

Kvantifikace mitrální regurgitace

ECHO a MRI

Radka Kočková

European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 2: mitral and tricuspid regurgitation (native valve disease)

2010

Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging

2013

2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease

2017

ASE + SCMR guidelines 2017

ASE GUIDELINES AND STANDARDS

Recommendations for Noninvasive Evaluation of Native Valvular Regurgitation



A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance

William A. Zoghbi, MD, FASE (Chair), David Adams, RCS, RDCS, FASE, Robert O. Bonow, MD, Maurice Enriquez-Sarano, MD, Elyse Foster, MD, FASE, Paul A. Grayburn, MD, FASE, Rebecca T. Hahn, MD, FASE, Yuchi Han, MD, MMSc, * Judy Hung, MD, FASE, Roberto M. Lang, MD, FASE, Stephen H. Little, MD, FASE, Dipan J. Shah, MD, MMSc, * Stanton Shernan, MD, FASE, Paaladinesh Thavendiranathan, MD, MSc, FASE, * James D. Thomas, MD, FASE, and Neil J. Weissman, MD, FASE, *Houston and Dallas, Texas; Durham, North Carolina; Chicago, Illinois; Rochester, Minnesota; San Francisco, California; New York, New York; Philadelphia, Pennsylvania; Boston, Massachusetts; Toronto, Ontario, Canada; and Washington, DC*

ECHO – optimalizace zobrazení

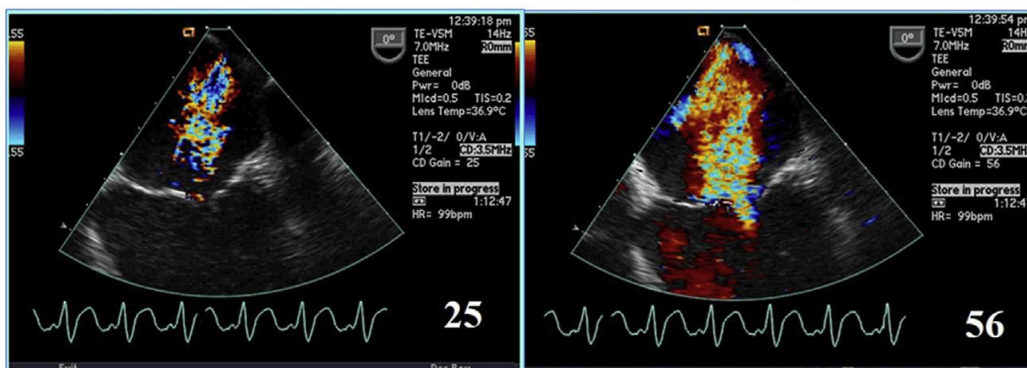
- **Optimalizace depth a sektoru** → ↑ ↑ ↑ **FPS**
- **Malý sektor barevného doppleru** → ↑ ↑ ↑ **FPS**
- **ZOOM** → pro měření
- **EKG** – vhodný cine-loop
- **Minimálně 2 projekce (PLAX, 4-dutinová)**

Barevný doppler

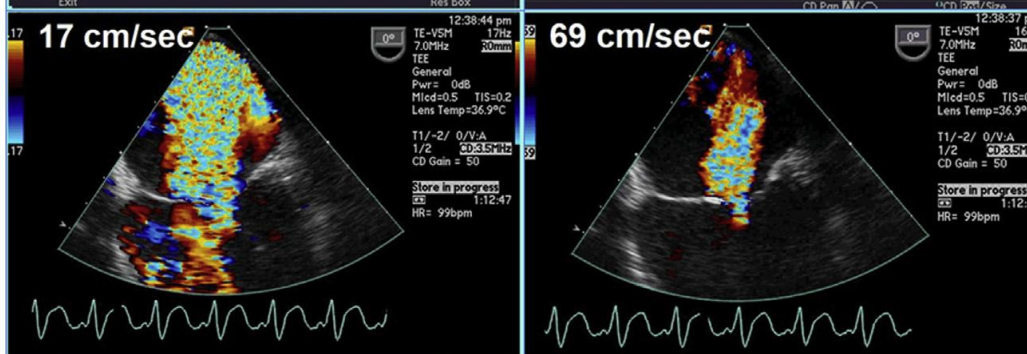
Low

High

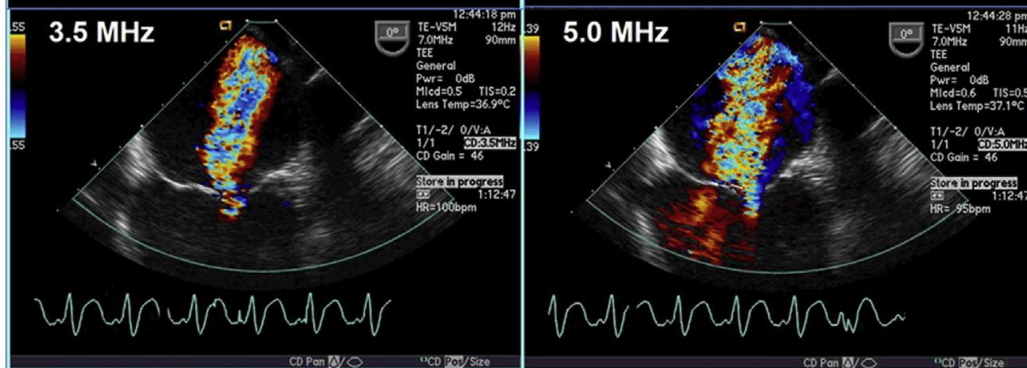
Color Gain



Nyquist Limit



Transducer frequency



Barevný doppler

Velký barevný jet

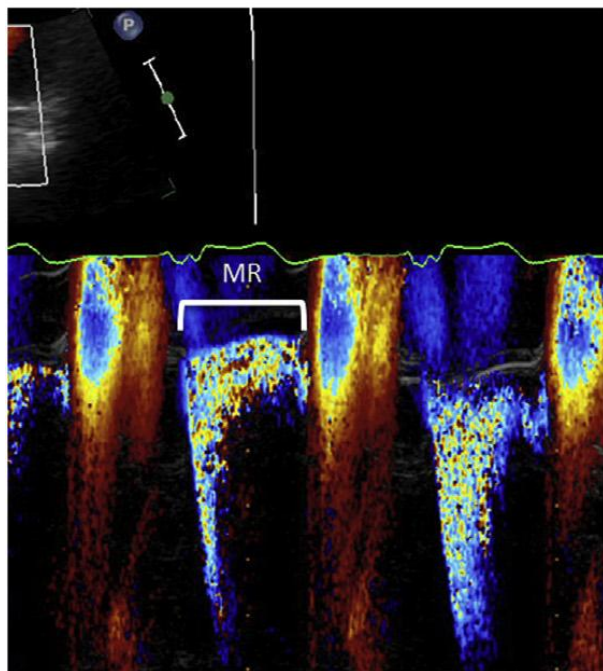
- Vysoká rychlost toku regurgitačním ústím
u levostranných regurgitací měříme TK!!!
- Centrální jety = větší jet
- Tissue priority ↓

Malý barevný jet

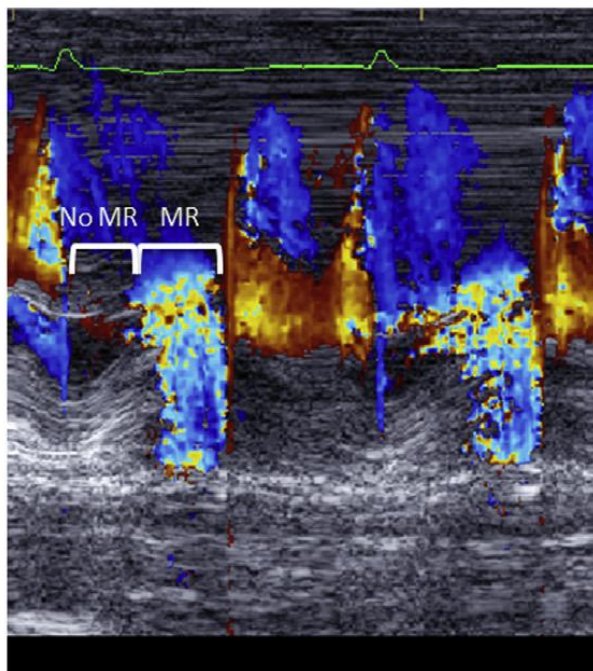
- Excentrické jety podél stěn = menší jet
- Tissue priority ↑

FPS – časové rozlišení je velmi důležité

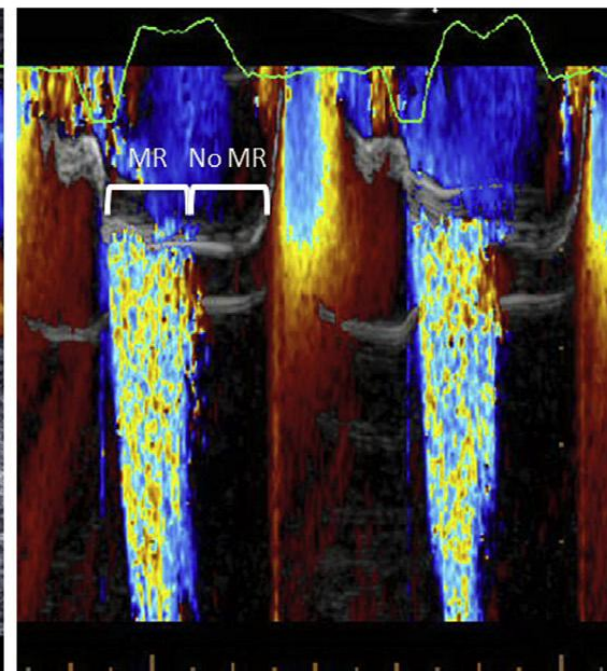
Holosystolic MR



Late Systolic MR



Early Systolic MR



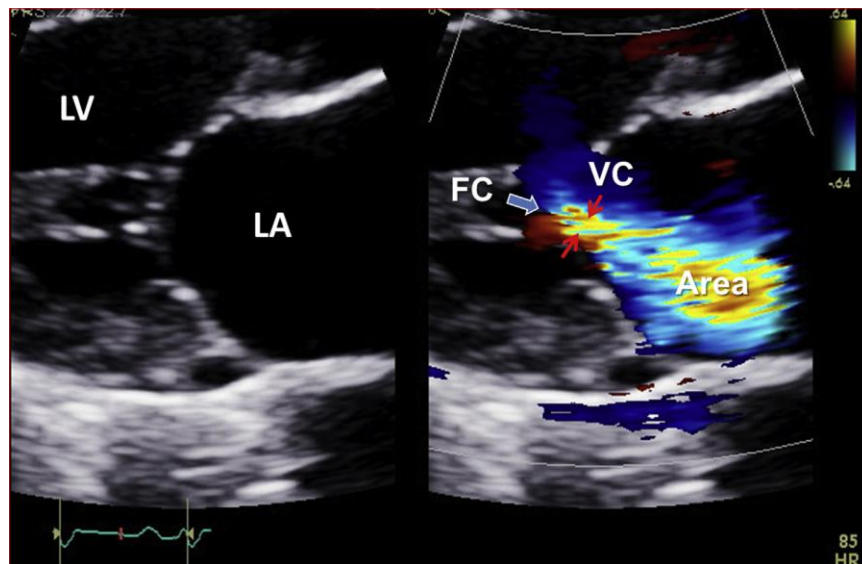
Barevný doppler

- **Barevný doppler slouží k diagnostice vady**
- **Plocha regurgitačního jetu v barevném doppleru by neměla být užívána ke kvantifikaci mitrální regurgitace**
- **Komplexní kvantifikace vady je doporučena u více než malé regurgitace**

Doporučení EACVI 2010

Vena contracta

- Nejužší místo reg. jetu těsně pod reg. ústím
- Laminární tok
- EROA (efektivní regurgitační ústí)
- Je menší než ARO (anatomické reg. ústí)

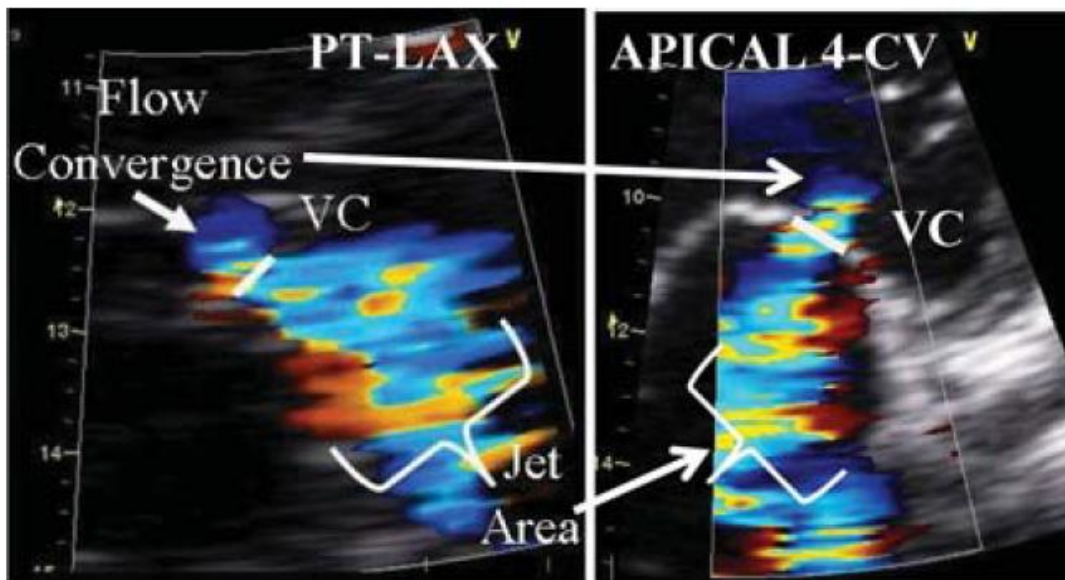


Vena contracta ZOOM

↑ frame rate
Nyquist 40-70 cm/s

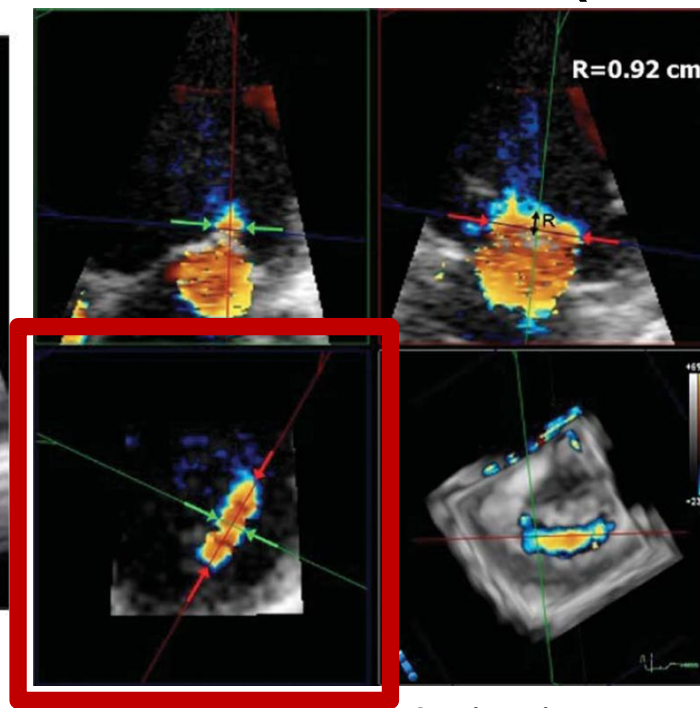
2D ECHO VC width (mm)

3D ECHO VC area (mm²)

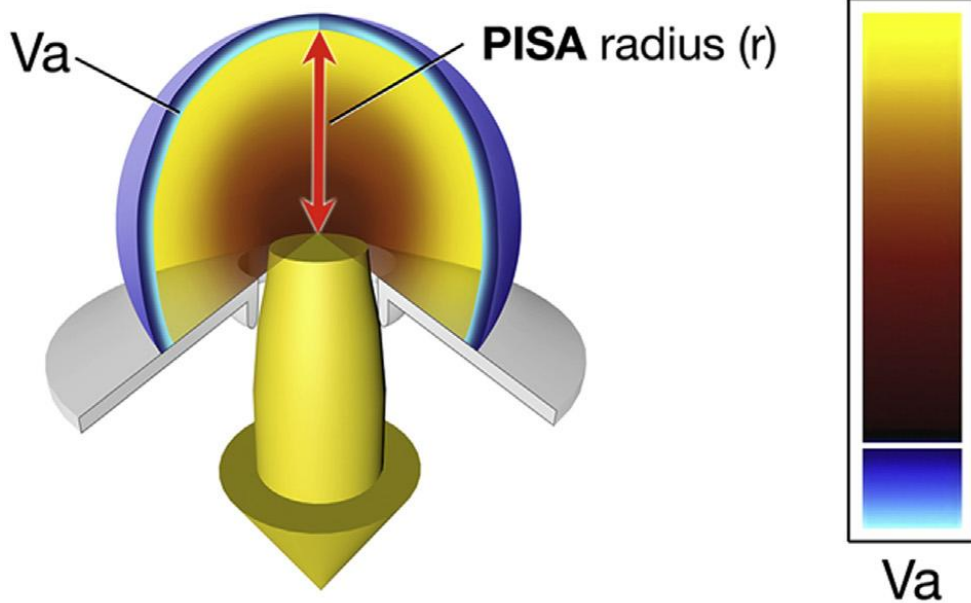


PLAX

4-dutina



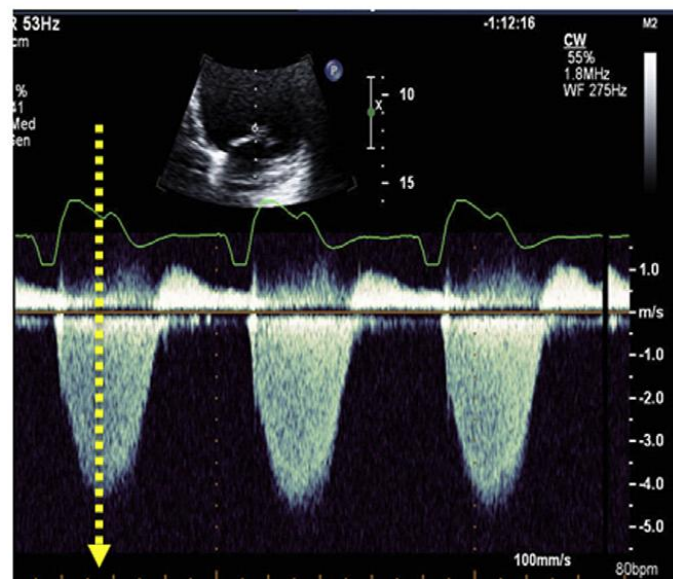
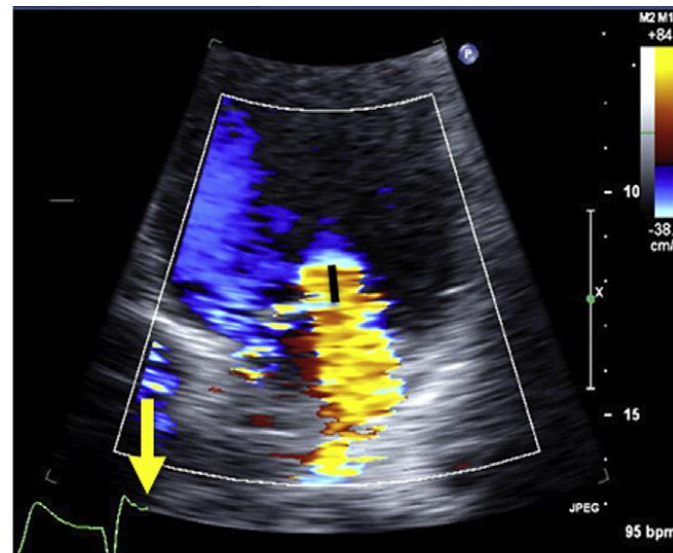
Flow Convergence Method



$$\text{Reg Flow} = 2\pi r^2 \times Va$$

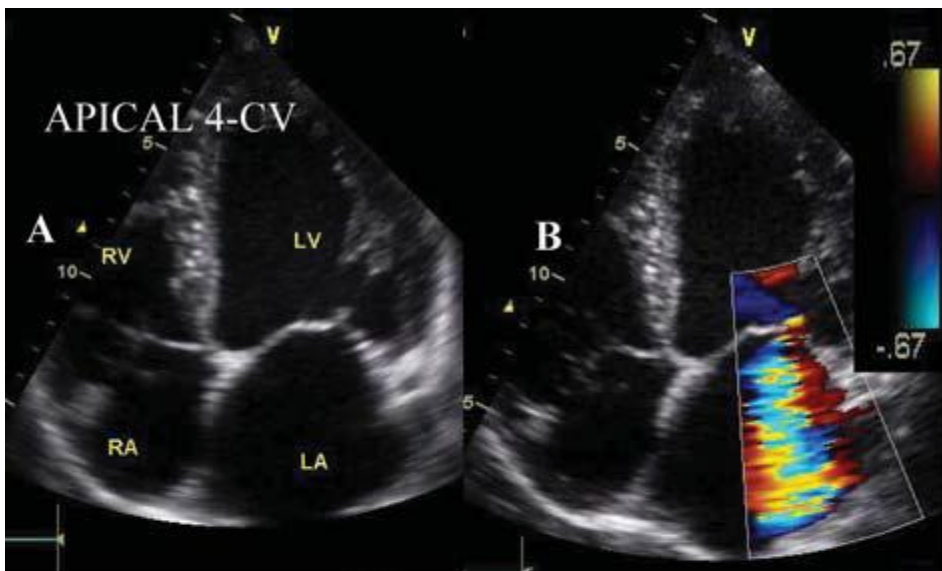
$$\text{EROA} = \text{Reg Flow} / PKV_{\text{Reg}}$$

$$\text{R Vol} = \text{EROA} \times \text{VTI}_{\text{Reg}}$$

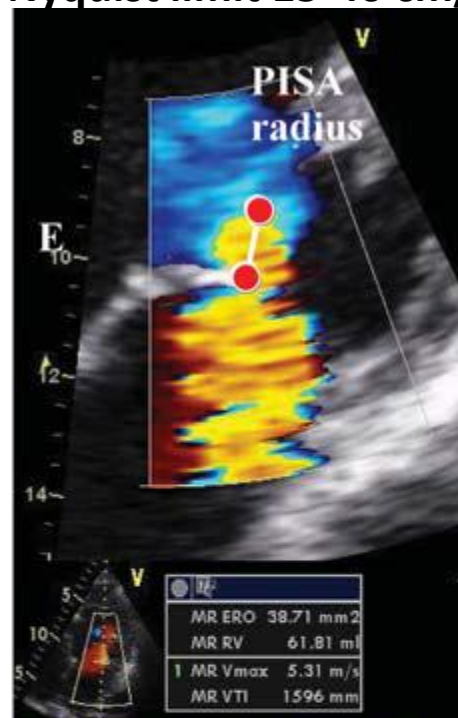


PISA

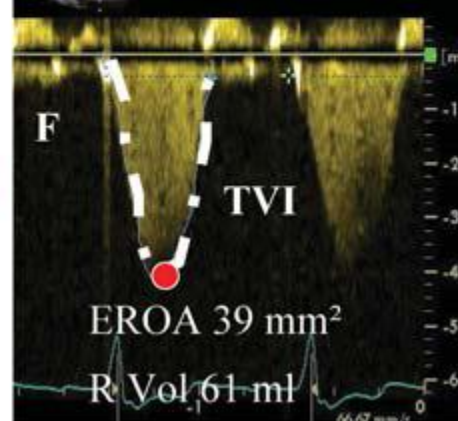
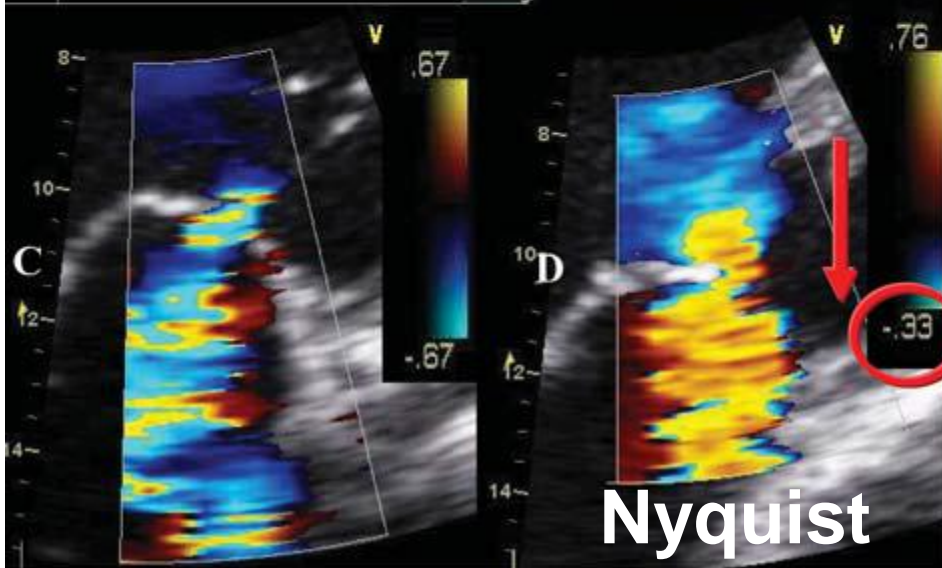
A4C



Nyquist limit 15-40 cm/s



Depth



PISA - limitace

- PISA = jeden moment času (↓ sekundárních vad, ↑ telesystolických primárních vad)
- Předpokládá rovnou plochu chlopně
- Tvar regurgitačního ústí = štěrбина u sekundárních vad ↓ ↓
- Excentrické jety = problematické (možné)
- 3D PISA = přesnější změření povrchu za cenu ↓ časového a prostorového rozlišení
- Více jetů nutno sčítat, drobné vynechat

PISA

Výhody

- Relatively quick and easy
- Relatively independent of haemodynamic and instrumentation factors
- Not affected by other valve leak
- Good for extremes regurgitation: mild vs. severe
- Can be used in eccentric jet
- Can be used in eccentric jets
- Not affected by the aetiology of regurgitation or other valve leak
- Quantitative: estimates lesion severity (EROA) and volume overload (R Vol)
- Flow convergence at 50 cm/s alerts to significant MR
- Large flow convergence at 28 cm/s alerts to significant TR

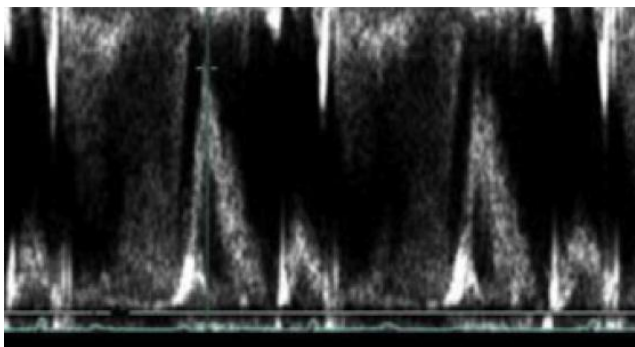
Nevýhody

- Not valid for multiple jets
- Small values; small measurement errors leads to large % error
- Intermediate values need confirmation
- Affected by systolic changes in regurgitant flow
- Lacks published data in PR
- PISA shape affected
 - by the aliasing velocity
 - in case of non-circular orifice
 - by systolic changes in regurgitant flow
 - by adjacent structures (flow constraints)
- PISA radius is more a hemi-ellipse
- Errors in PISA measurement are squared
- Inter-observer variability
- Not valid for multiple jets
- Feasibility limited by aortic valve calcifications in AR
- Validated in only few studies in TR
- Lacks published data in PR

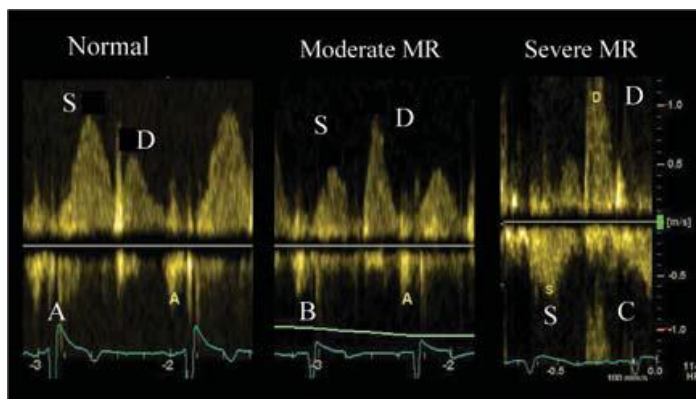
Chyba 10-25% běžná

Puzní dopplerovská kvantifikace

- Transmitrální tok v PW (vrchol cípů MV)
 $E > 1.5 \text{ m/s}$ – pravděpodobně významná MRI



- Tok v plicních žilách $S < D$ významná vada

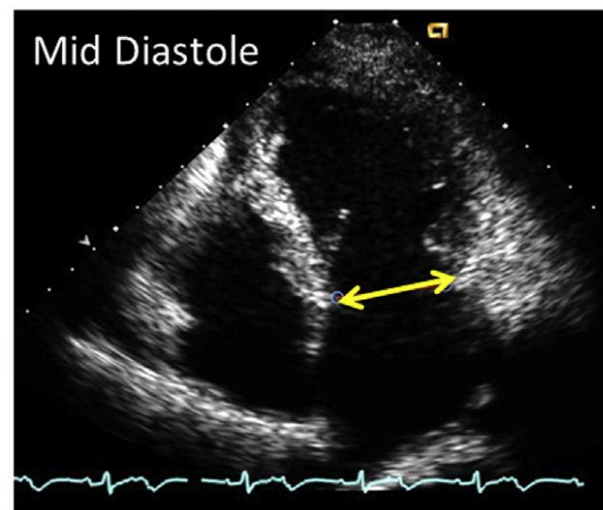
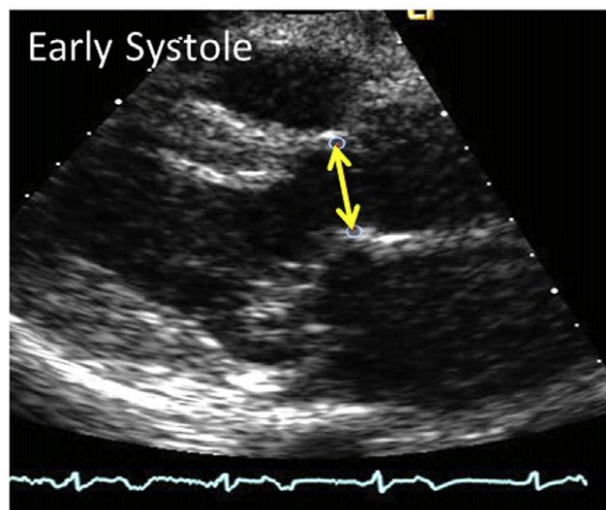


Pulzní dopplerovská kvantifikace

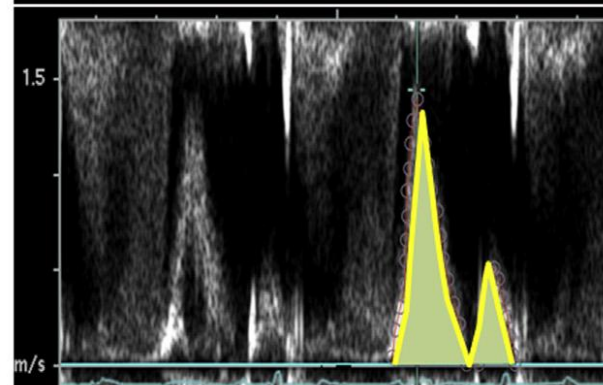
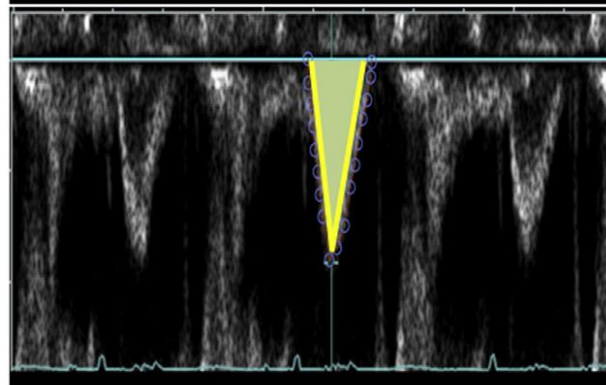
LV Outflow

Mitral Annulus

Annular Diameter



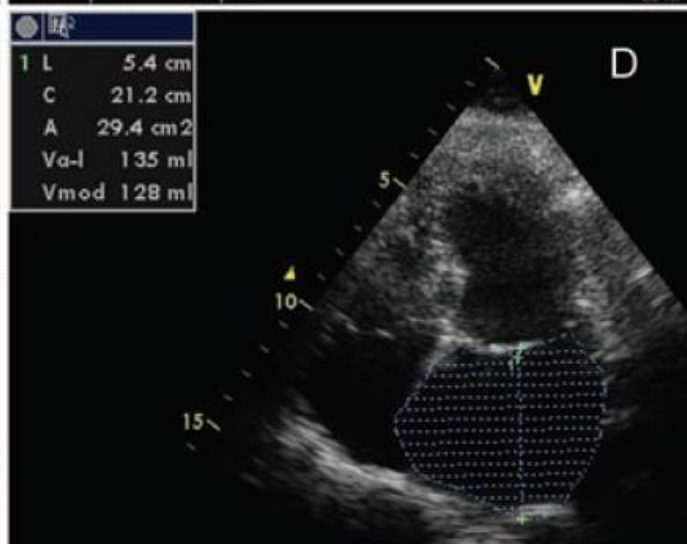
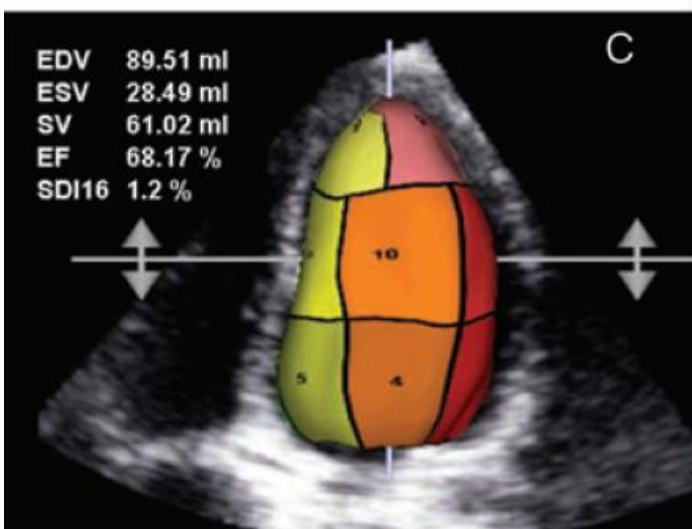
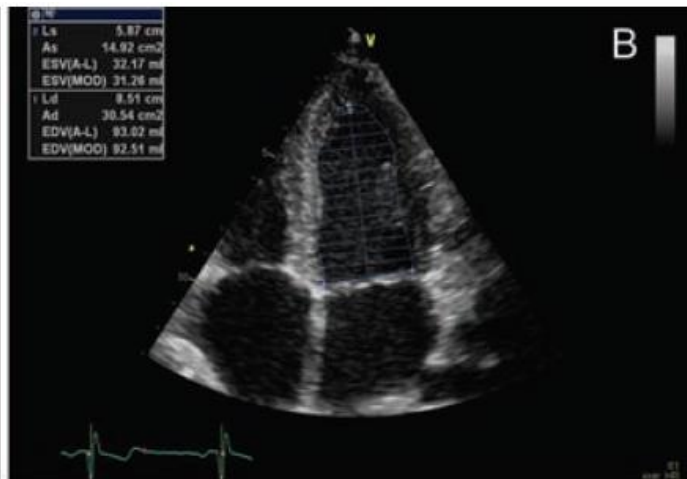
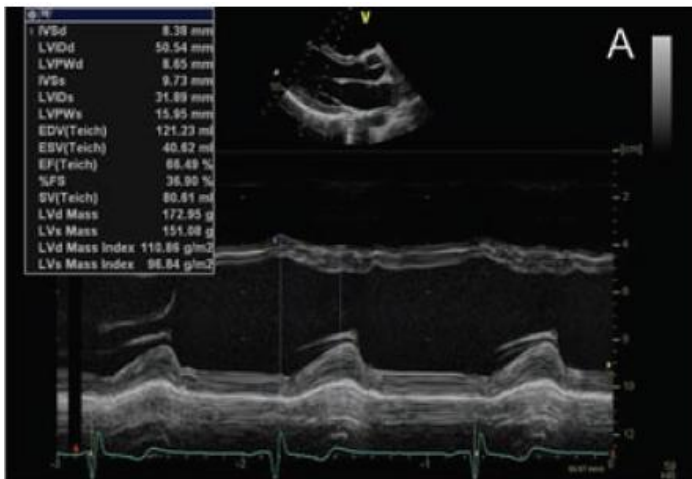
Velocity- PW



$$\begin{aligned}
 SV_{LVOT} &= CSA_{LVOT} * VTI_{LVOT} \\
 &= 0.785 * d_{LVOT}^2 * VTI_{LVOT}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SV_{MV} &= CSA_{MV} * VTI_{MV} \\
 &= 0.785 * d_{MV}^2 * VTI_{MV}
 \end{aligned}$$

Levá komora a síň



Povinná hodnocení u > lehká MR

- **Levá komora: EDD, ESD, EDV, ESV, EF (3D)**
- **Objem levé síně (LAVI)**
- **Systolický tlak v plicnici**
- **Ideálně lze doplnit hodnoty deformační analýzy myokardu (strain, TDI)**

Doporučení EACVI 2010

Parametry významné MR

Kvalitativní hodnocení

| | Mitral regurgitation |
|------------------------------|---|
| Qualitative | |
| Valve morphology | Flail leaflet/ruptured papillary muscle/ large coaptation defect |
| Colour flow regurgitant jet | Very large central jet or eccentric jet adhering, swirling, and reaching the posterior wall of the LA |
| CW signal of regurgitant jet | Dense/triangular |
| Other | Large flow convergence zone ^a |

Parametry významné MR

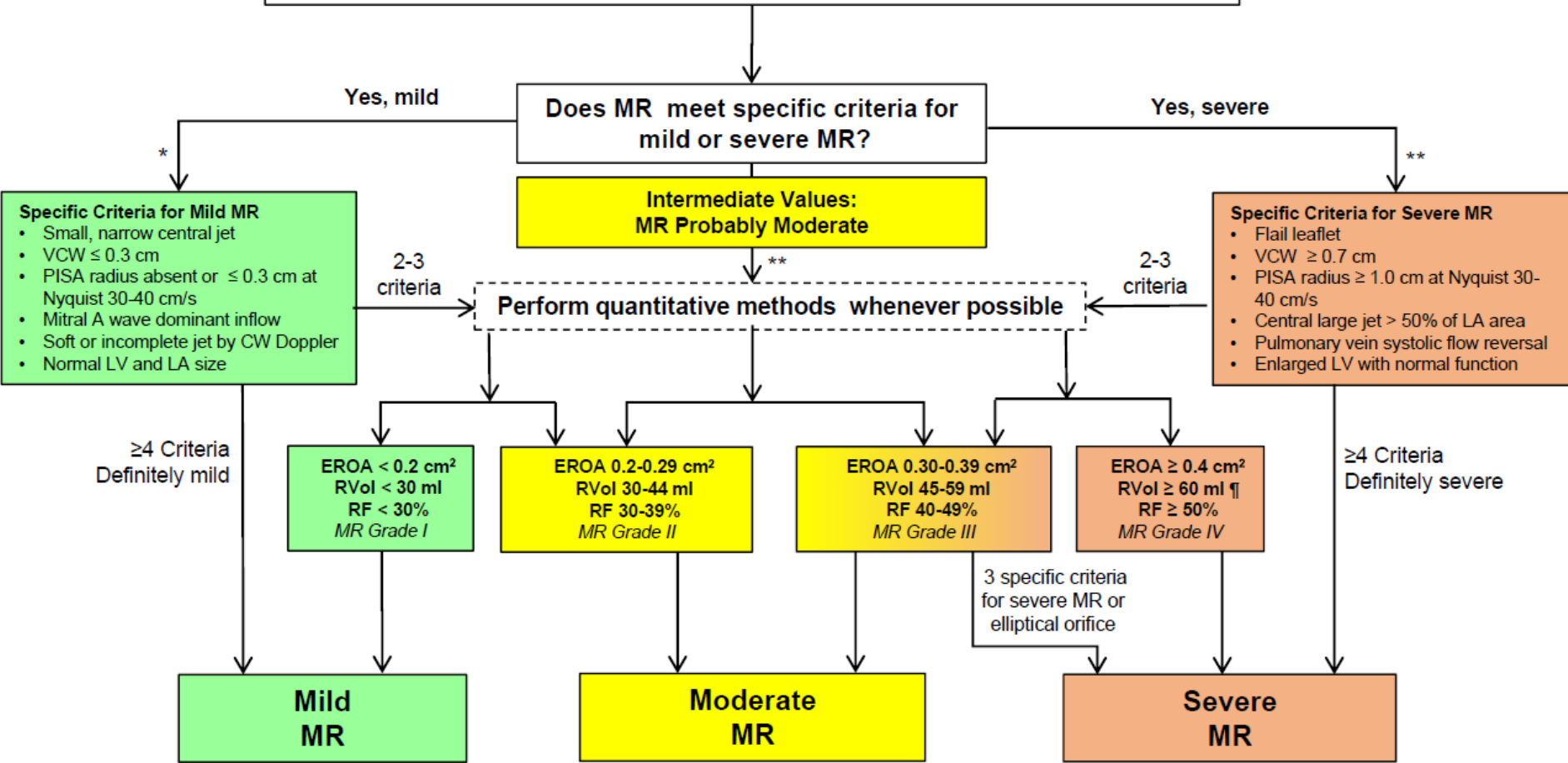
Semikvantitativní a kvantitativní hodnocení

| Semiquantitative <i>VCA (cm²)</i> > 0.4 | | |
|--|--|---|
| Vena contracta width (mm) | ≥7 (>8 for biplane) ^b | |
| Upstream vein flow ^c | Systolic pulmonary vein flow reversal | |
| Inflow | E-wave dominant ≥1.5 m/s ^d | |
| Other | TVI mitral/TVI aortic >1.4 ≥ 50 | |
| Quantitative | Primary | Secondary ^h |
| EROA (mm ²) | ≥40 | ≥20 ≥ 30 |
| Regurgitant volume (mL/beat) | ≥60 | ≥30 |

Regurgitation fraction (%)

Integrative approach

Chronic Mitral Regurgitation by Doppler Echocardiography



Kvantifikace MR

- **Výška, váha, BSA**
- **TK a TF během vyšetření**
- **Rythmus**



Indikace MRI u mitrální regurgitace

- 1) omezená kvalita ECHO zobrazení
- 2) ECHO parametry se rozcházejí (nepřiměřená dilatace LK a MR 1-3/4)
- 3) klinický obraz a ECHO se rozcházejí

Magnetická rezonance

Kvantifikace MR

- **Zobrazení regurgitačního jetu**
- **Kvantifikace regurgitačního objemu**
- **Planimetrie regurgitačního ústí**

MRI - Morfologie chlopně

Prolaps zadního cípu



Funkční mitrální vada



Magnetická rezonance

Kvantifikace MR

- **LV stroke volume – Ao total forward flow**
- **LV stroke volume – PA total forward flow**
- **LV stroke volume – RV stroke volume**
- **Mitral inflow SV – Aortic total forward flow**

MRI – kvantifikace mitrální regurgitace

Regurgitační objem – RV (mL)

$$RV \text{ (mL)} = LV \text{ stroke volume (mL)} - A_o \text{ forward flow (mL)}$$

Regurgitační frakce – RF

$$RF(\%) = 100 * \frac{RV \text{ (mL)}}{LV \text{ stroke volume (mL)}}$$

MRI – významná mitrální regurgitace

Střední MR = RV 45-60 ml

**Významná MR = RV > 55 ml
RF > 40%**

Prediktor časně progresive vady!!!

Sekvence magnetické rezonance pro MR

- MRI disponuje sekvencí schopnou sledovat průtok – **phase contrast velocity mapping**
- MRI je „zlatým standardem“ pro hodnocení parametrů srdečních komor – EF, EDV, ESV, SV

Phase contrast velocity mapping

- **Retrospektivní gating**
- **Nezbytné k zajištění pokrytí celé délky srdečního cyklu – náběr dat po celou dobu systoly i diastoly**

Phase contrast velocity mapping

- **Breathhold – krátká doba náběru dat**
- **Krátký náběr dat z 12-16 srdečních stahů**
Větší náchylnost sekvence k chybě při
nehomogenitě pole, rychlejších změnách
gradientů

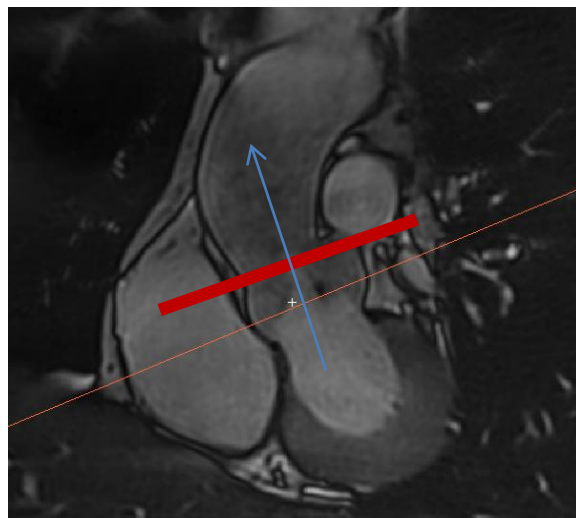
Phase contrast velocity mapping

- **Free breathing – cca 2 minuty náběru dat**

Artefakty při z pohybu při dýchání = nutné je mělké dýchání

Phase contrast velocity mapping

- Řez vedený přesně kolmo k průtoku krve



- Řez umístění v isocentru magnetu (ISO)
minimalizace vlivu nehomogenity pole

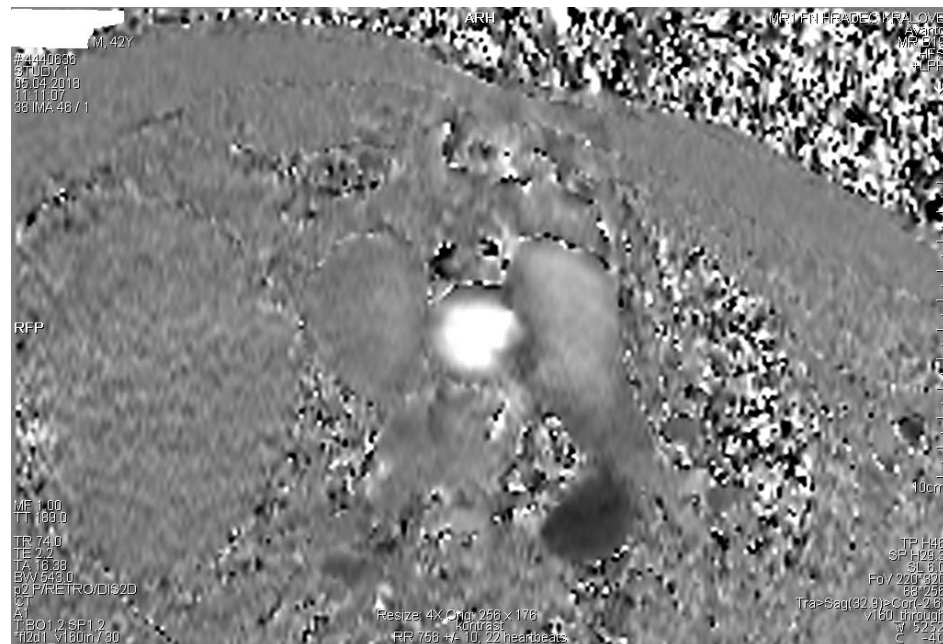
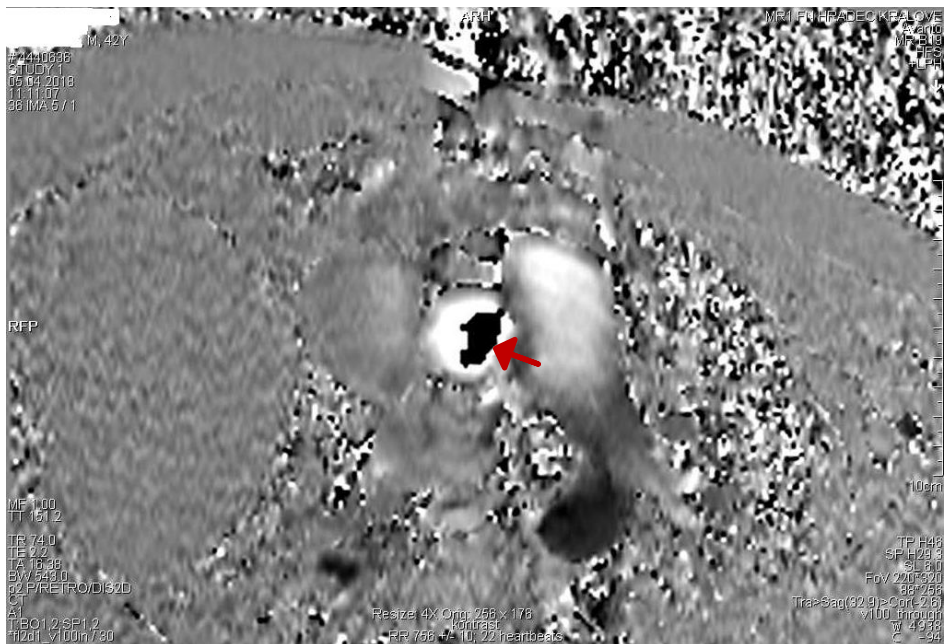
Phase contrast velocity mapping

- Časové rozlišení < 50ms
- Správně nastavený VENC
 - ↓ VENC = aliasing
 - ↑ VENC = podhodnocení rychlosti

VENEC scout Siemens

VENEC 100

VENEC 160

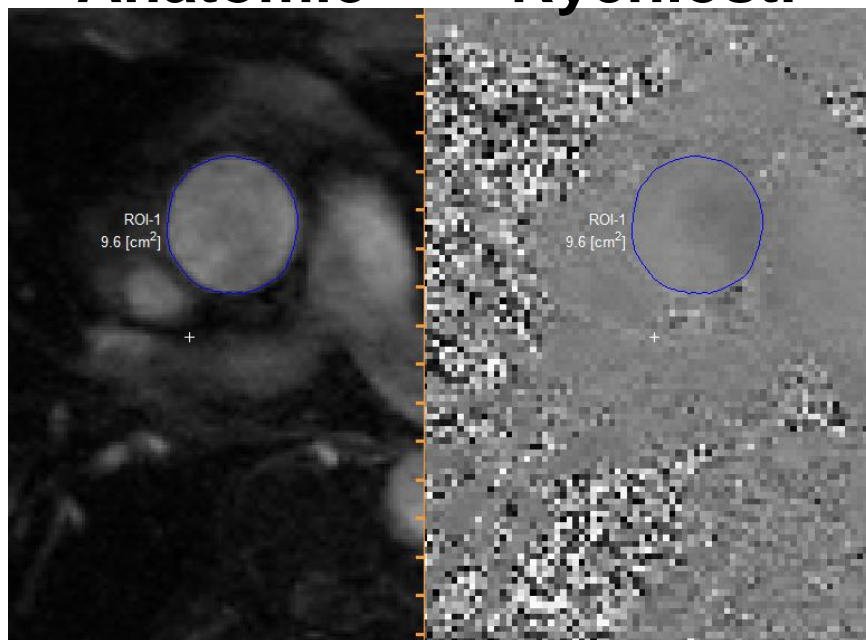


Phase-contrast velocity mapping Průtok sinotubulární junkcí

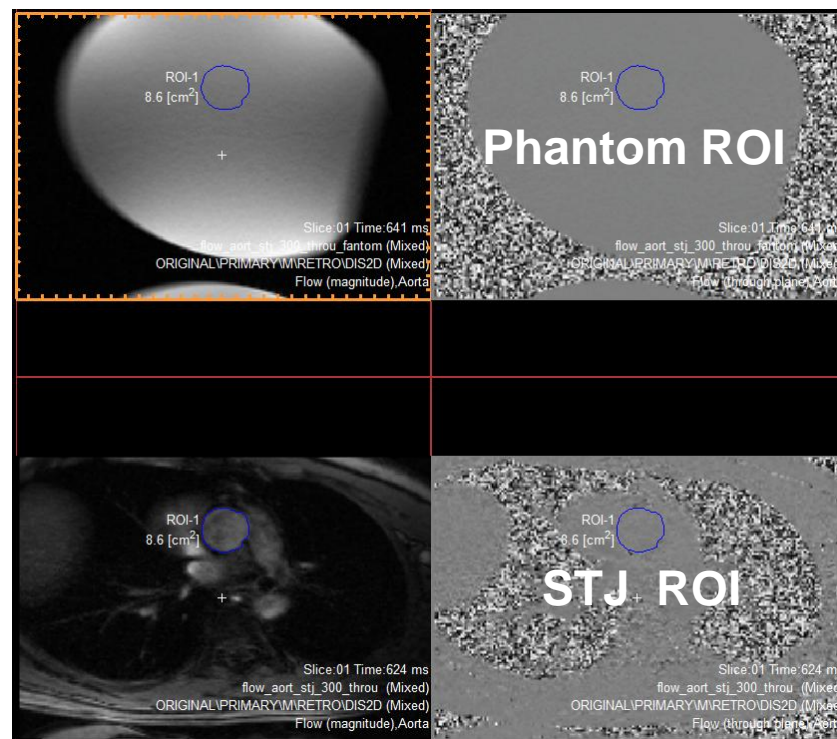
ROI - STJ

Anatomie

Rychlosti



ROI - region of interest



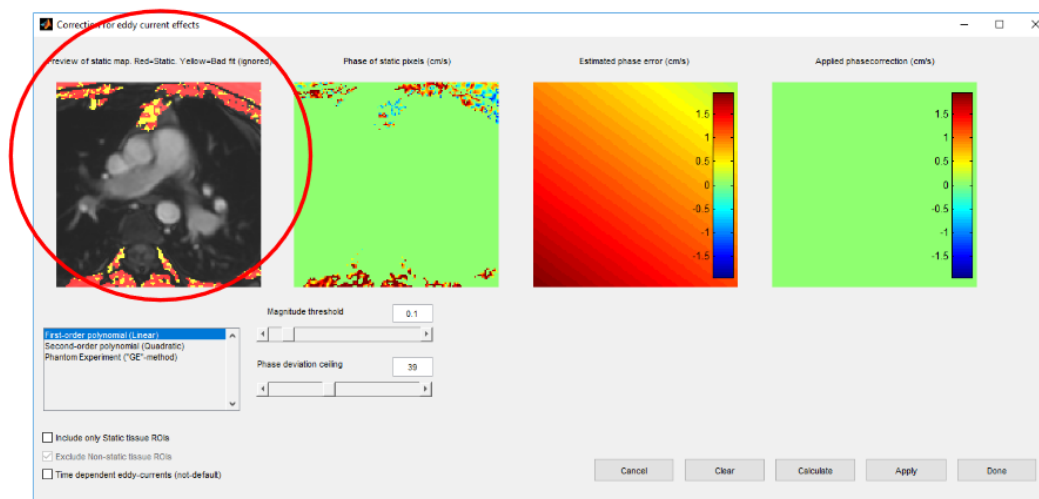
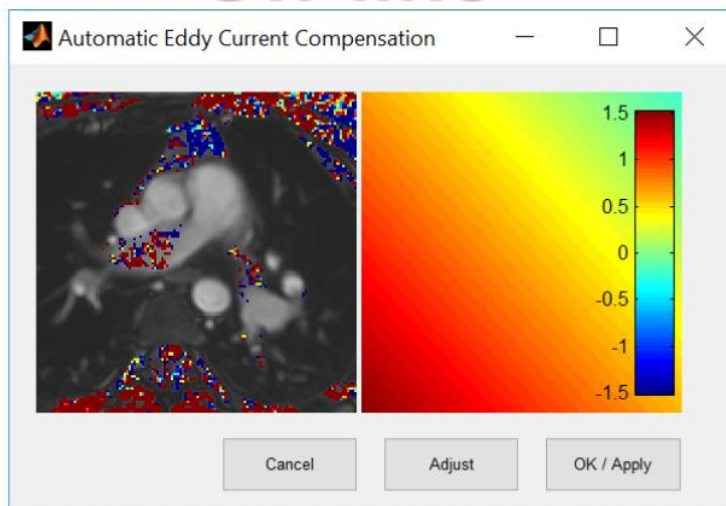
Phase contrast velocity mapping Eddy current

1. Redukce odchylky optimalizací sekvence na konkrétním scanneru
2. Použití Flow phantom nebo korekce postprocesingem

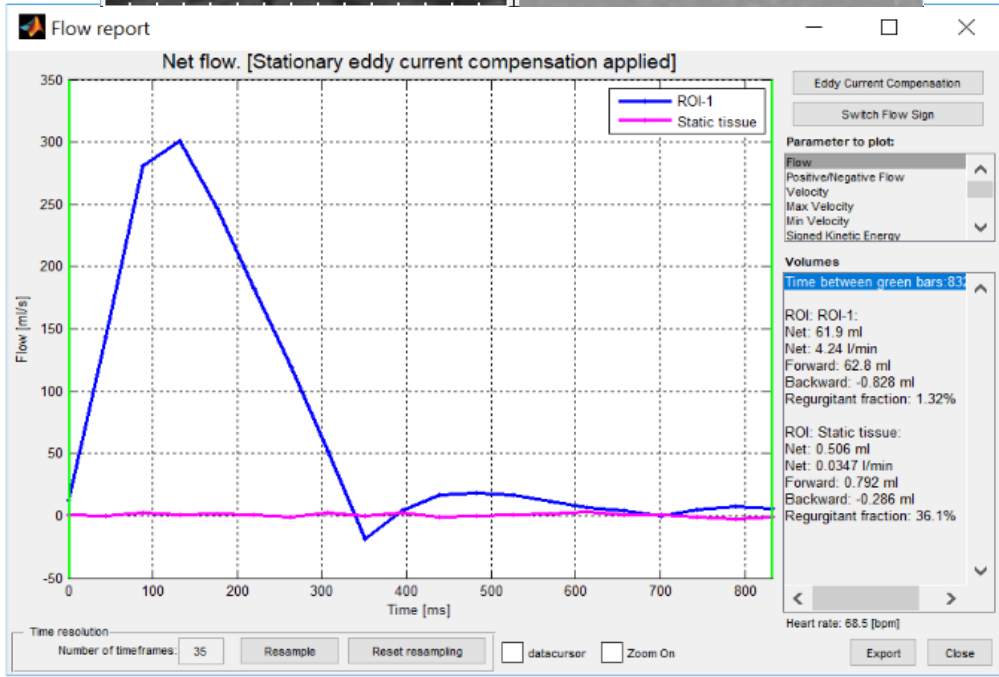
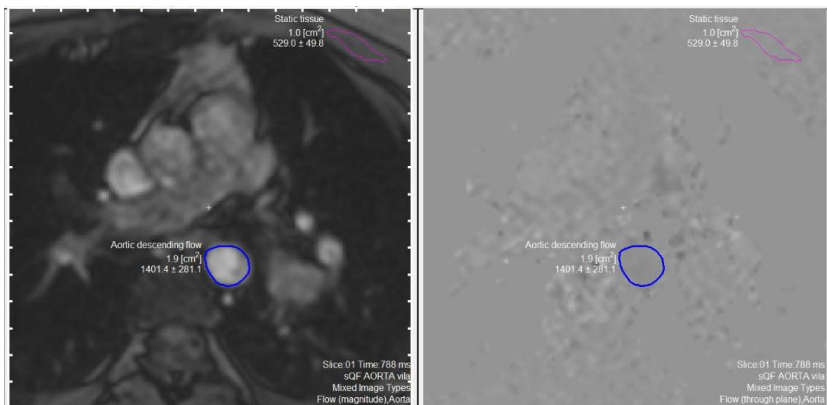
Peter Gatehouse

Chyba 0.6 cm/s = v toleranci
5% chyba CO
10% chyba L-R shunt
2.5% Regurgitační frakce u AR

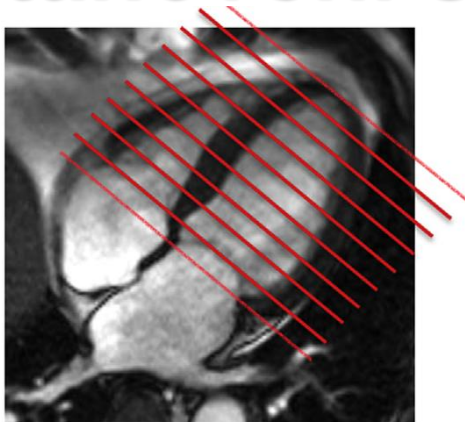
Korekce Eddy current compensation Off-line



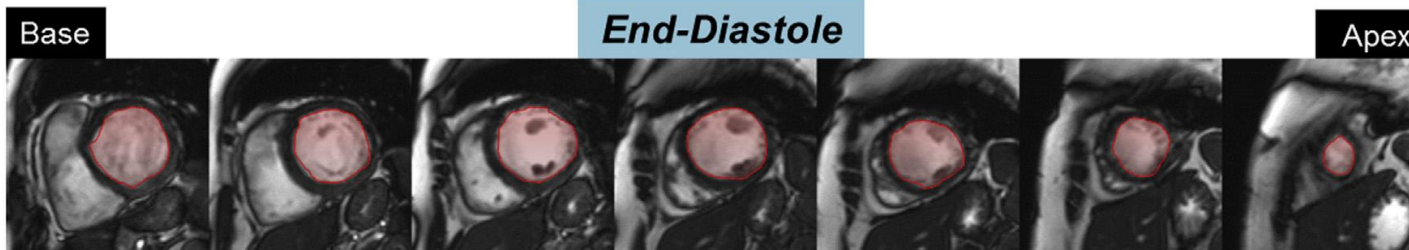
Eddy current compensation off-line



Stanovení stroke volume LK - MRI



Volume = Area x Thickness

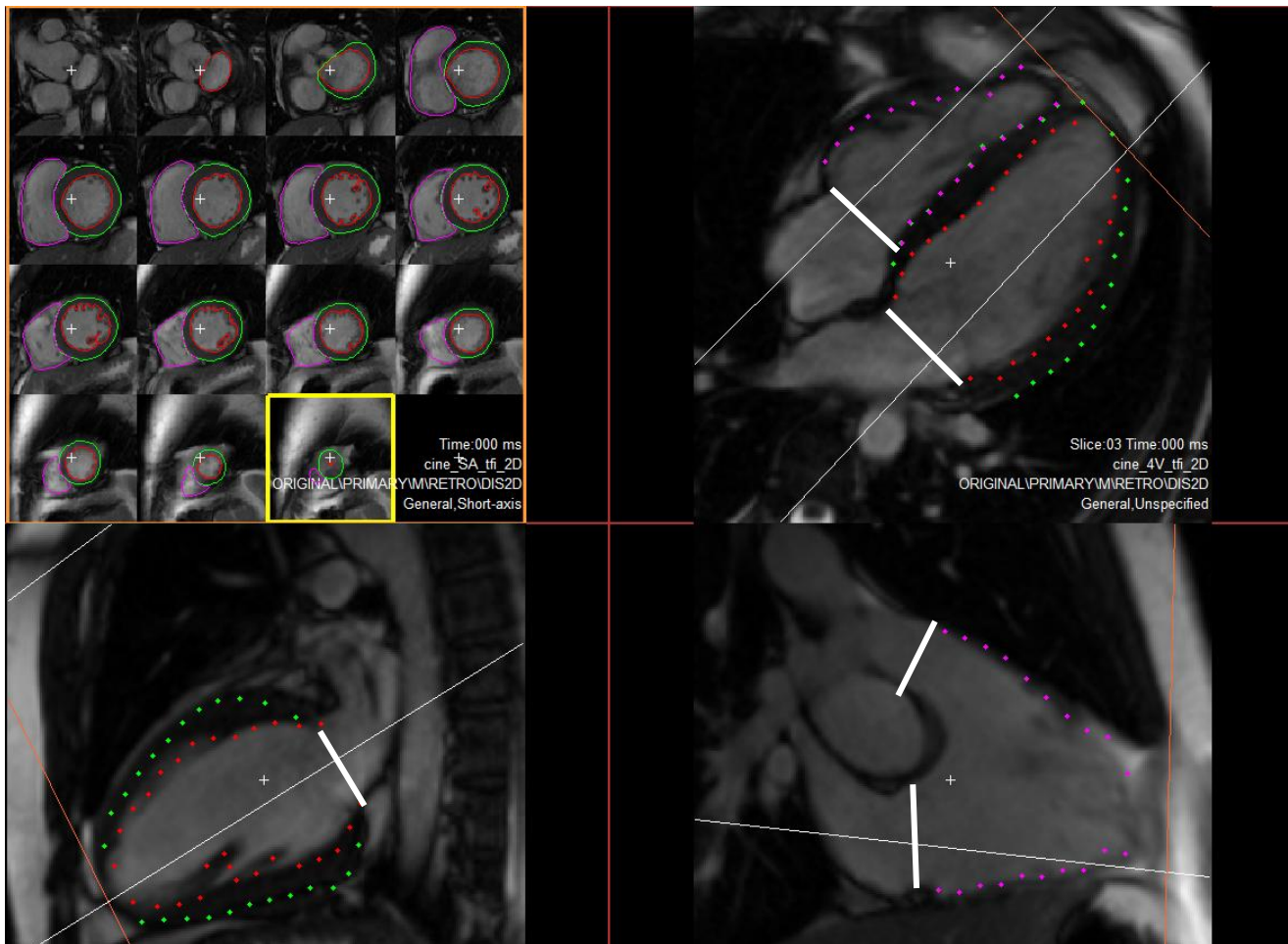


LV EDV = 41 ml + 41 ml + 38 ml + 34 ml + 28 ml + 19 ml + 5 ml = 206 ml

LV ESV = 0 ml + 30 ml + 27 ml + 24 ml + 18 ml + 3 ml + 0 ml = 102 ml



EF a objem srdečních komor “ZLATÝ STANDARD”

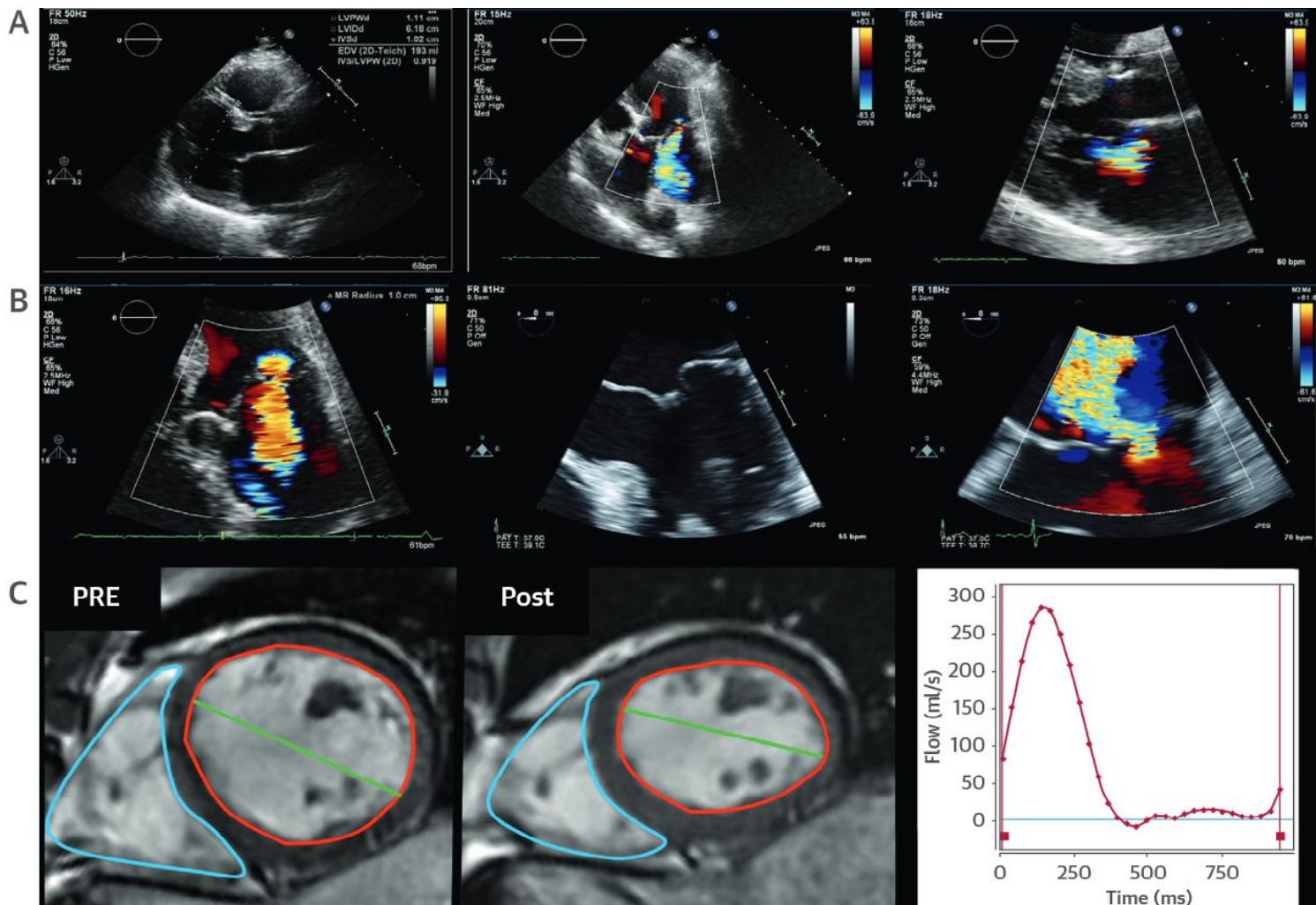


Discordance Between Echocardiography and MRI in the Assessment of Mitral Regurgitation Severity

A Prospective Multicenter Trial

- **103 pacientů, 38 izolovaný výkon na mitrální chlopni a 26 pts mělo MRI 5-7 měsíců po KCH**
- **ECHO + MRI**
- **Analýza v centrální laboratoři 2x**
- **Jen kvalitní ECHO záznam, bez další signifikantní chlopenní vady, zkratu, KMP či ICHS...**

Metody měření Core Lab, 2 vyšetřující



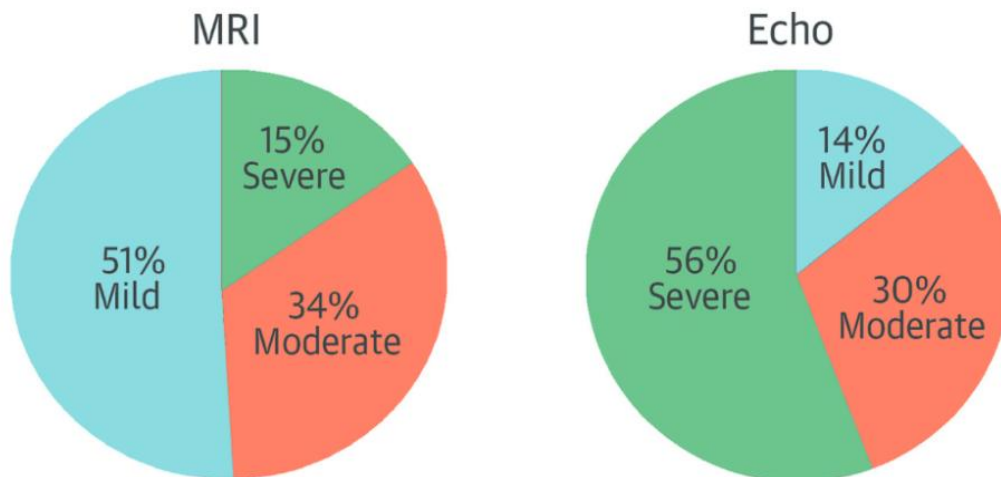
Spolehlivost hodnocení MR ECHO versus MRI

Reproducibilita MRI byla výborná – shoda v 90%

Reproducibilita ECHO střední – shoda u 61%

34% s ECHO významnou MR = MRI lehkou vadu

Chronic Mitral Regurgitation



Prognostic Implications of MRI Derived Quantification in Asymptomatic Patients With Organic Mitral Regurgitation

- 258 pacientů s asymptomatickou střední a významnou MR a EF LK > 60%
- ECHO a MRI zhodnocení vady (CoreLab)
- Follow up 5 let

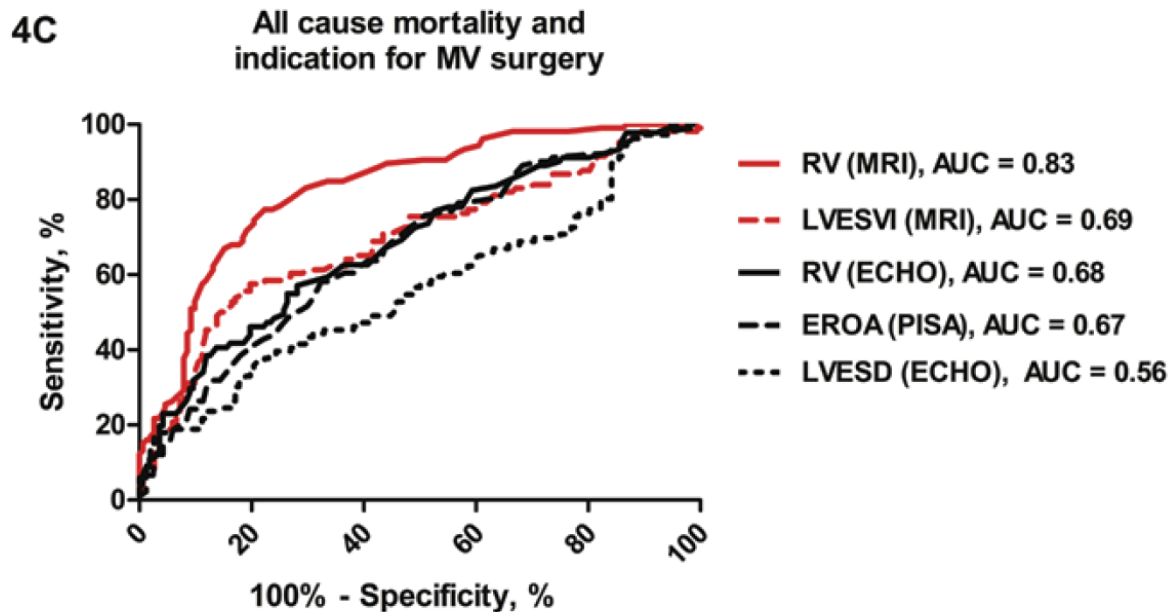
- Korelace ECHO a MRI u 76%
(významná vada 31%, střední vada 69%)
- Rozdílné hodnocení u 24%

Prognostic Implications of MRI Derived Quantification in Asymptomatic Patients With Organic Mitral Regurgitation

- **15% pacientů zemřelo**
- **41% zemřelo nebo bylo operováno pro MR**

Prognostic Implications of MRI Derived Quantification in Asymptomatic Patients With Organic Mitral Regurgitation

MRI lépe identifikuje pacienty s významnou MR
MRI lépe predikuje prognózu u signifikantní MRI



Děkuji za pozornost

MUDr. Radka Kočková PhD
Centrum pro vrozené vady v dospělosti
Nemocnice Na Homolce
radka.kockova@homolka.cz