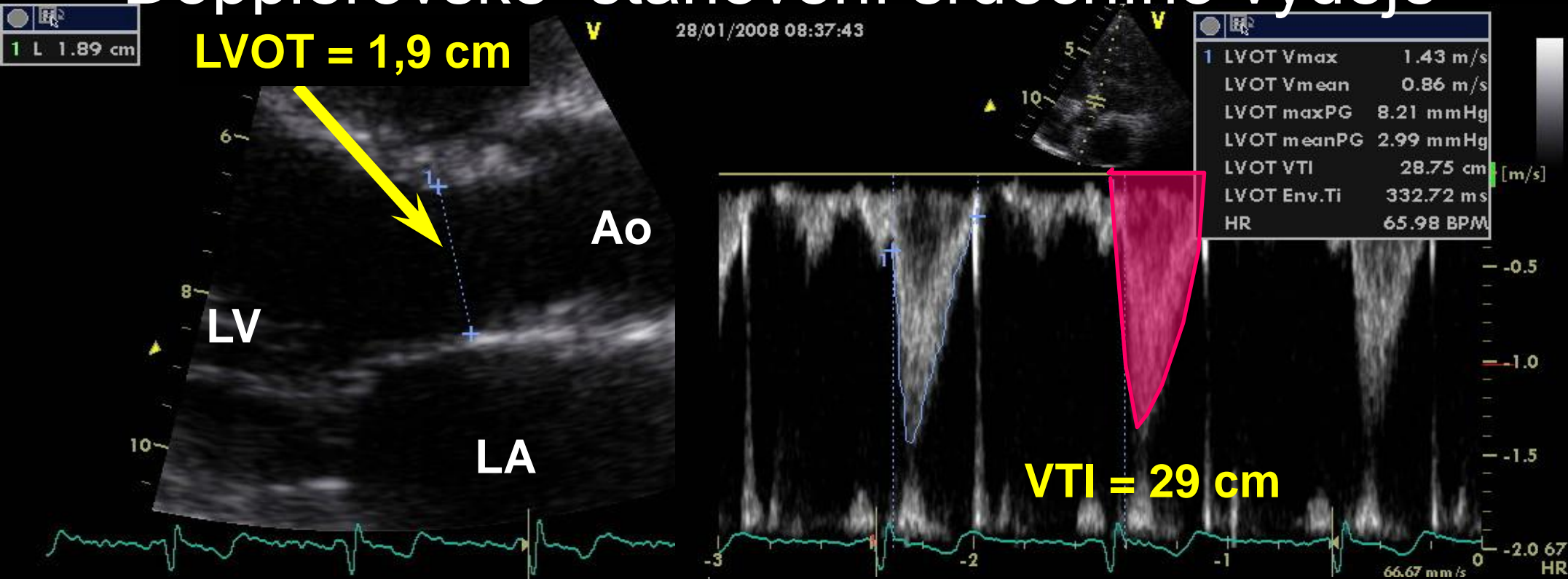


17 segmentový model pro perfusní studie a pro srovnání se SPECT, PEC, nebo CMR

Pro hodnocení kinetiky nemá být 17. segment (the apikální čepička) hodnocen

VÝPOČET DOPŘEDNÉHO SRDEČNÍHO VÝDEJE

Dopplerovské stanovení srdečního výdeje



$$\text{Teplotný objem} = \pi \cdot \frac{\text{LVOT}^2}{4} \cdot \text{VTI}$$

Srdeční výdej = Teplotný objem . Srdeční frekvence

DIASTOLICKÁ FUNKCE LK

Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

Sherif F. Nagueh, Chair, MD, FASE,¹ Otto A. Smiseth, Co-Chair, MD, PhD,² Christopher P. Appleton, MD,¹ Benjamin F. Byrd, III, MD, FASE,¹ Hisham Dokainish, MD, FASE,¹ Thor Edvardsen, MD, PhD,² Frank A. Flachskampf, MD, PhD, FESC,² Thierry C. Gillebert, MD, PhD, FESC,² Allan L. Klein, MD, FASE,¹ Patrizio Lancellotti, MD, PhD, FESC,² Paolo Marino, MD, FESC,² Jae K. Oh, MD,¹ Bogdan Alexandru Popescu, MD, PhD, FESC, FASE,² and Alan D. Waggoner, MHS, RDCS¹, *Houston, Texas; Oslo, Norway; Phoenix, Arizona; Nashville, Tennessee; Hamilton, Ontario, Canada; Uppsala, Sweden; Ghent and Liège, Belgium; Cleveland, Ohio; Novara, Italy; Rochester, Minnesota; Bucharest, Romania; and St. Louis, Missouri*

(J Am Soc Echocardiogr 2016;29:277-314.)

Keywords: Diastole, Echocardiography, Doppler, Heart failure

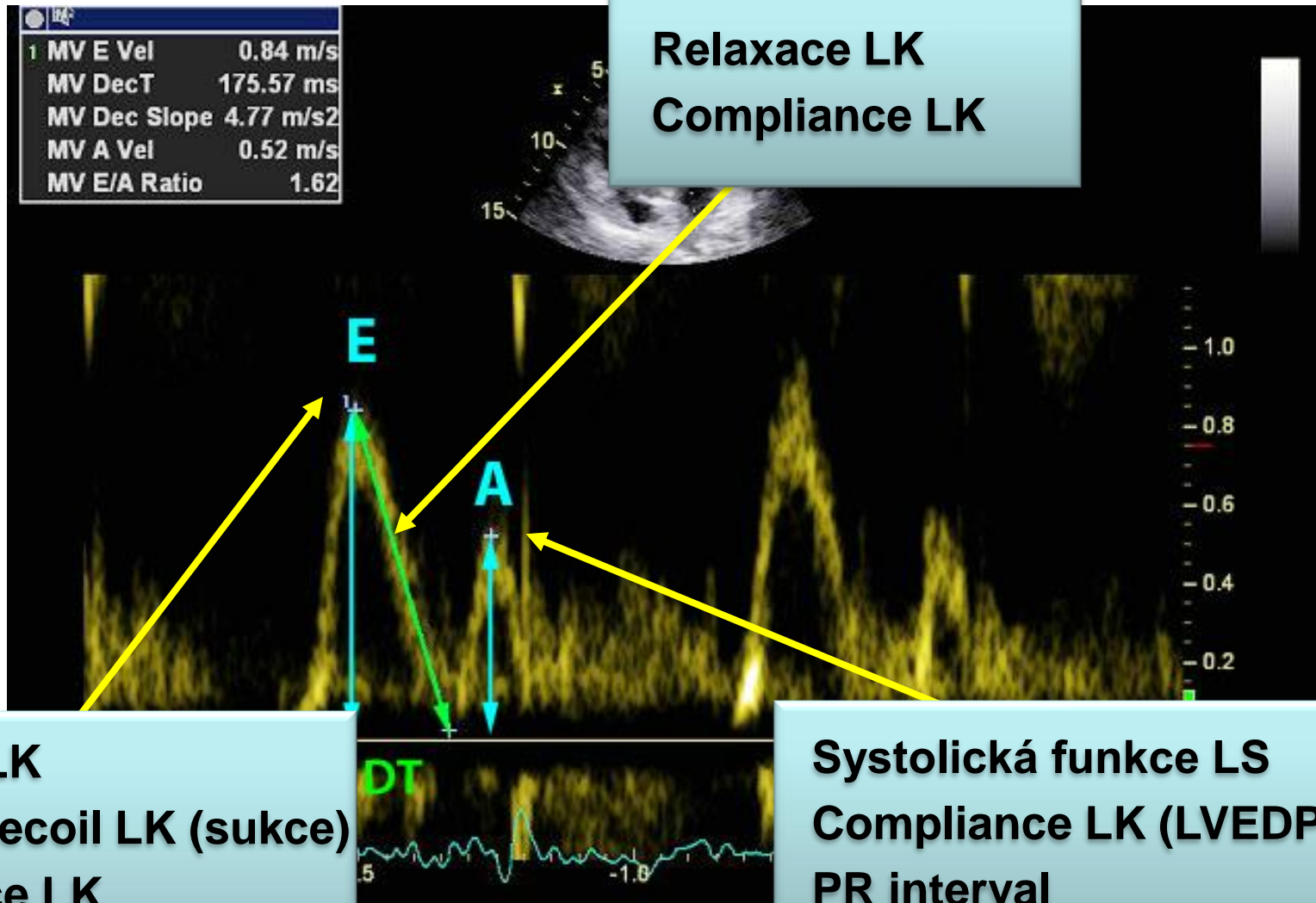
TABLE OF CONTENTS

I. General Principles for Echocardiographic Assessment of LV Diastolic Function	278
II. Diagnosis of Diastolic Dysfunction in the Presence of Normal LVEF	279
III. Echocardiographic Assessment of LV Filling Pressures and Diastolic Dysfunction Grade	281
IV. Conclusions on Diastolic Function in the Clinical Report	288
V. Estimation of LV Filling Pressures in Specific Cardiovascular Diseases	288
A. Hypertrophic Cardiomyopathy	289
B. Restrictive Cardiomyopathy	289
C. Valvular Heart Disease	290
D. Heart Transplantation	292
E. Atrial Fibrillation	295
F. Atrioventricular Block and Pacing	296
VI. Diastolic Stress Test	298
A. Indications	299
B. Performance	299
C. Interpretation	301
D. Detection of Early Myocardial Disease and Prognosis	301
VII. Novel Indices of LV Diastolic Function	301
VIII. Diastolic Doppler and 2D Imaging Variables for Prognosis in Patients with HFrEF	303
IX. Prediction of Outcomes in Patients with HFpEF	303
Reviewers	306
Notice and Disclaimer	307

Hodnocení založené na posouzení série ukazatelů a počtu abnormálních

1. Transmitranční průtok E/A
 2. e' na septálním a laterálním anulu ev. průměr
 3. poměr E/e'
 4. LAVI > 34 ml/m²
 5. Max rychlost TR jetu jako ukazatel plicní hypertenze (>2,8 m/s = 31 mmHg)
- rozdíl mezi Ar-A – není v algoritmech uveden

Determinanty vln transmitrálního průtoku



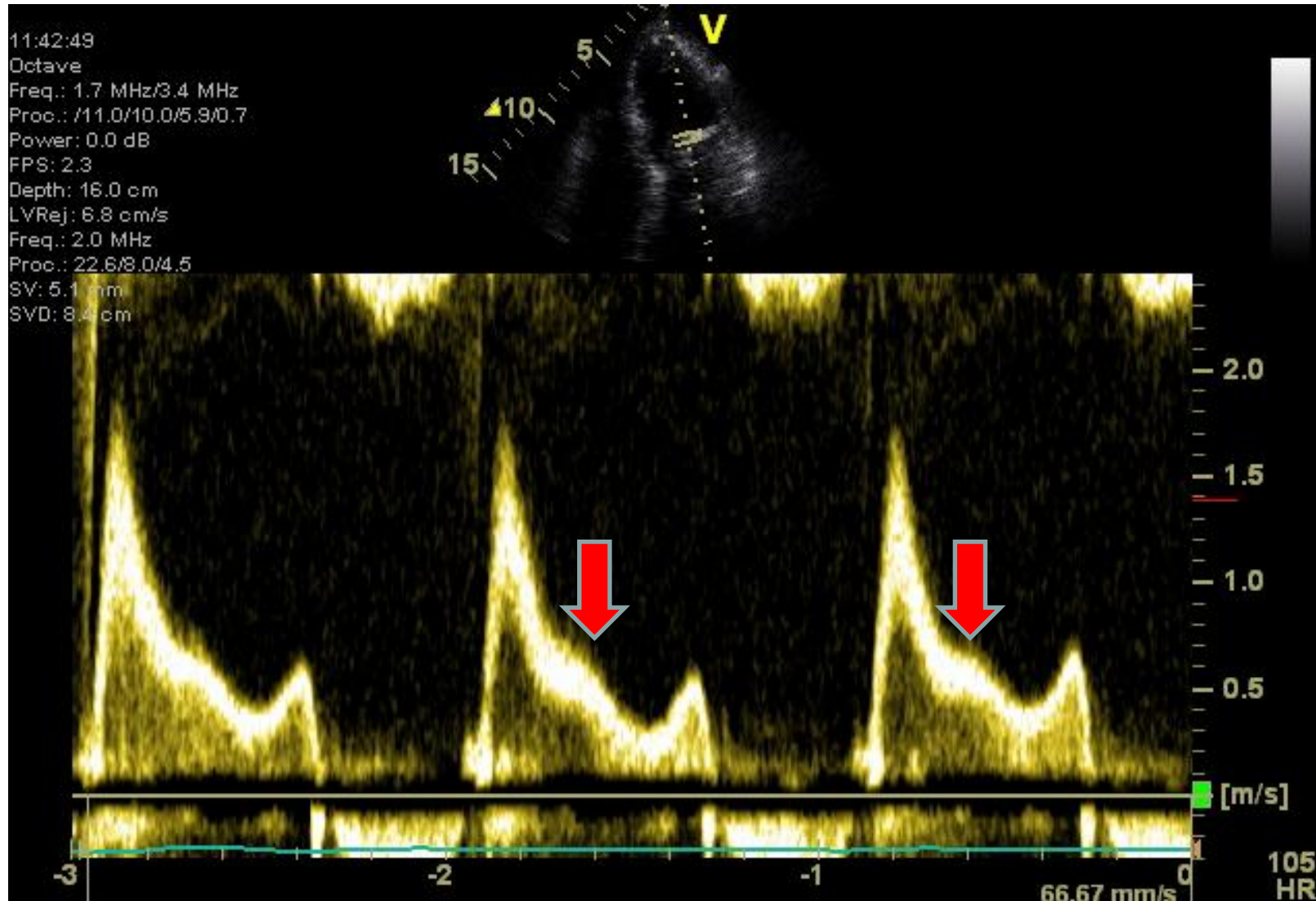
Relaxace LK
Compliance LK

Relaxace LK
Elastický recoil LK (sukce)
Compliance LK
Tlak v LS

Systolická funkce LS
Compliance LK (LVEDP)
PR interval

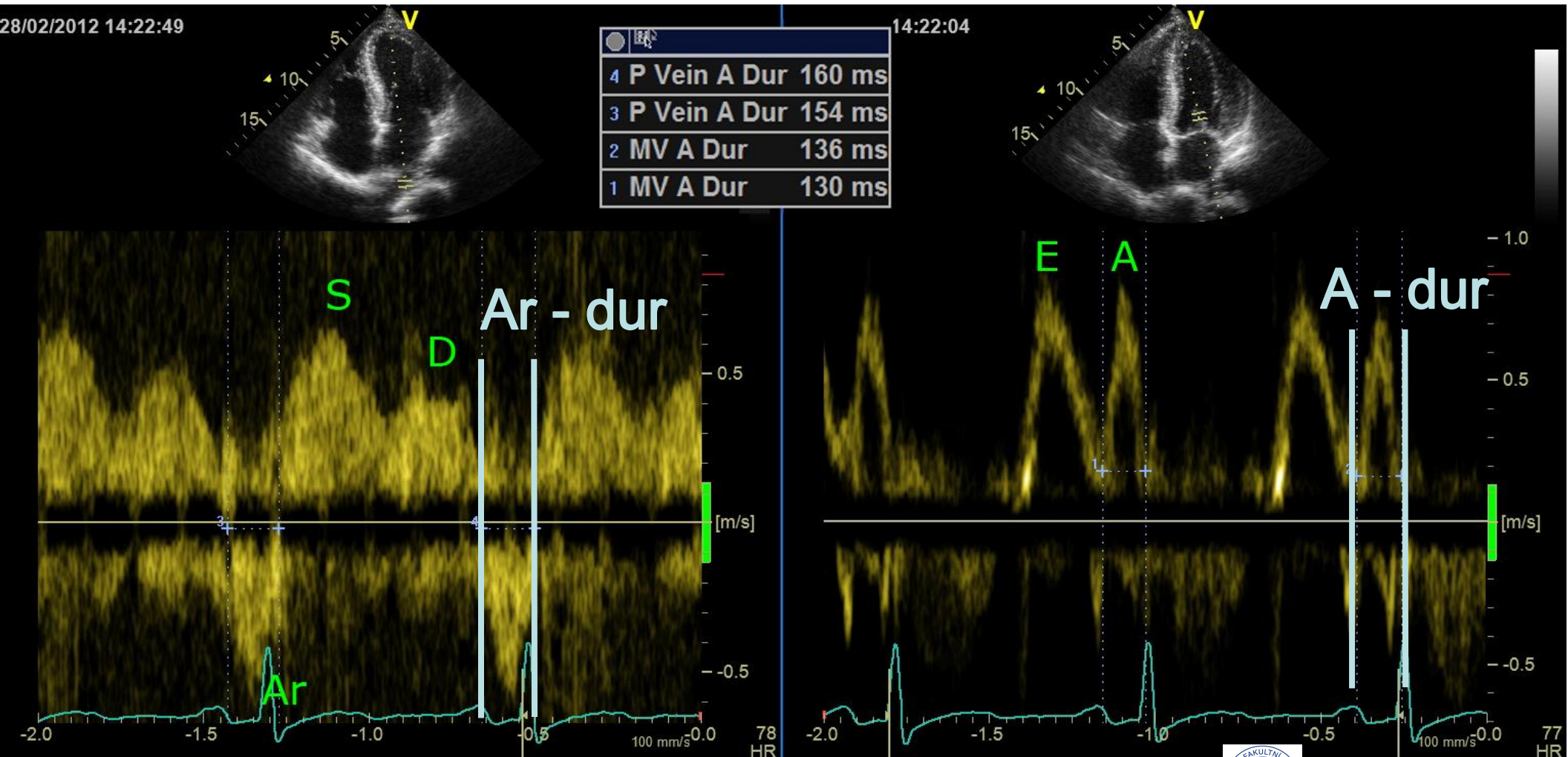


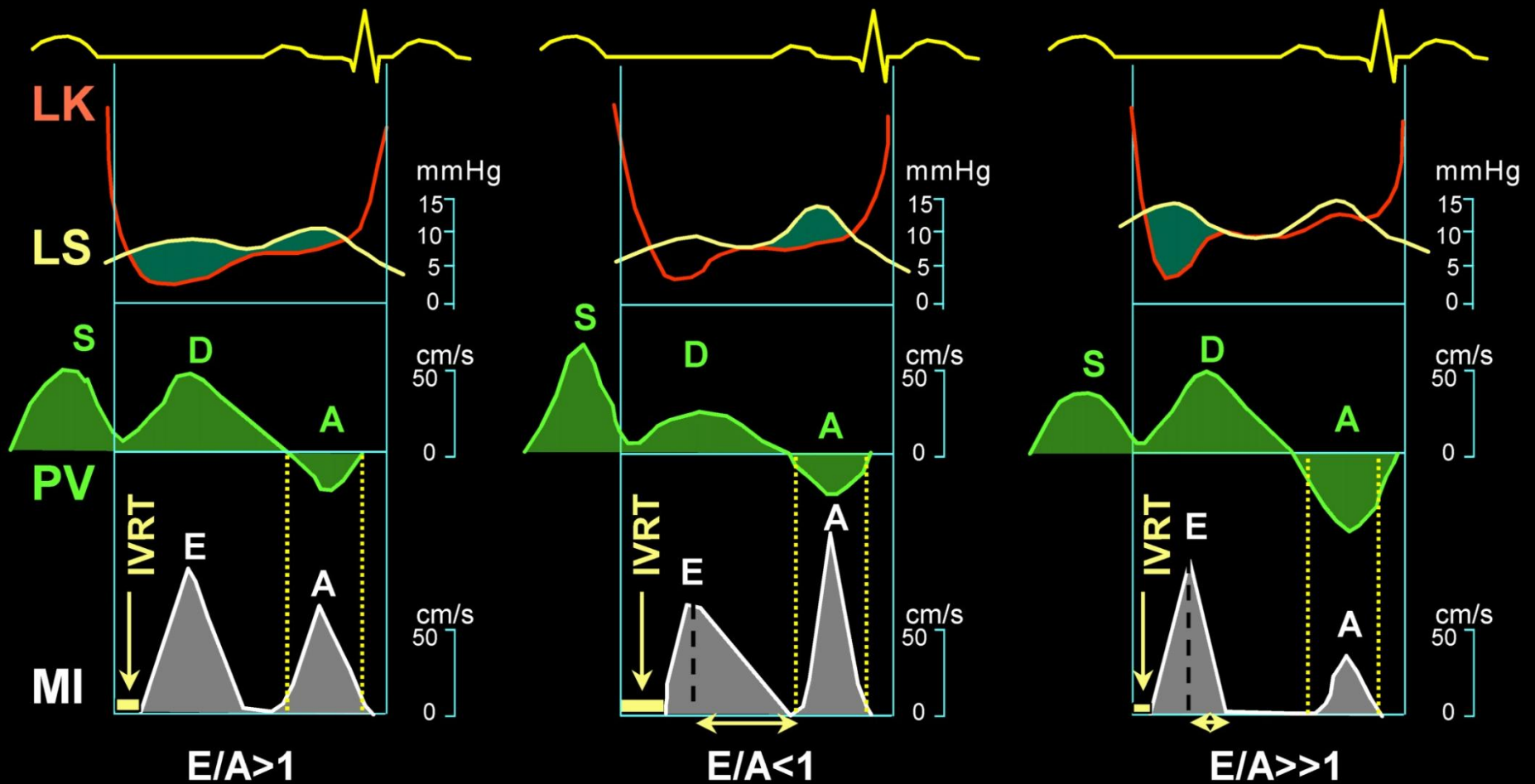
L-wave

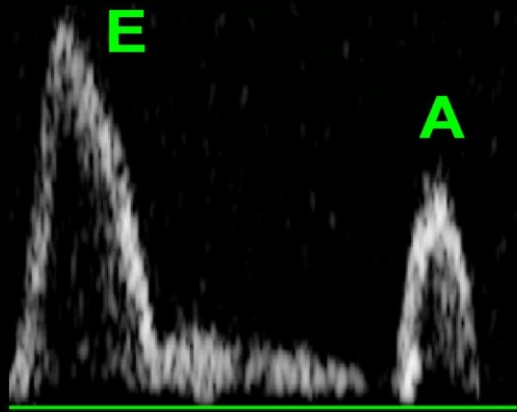


Pseudonormální plnění

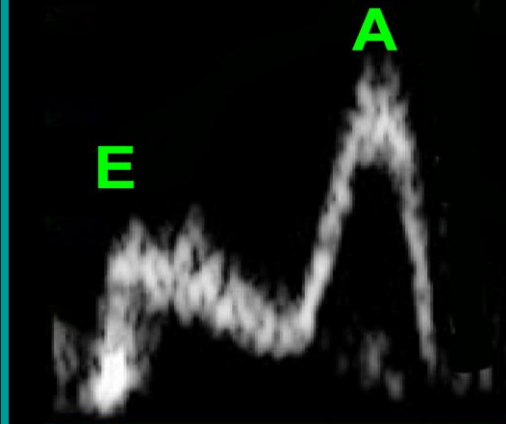
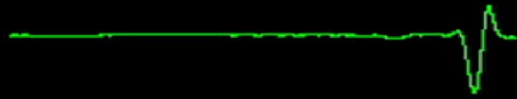
– rozdíl mezi trváním transmitrální vlny A a reverzní vlny Ar v plicních žilách



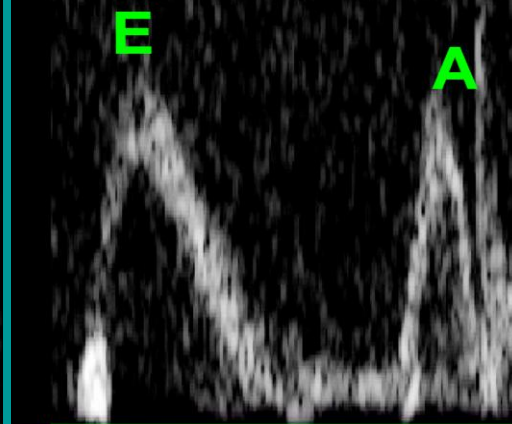
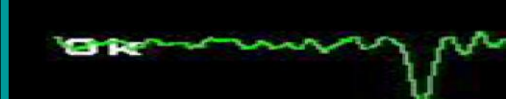




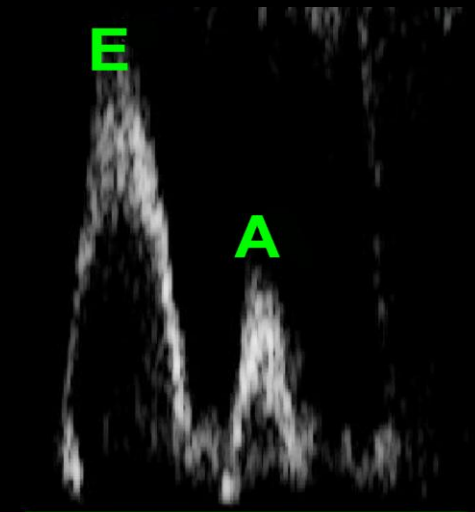
Normální



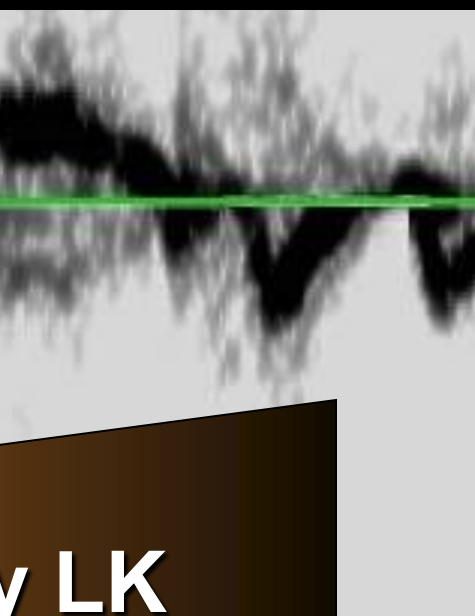
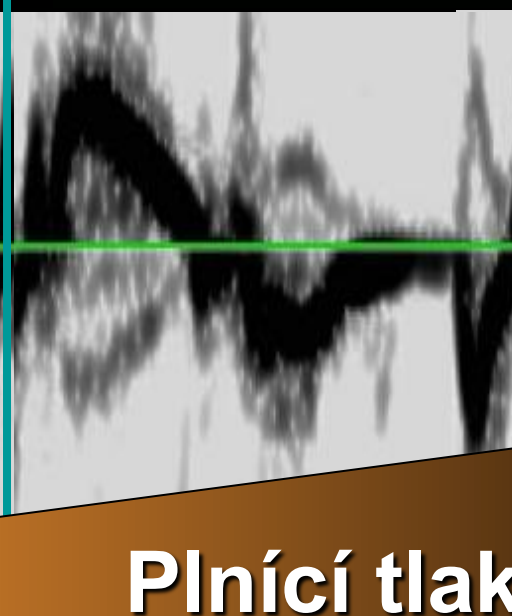
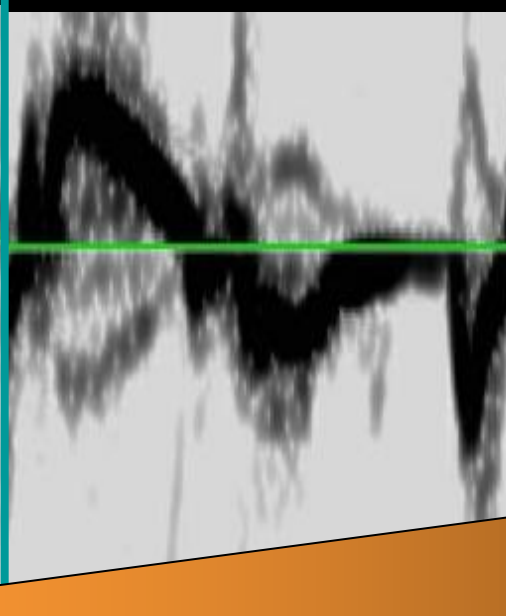
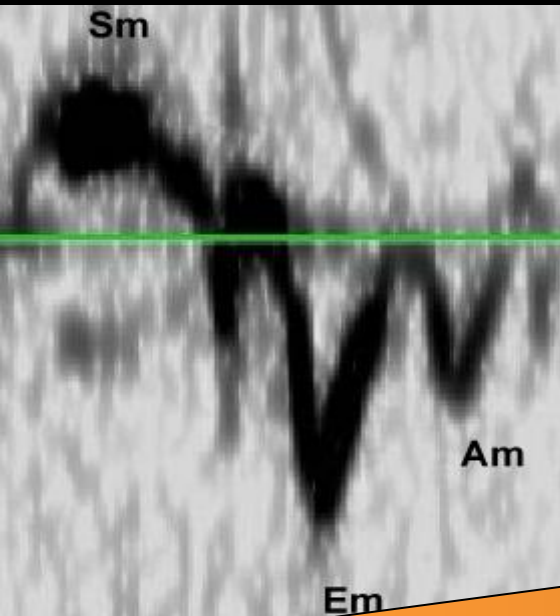
Porucha relaxace



Pseudonormalizace

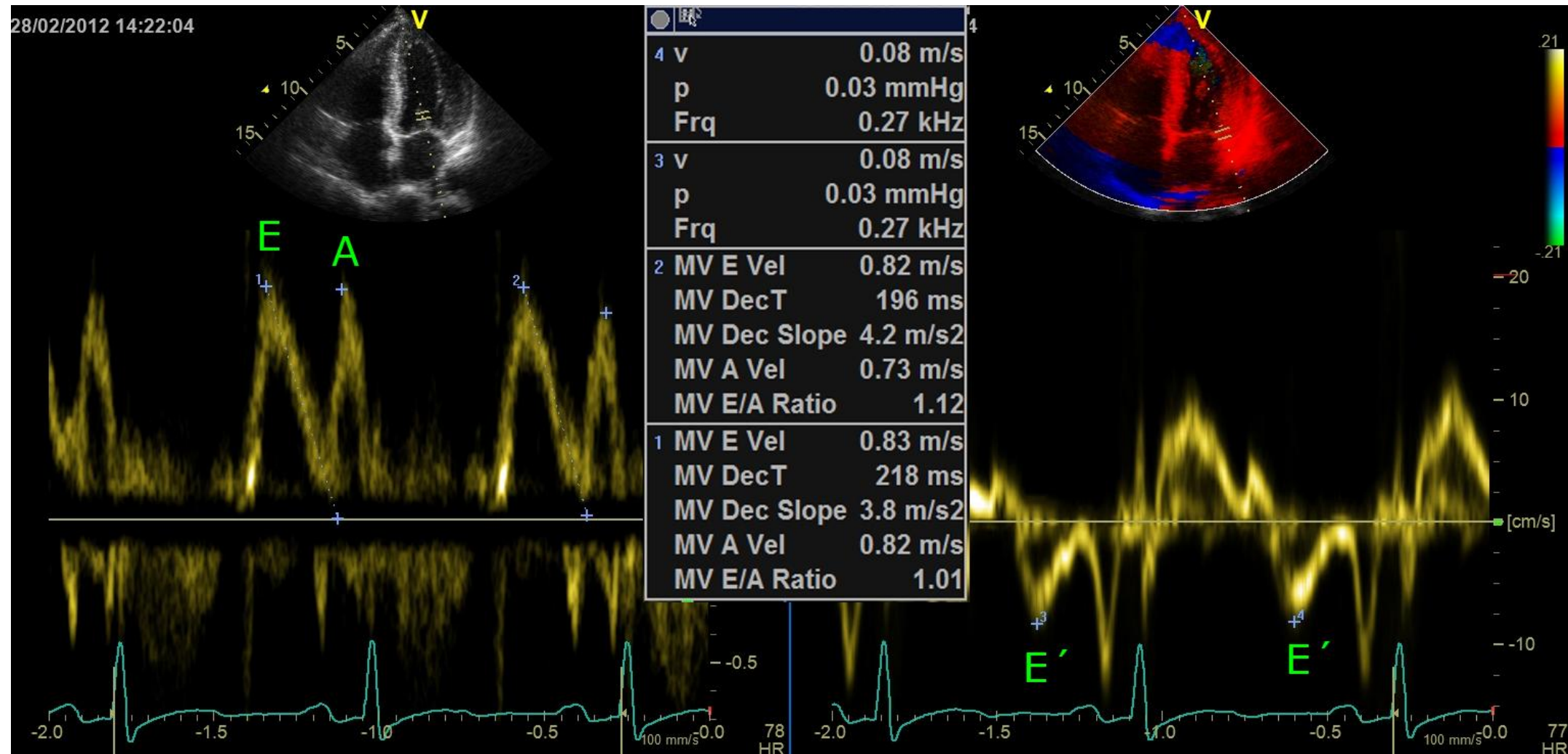


Restrikce



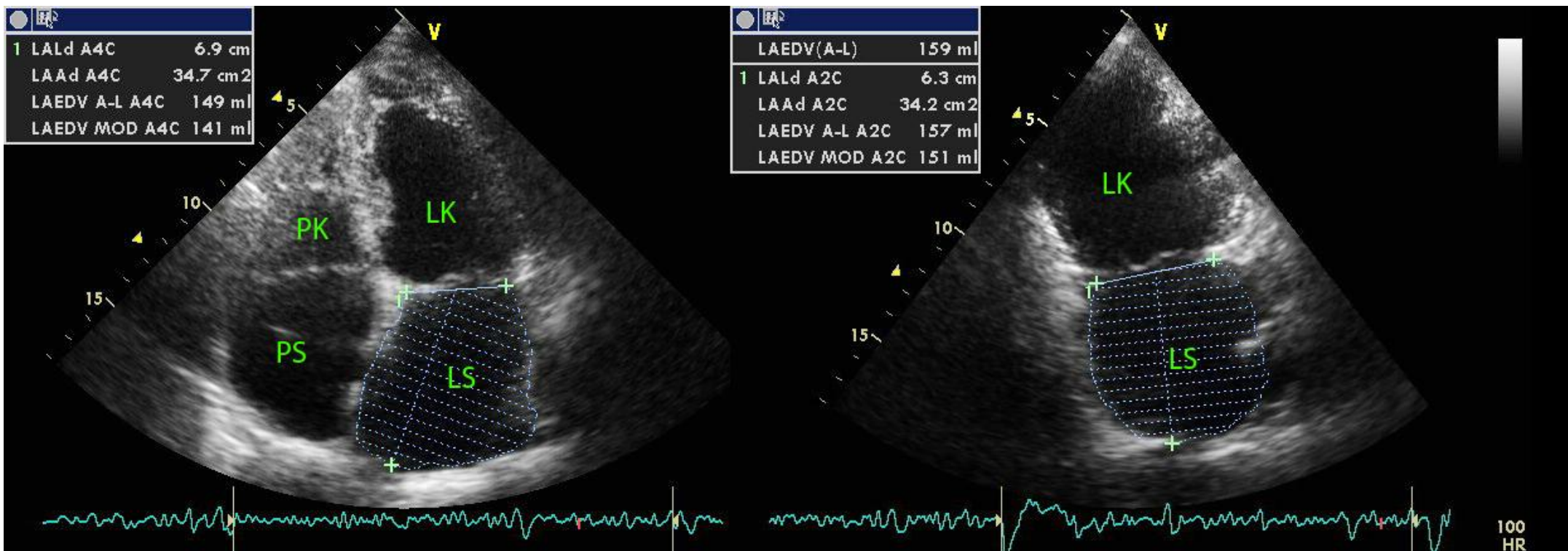
Plnicí tlaky LK

Pseudonormální plnění

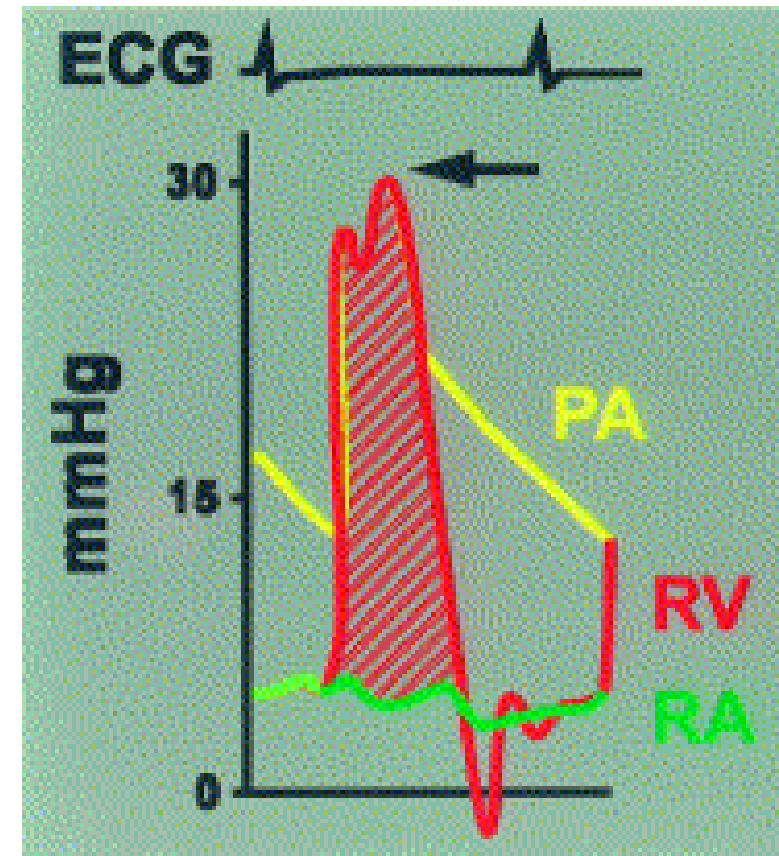
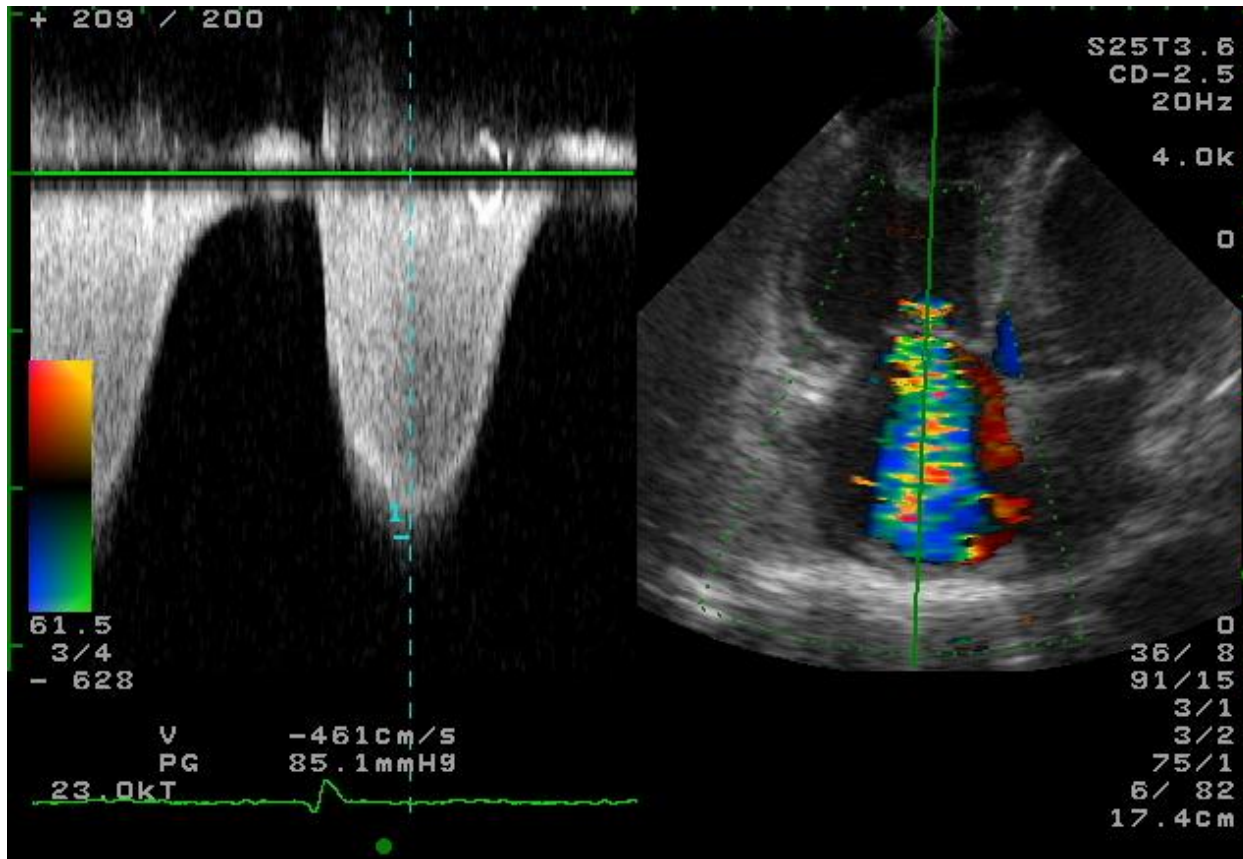


Objem levé síně (LAV)

- 2 kolmé roviny zobrazení
- Preferovaná metoda – sumace disků
- Pro obě pohlaví je horní hranice norma 34 ml/m²

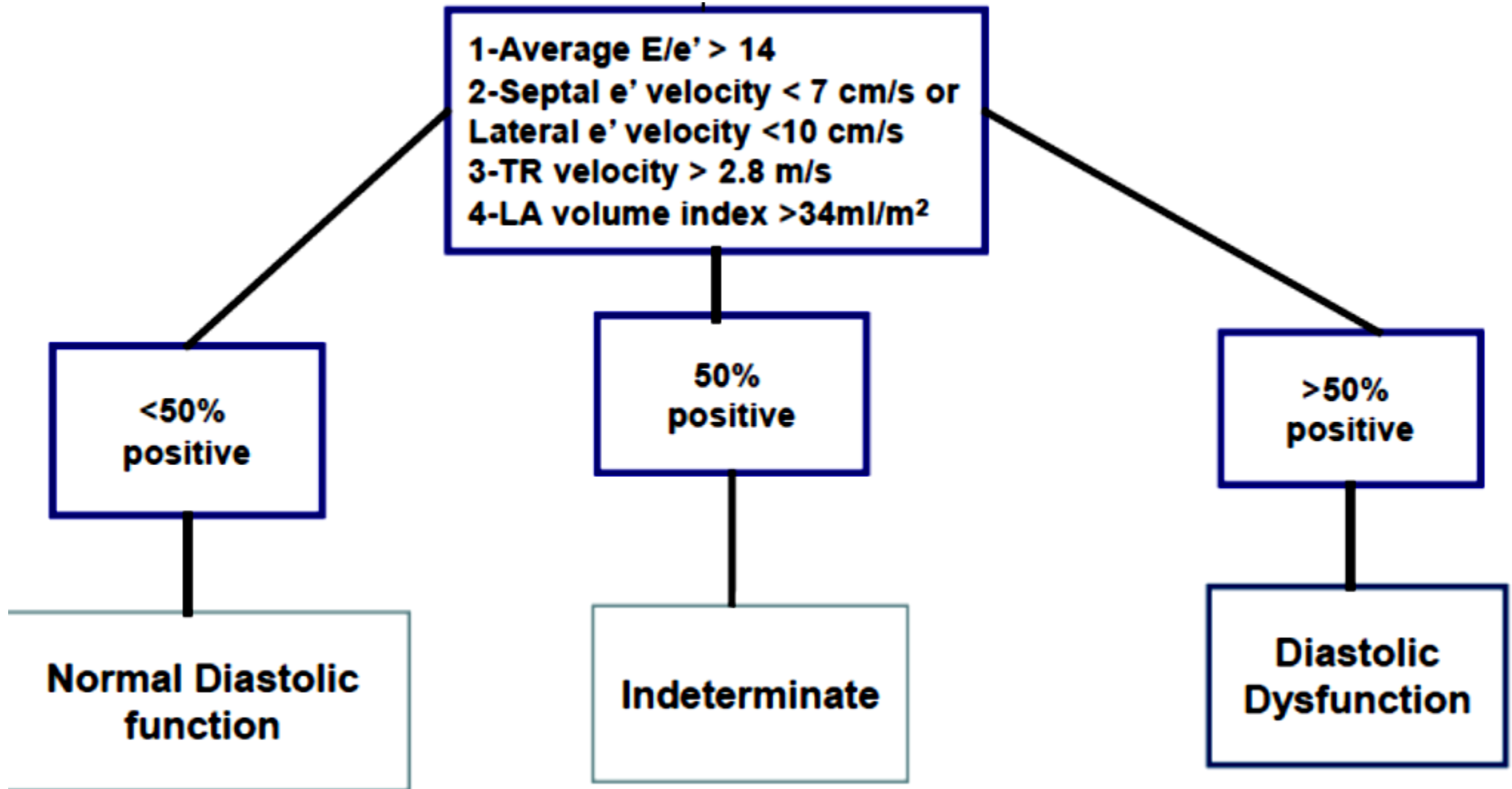


Odhad tenze v plícnici z gradientu trikuspidální regurgitace

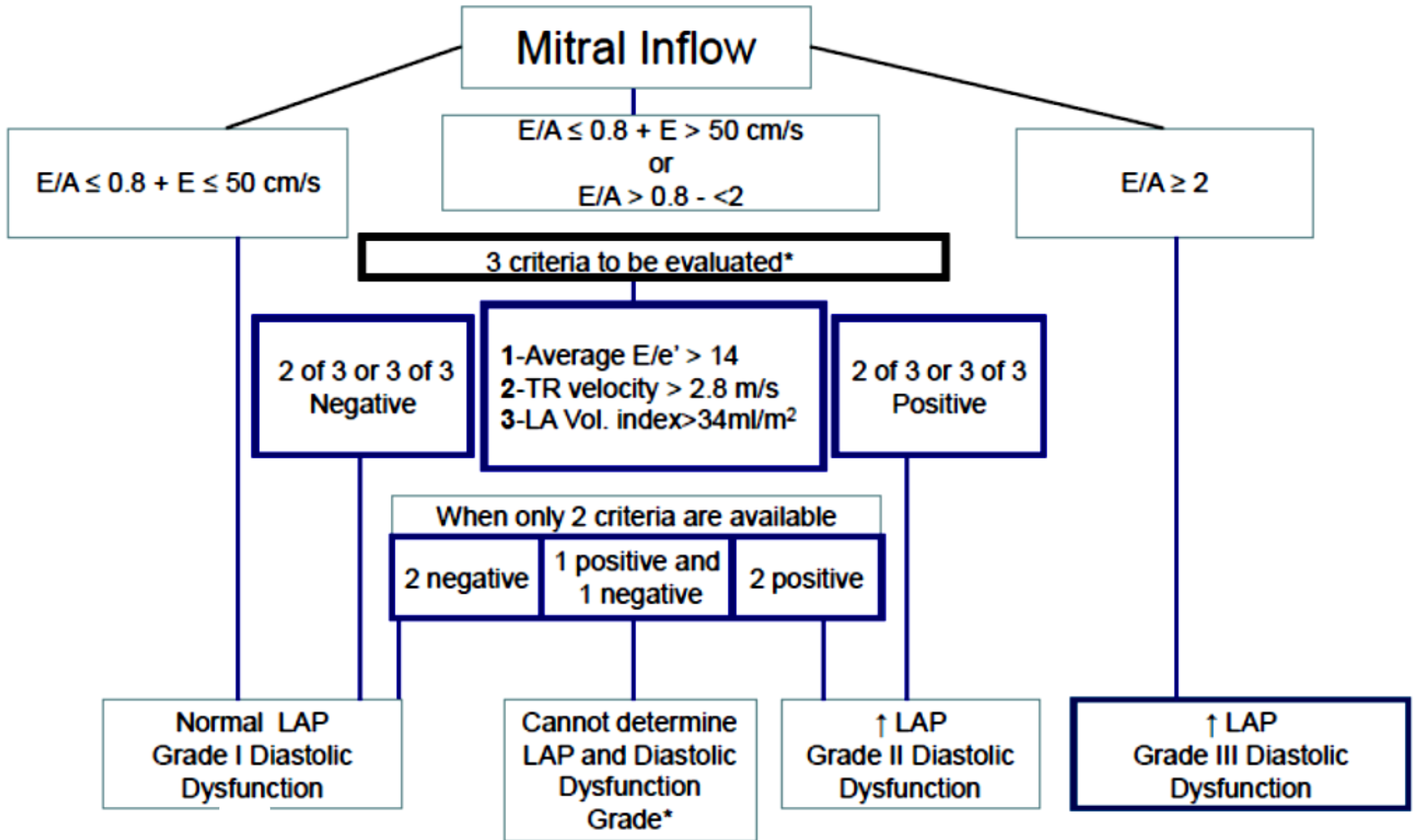


$$\text{PASP} = \text{peak TR gradient} + \text{RAP}$$

Nemocní se zachovalou systolickou funkcí



Nemocní se sníženou EF



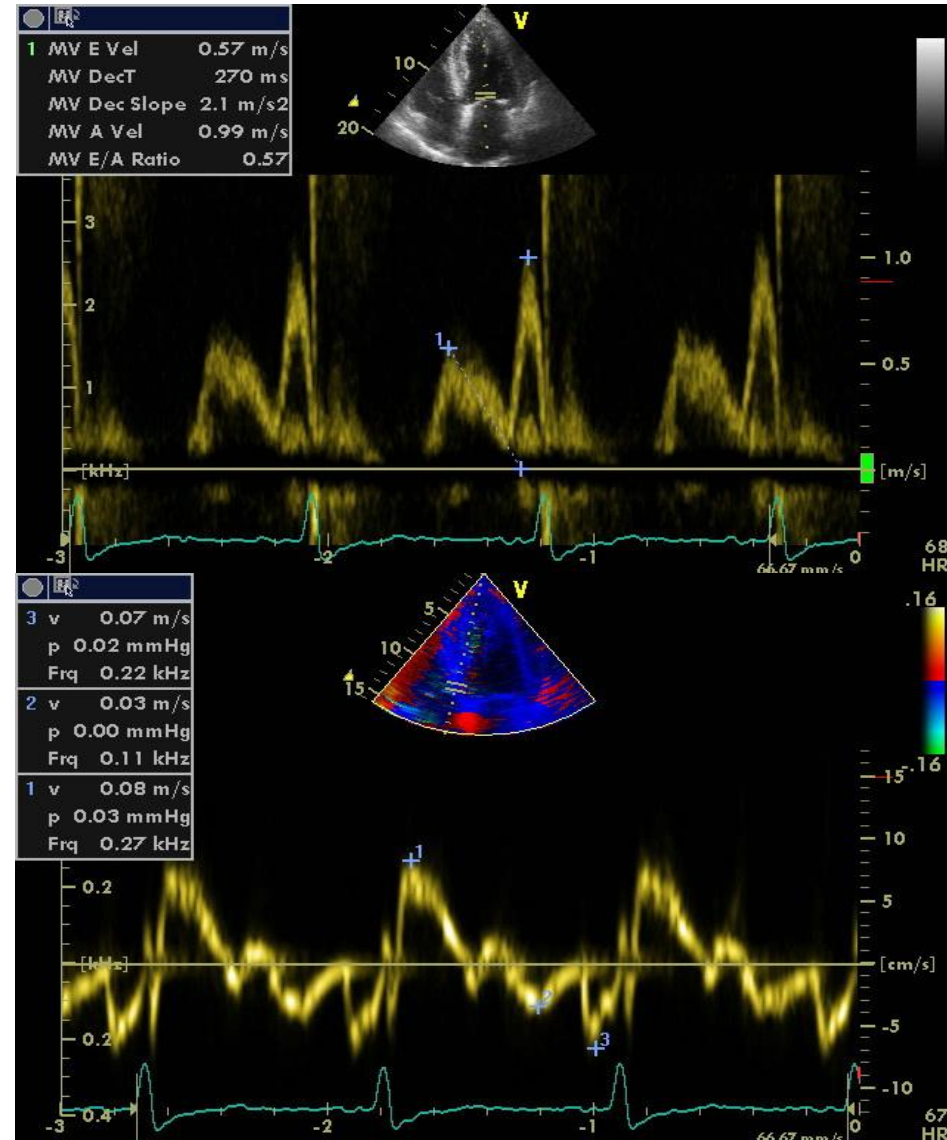
Parametry ukazující na zvýšené plínicí tlaky u HKMP

- $E/e' \geq 10$,
- $Ar-A \geq 30$ ms,
- $LAVI \geq 34$ mL/m²,
- $PAPs > 35$ mmHg

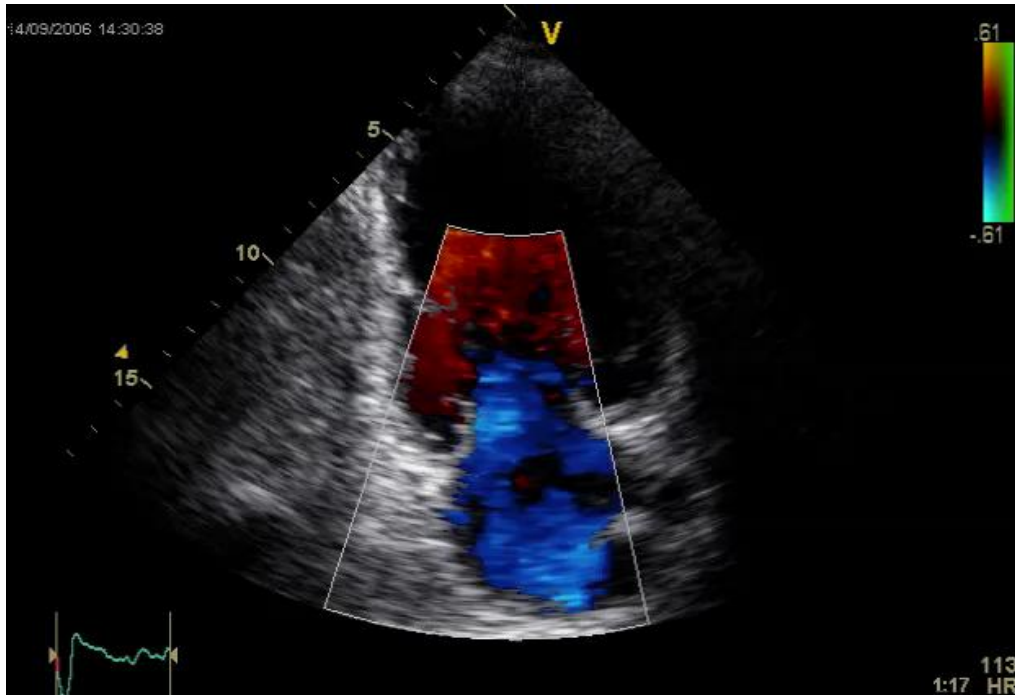
$$E = 0,57$$

$$E' = 0,03$$

$$E/E' = 19$$

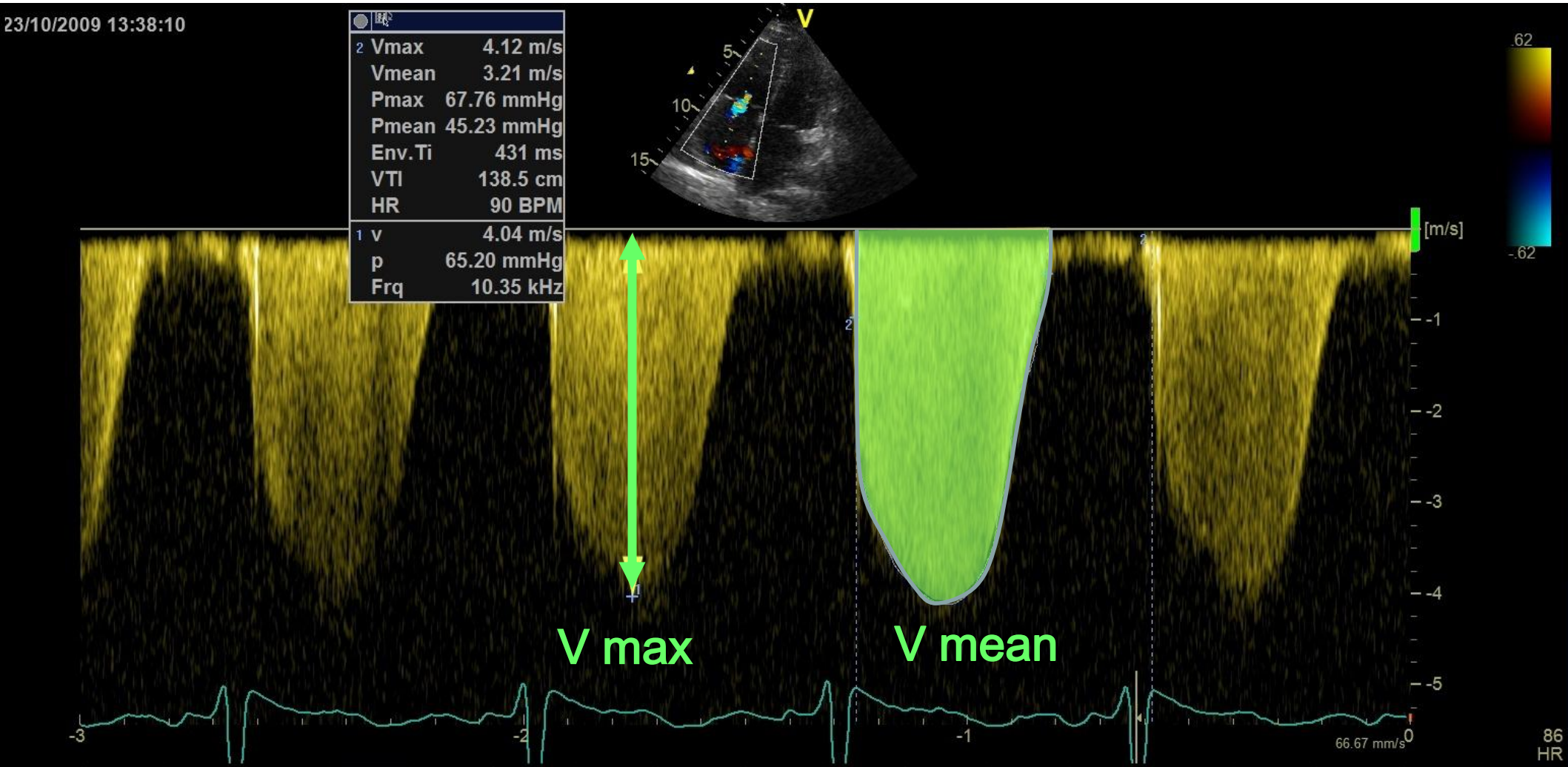


Systolická restrikce pohybu cípů a dilatace anulu u ischemické mitrální regurgitace



TLAKOVÉ POMĚRY V MALÉM OBĚHU

Hodnocení maximálního a středního gradientu TR



ASE/EAE 2010

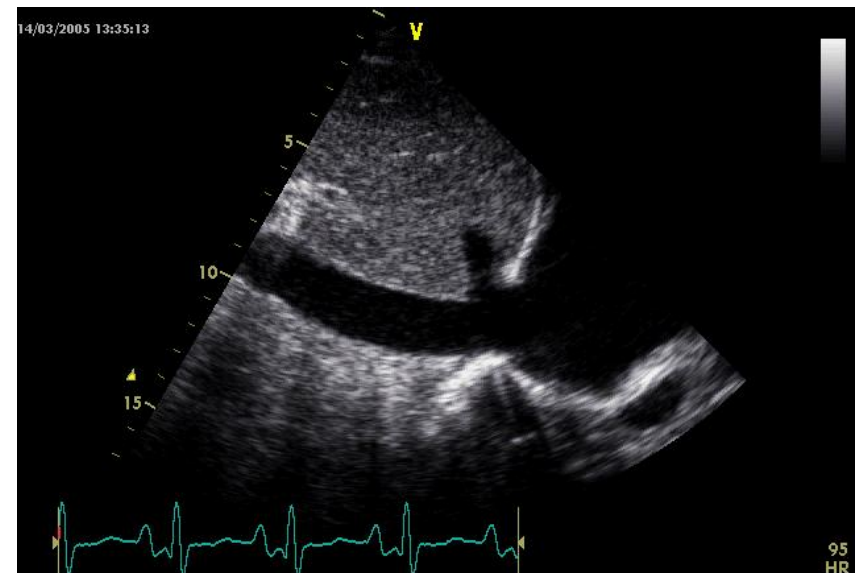
Plnicí tlaky PK – odhad na podkladě změn rozměru VCI

Tlak v PS

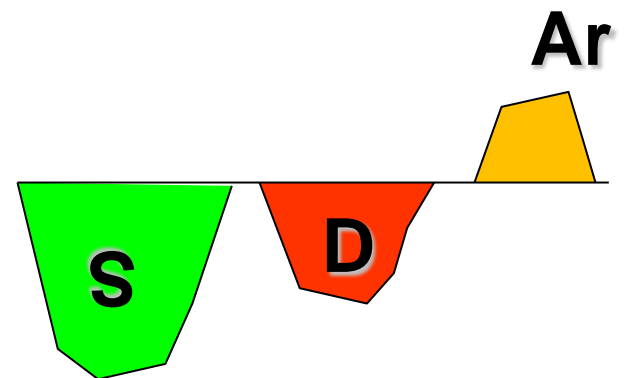
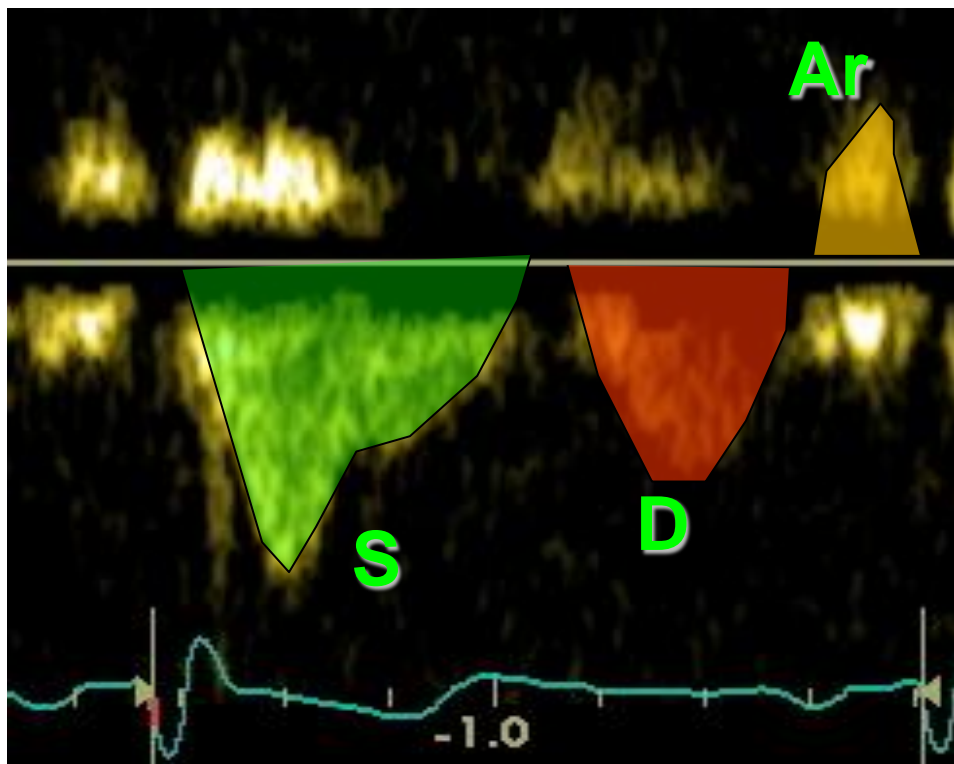
	3 (0-5) mmHg	8 mmHg	15 (10-20) mmHg
VCI diam.	≤ 21	$\leq 21 >$	> 21
Kolaps	$> 50\%$	$< 50\% \geq$	$\leq 50\%$

Sekundární parametry

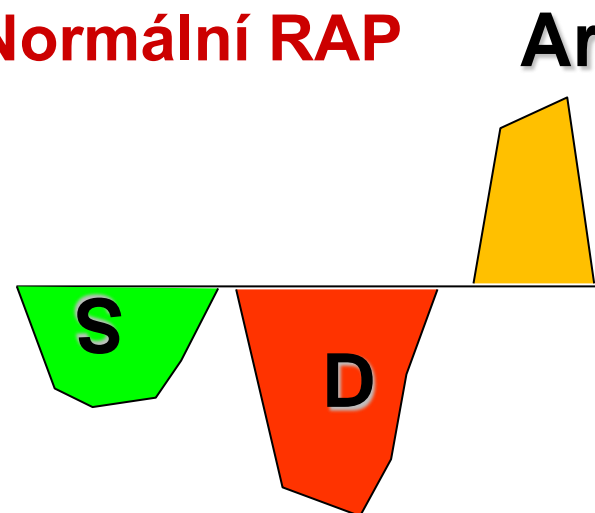
- restriktivní plnění PK
- $E/E_t > 6$
- dominance vlny D v HV



Průtok jaterními žilami



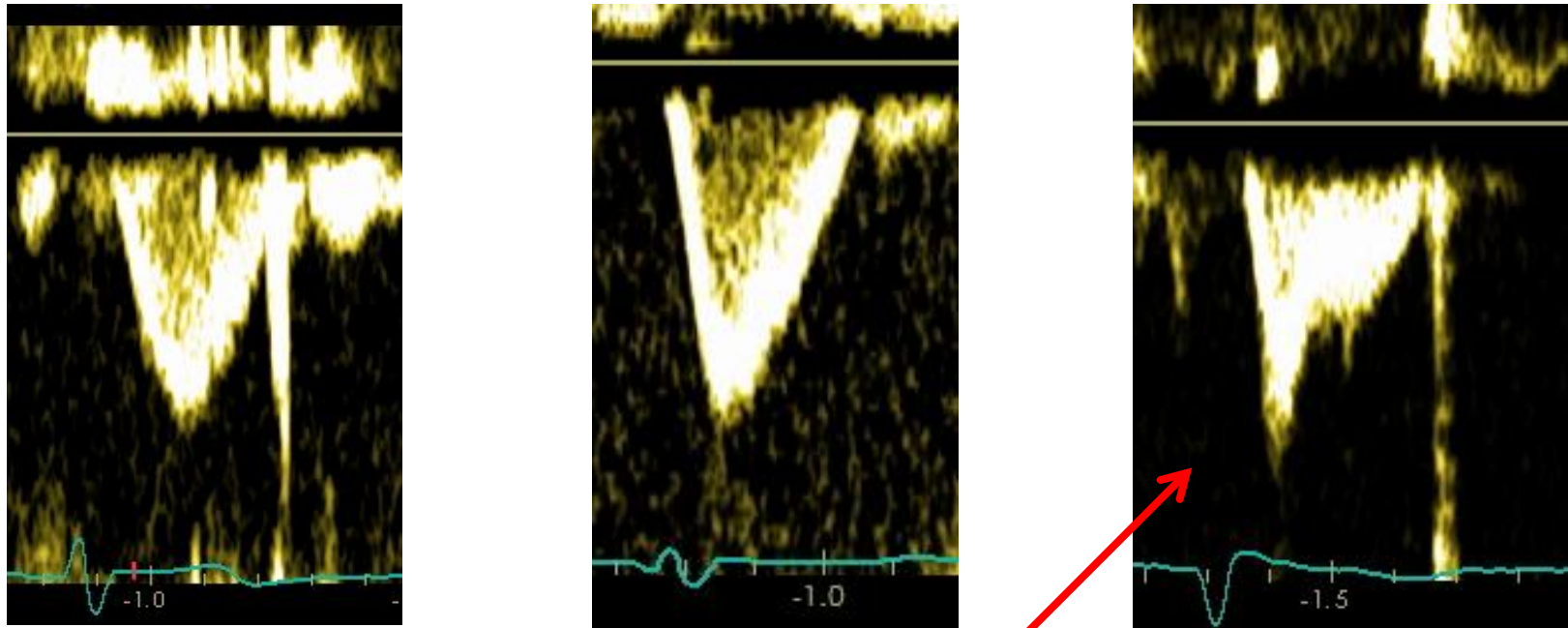
Normální RAP



Zvýšený RAP

SFF – systolic flow fraction = $\text{VTI-S} / (\text{VTI-S} + \text{VTI-D}) * 100$

Nepřímé známky plicní hypertenze – akcelerační čas toku v RVOT

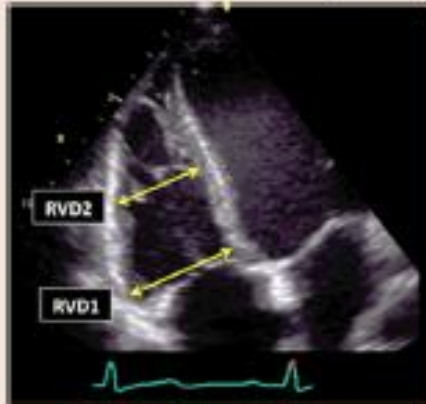


„Midsystolic notching“ - pouze u PH, ale špatná korelace s PAMP

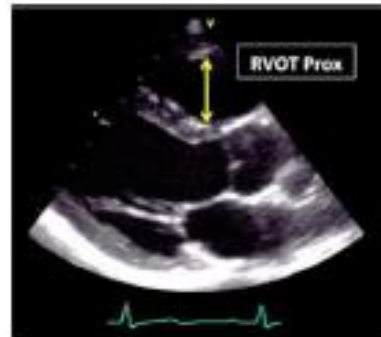
HODNOCENÍ PRAVÉ KOMORY

Kvantifikace rozměrů a objemů PK

RV linear dimensions (inflow)



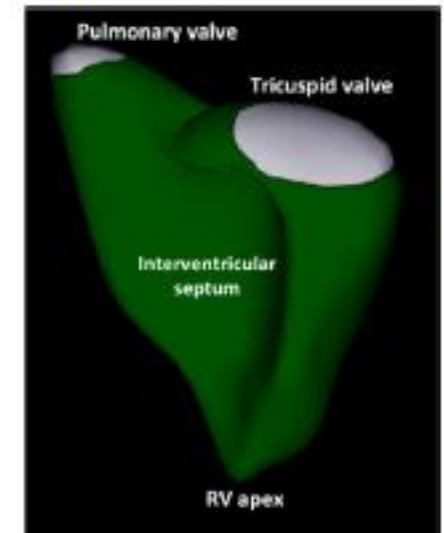
RV linear dimensions (outflow)*



RV areas (inflow)



3DE RV volumes



RV wall thickness

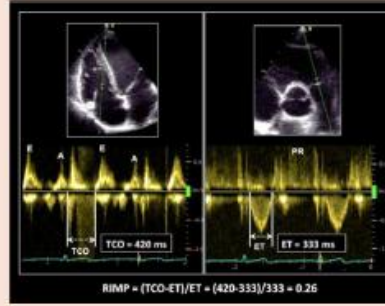


Parameter	Mean ± SD	Normal range
RV basal diameter (mm)	33 ± 4	25-41
RV mid diameter (mm)	27 ± 4	19-35
RV longitudinal diameter (mm)	71 ± 6	59-83
RVOT PLAX diameter (mm)	25 ± 2.5	20-30
RVOT proximal diameter (mm)	28 ± 3.5	21-35
RVOT distal diameter (mm)	22 ± 2.5	17-27
RV wall thickness (mm)	3 ± 1	1-5

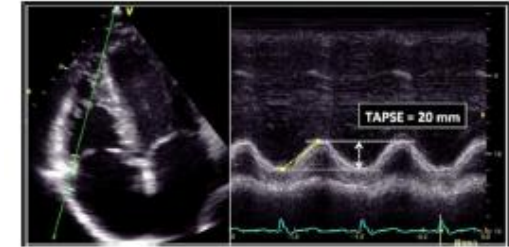
Systolická funkce PK

- RIMP – Tei index
 - PW
 - TDI
- FAC
- RV EF (RT 3D)
- TAPSE
- Peak St
 - PW TDI
 - CDE
- GLS

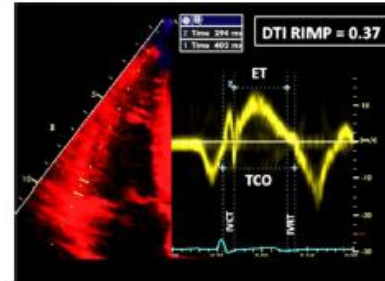
Pulsed Doppler RIMP



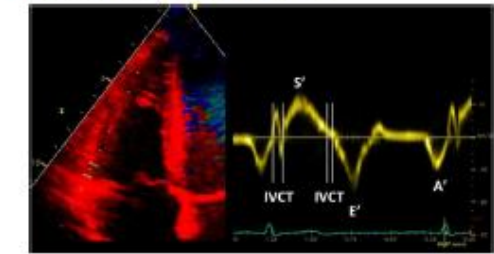
RV longitudinal systolic function
TAPSE



Tissue Doppler RIMP



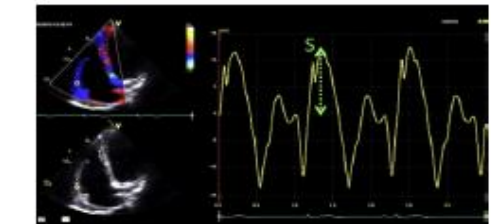
Pulsed tissue Doppler S wave



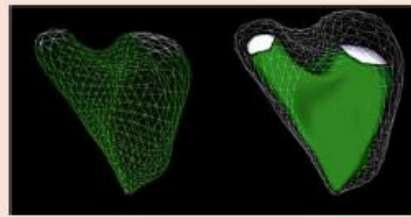
RV global systolic function
FAC



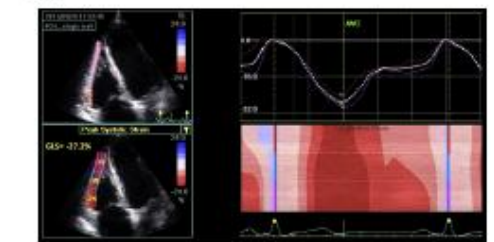
Color tissue Doppler S wave



EF



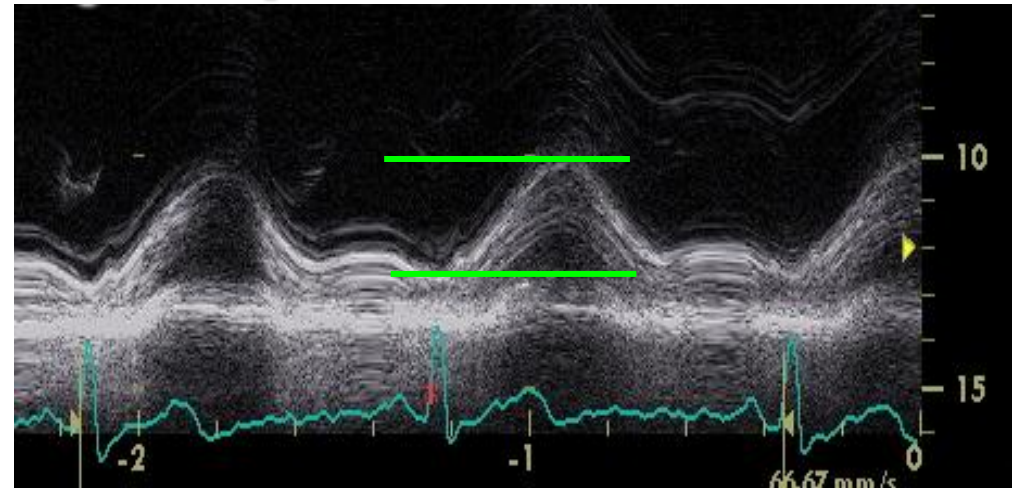
GLS



Systolická funkce pravé komory

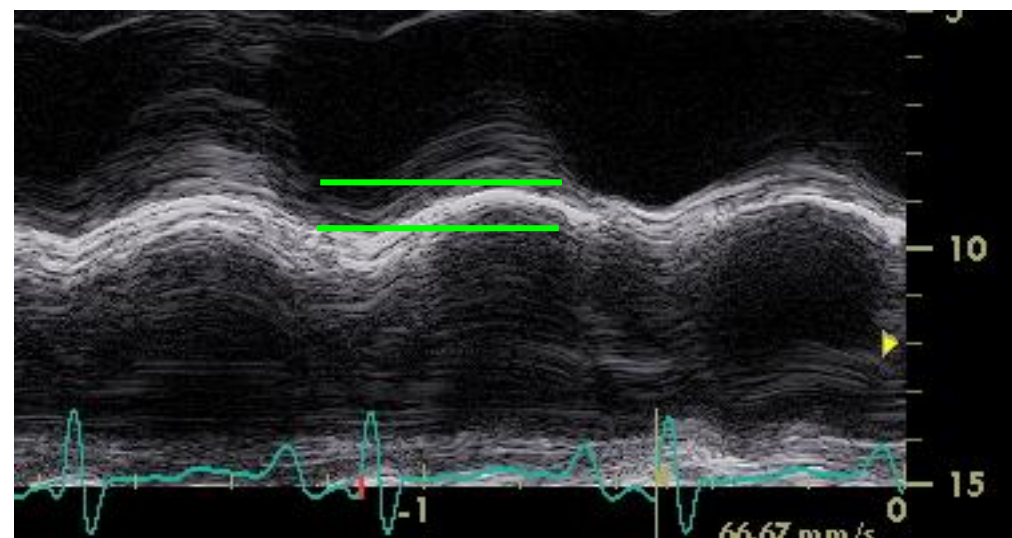
TAPSE – pohyb trikuspidálního anulu

Normální TAPSE

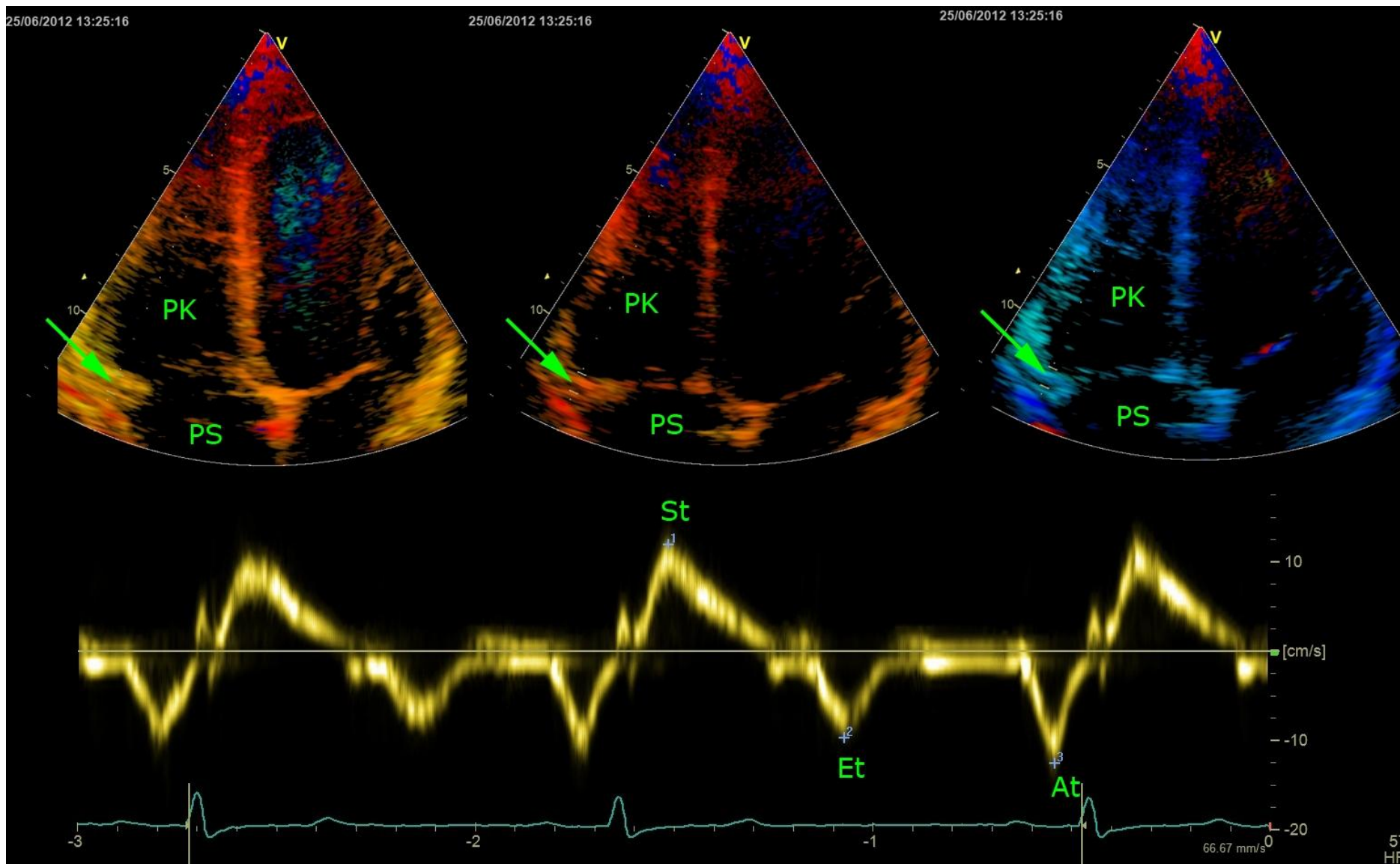


≥ 18 mm

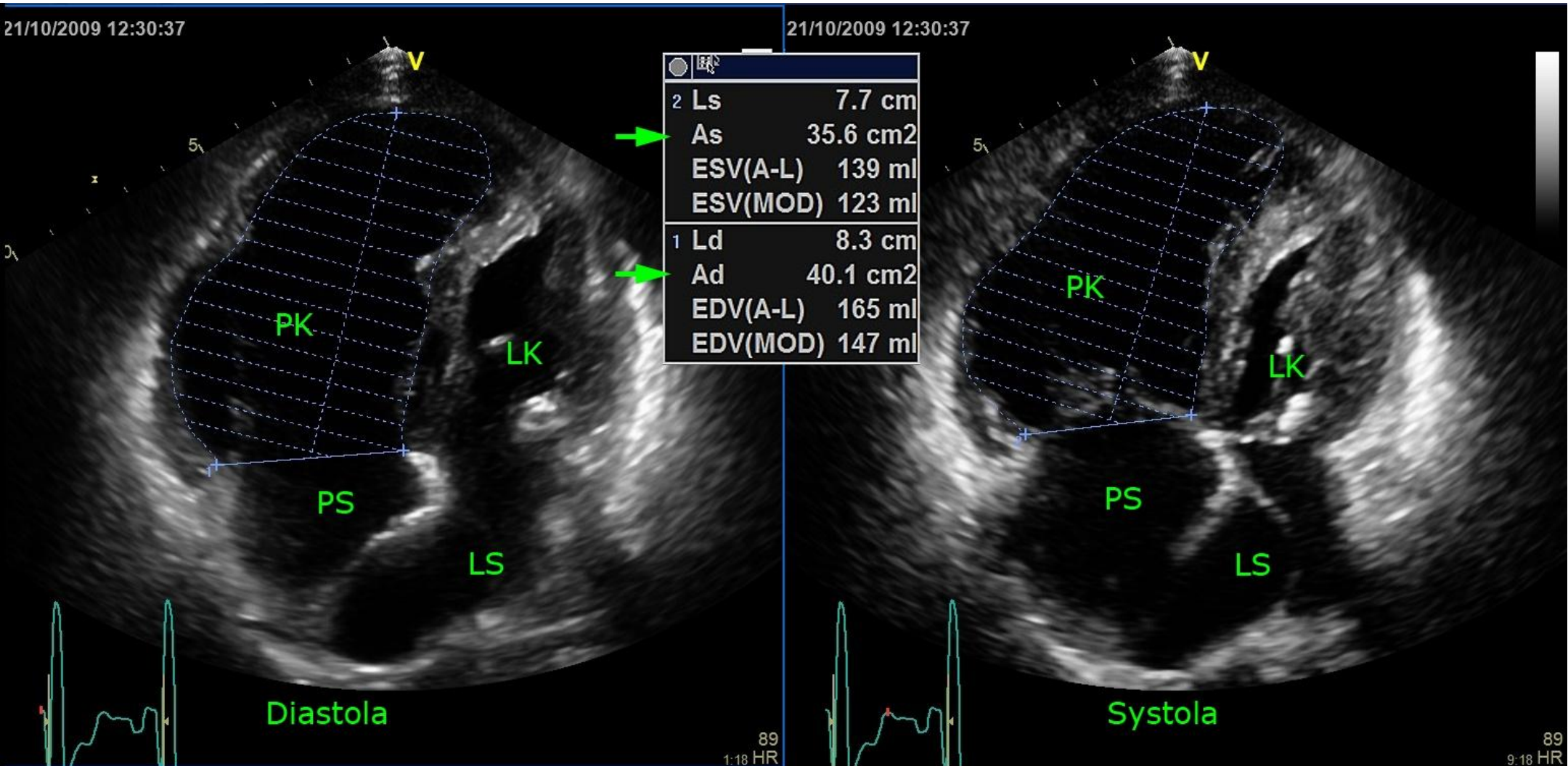
Snížená TAPSE



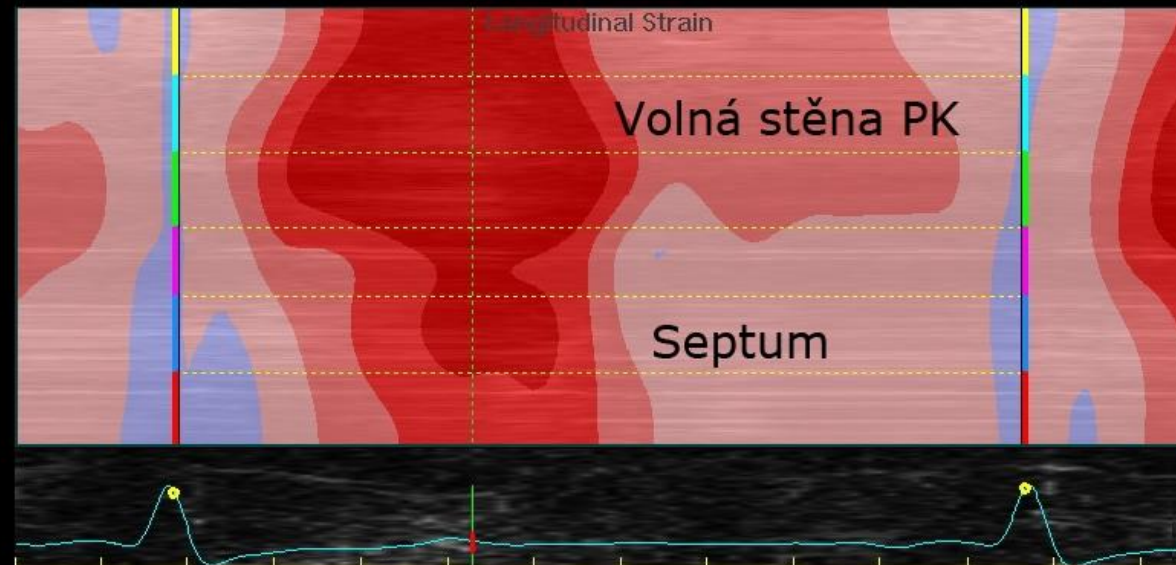
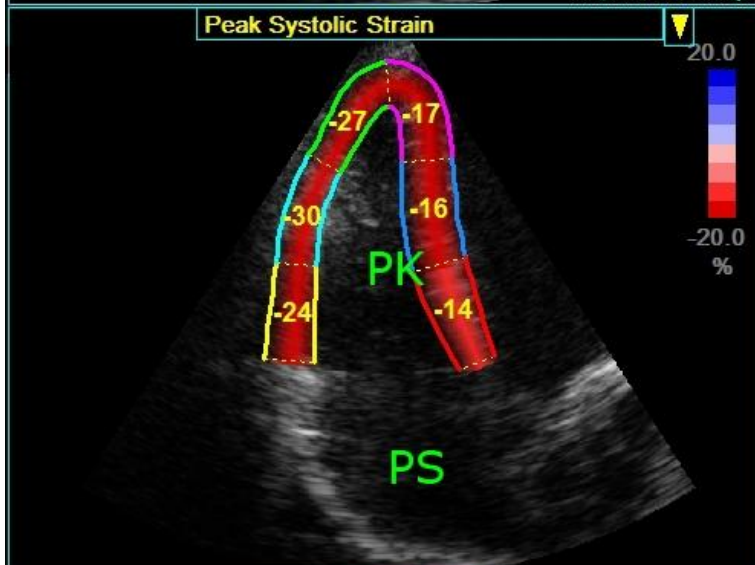
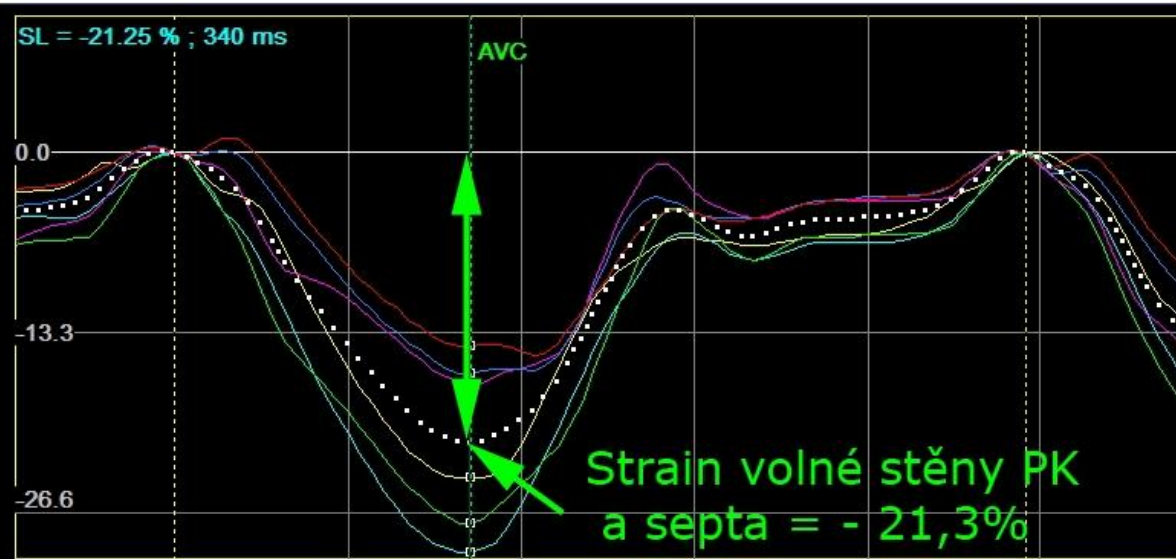
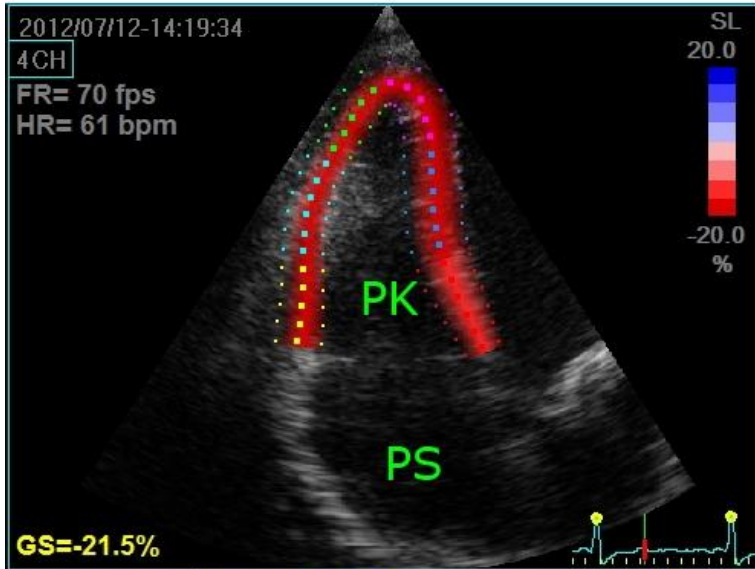
TDI trikuspidálního anulu



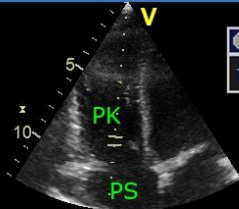
Fractional area contraction



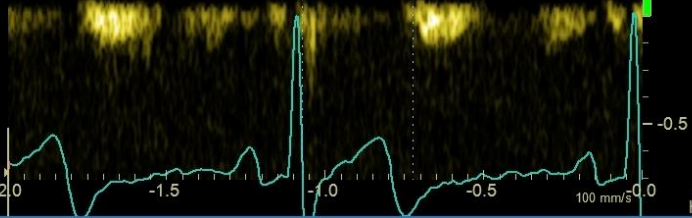
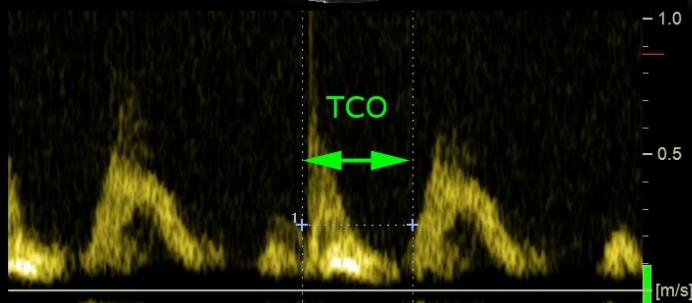
GLS pravé komory



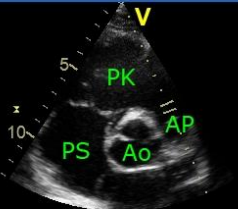
12/07/2012 13:30:42



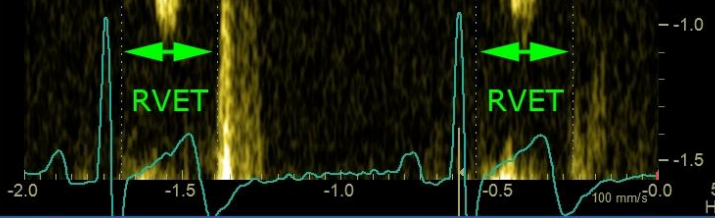
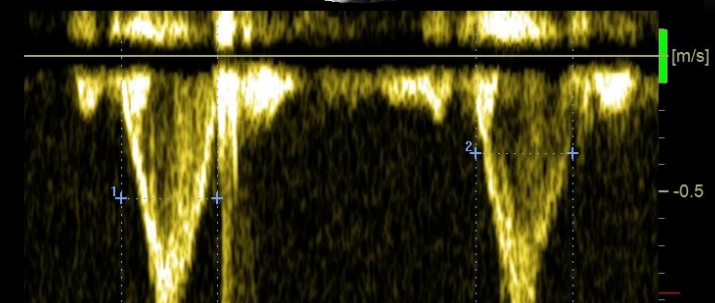
1 Time 349 ms



12/07/2012 13:27:03

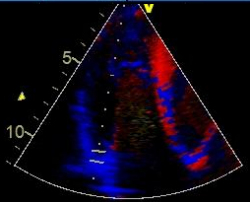


1 Time 302 ms
2 Time 306 ms



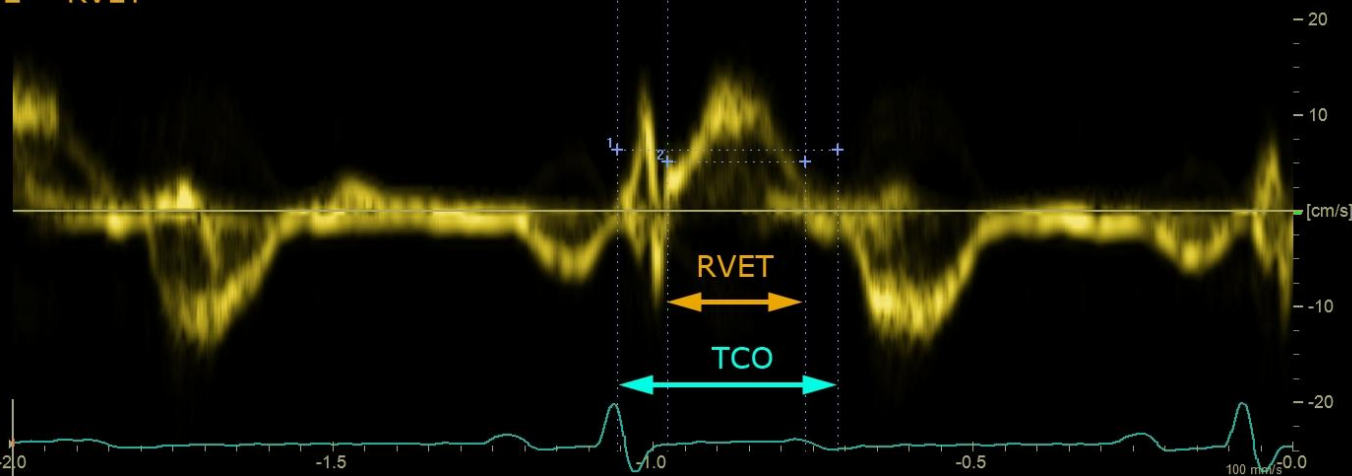
13/07/2012 10:25:00

2 Time 215 ms
1 Time 344 ms



1 = IVCT + RVET + IVRT = TCO
2 = RVET

$MPI = (TCO - RVET) / RVET$



Zdroj – VFN, Praha

Závěry

- Echokardiografie umožňuje komplexní pohled na možnou etiologii srdečního selhání
- Problematická je kvantifikace plicních tlaků, zejména levé komory
- Prognostický význam, zejména u výrazně patologických nálezů
- Nálezy je nutno hodnotit se znalostí klinických projevů onemocnění
- Úskalím je závislost na vyšetřujícím a echogenita
- Deskriptivní popis nálezu je často přesnější než snaha o nalezení jediného „přesného“ čísla měřených parametrů