



# Hodnocení regurgitačních vad po perkutánní chlopenní intervenci

Hana Línková

3.LF UK a FNKV, Praha

# Současná doporučení

ARTICLE IN PRESS

## GUIDELINES AND STANDARDS

### Guidelines for the Evaluation of Valvular Regurgitation After Percutaneous Valve Repair or Replacement A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Japanese Society of Echocardiography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance

William A. Zoghbi, MD, FASE, (Chair), Federico M. Asch, MD, FASE, Charles Bruce, MBChB, FASE, Linda D. Gillam, MD, MPH, FASE, Paul A. Grayburn, MD, FASE, Rebecca T. Hahn, MD, FASE, Ignacio Inglessis, MD, Ashequl M. Islam, MD, MPH, FSCAI, Stamatios Lerakis, MD, FASE, Stephen H. Little, MD, FASE, Robert J. Siegel, MD, FASE, Nikolaos Skubas, MD, DSc, FASE, Timothy C. Slesnick, MD, FASE, William J. Stewart, MD, FASE, Paaladinesh Thavendiranathan, MD, MSc, FASE, Neil J. Weissman, MD, FASE, Satoshi Yasukochi, MD, JCC, SJSUM, and Karen G. Zimmerman, BS, ACS, RDCS, RVT, FASE, *Houston and Dallas, Texas; Washington, District of Columbia; Rochester, Minnesota; Morristown, New Jersey; New York, New York; Boston and Springfield, Massachusetts; Los Angeles, California; Cleveland, Ohio; Atlanta, Georgia; Toronto, Ontario, Canada; Nagano, Japan; Morgantown, West Virginia*

**Keywords:** Doppler echocardiography, Valve disease, Transaortic valve replacement, Magnetic resonance imaging, Aortic regurgitation, Mitral regurgitation



European Heart Journal (2017) 38, 3382–3390  
doi:10.1093/eurheartj/ehx303

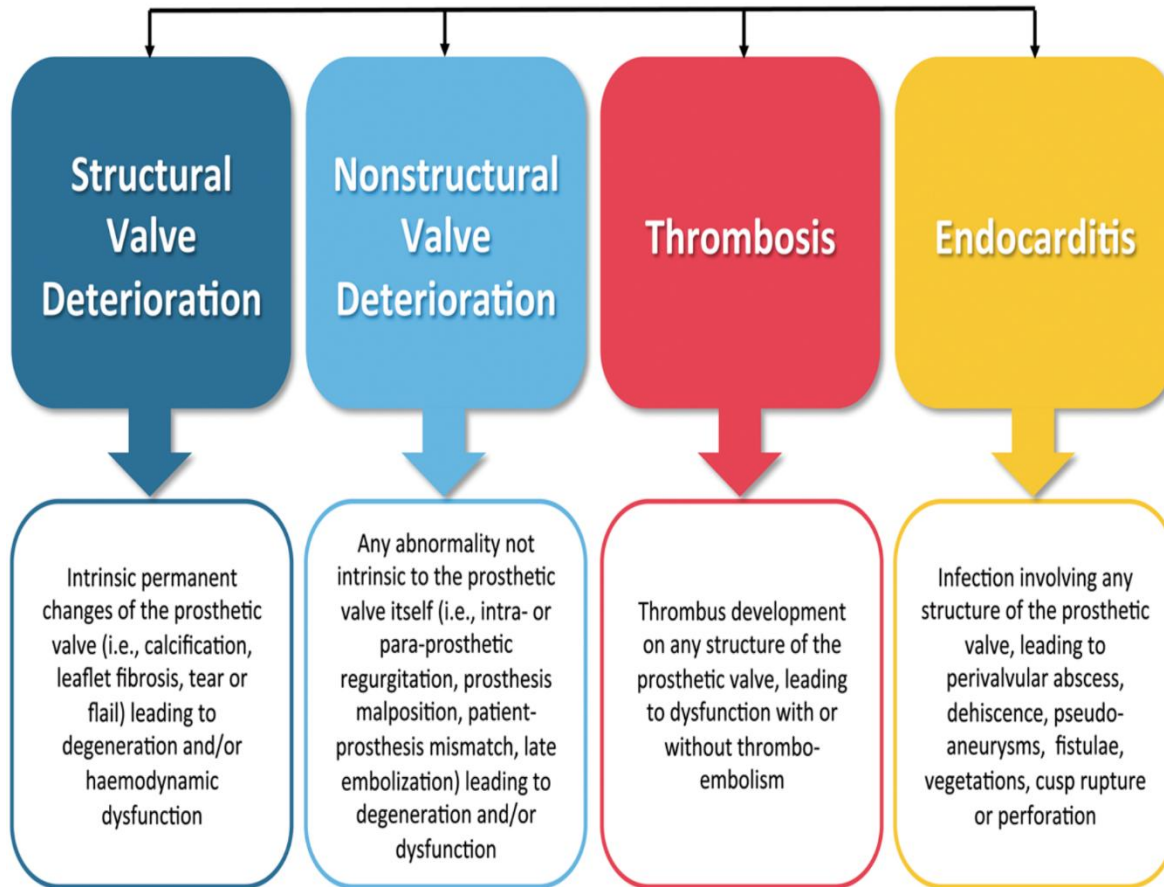
**SPECIAL ARTICLE**  
Valvular heart disease

## Standardized definitions of structural deterioration and valve failure in assessing long-term durability of transcatheter and surgical aortic bioprosthetic valves: a consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) endorsed by the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)

Davide Capodanno<sup>1\*</sup>, Anna S. Petronio<sup>2†</sup>, Bernard Prendergast<sup>3</sup>, Helene Eltchaninoff<sup>4</sup>, Alec Vahanian<sup>5</sup>, Thomas Modine<sup>6</sup>, Patrizio Lancellotti<sup>7</sup>, Lars Sondergaard<sup>8</sup>, Peter F. Ludman<sup>9</sup>, Corrado Tamburino<sup>1</sup>, Nicolò Piazza<sup>10</sup>, Jane Hancock<sup>3</sup>, Julinda Mehilli<sup>11</sup>, Robert A. Byrne<sup>12</sup>, Andreas Baumbach<sup>13</sup>, Arie Pieter Kappetein<sup>14</sup>, Stephan Windecker<sup>15</sup>, Jeroen Bax<sup>16</sup>, and Michael Haude<sup>17</sup>

<sup>1</sup>Cardiac-Thoracic-Vascular Department, Ferrarotto Hospital and University of Catania, Via Chelli 6, Catania 95124, Italy; <sup>2</sup>Cardiothoracic and Vascular Department, Cisanello Hospital

# Bioprosthetic Valve Dysfunction

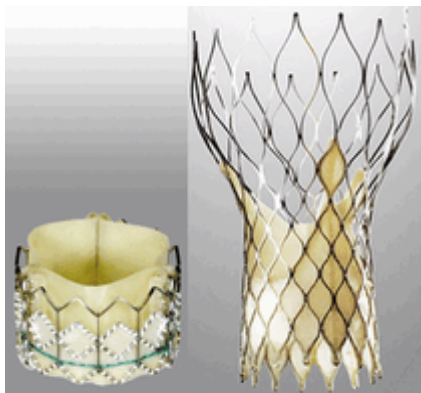


# Regurgitace po intervenčních zákrocích na chlopni

- zhodnocení nálezu před intervenčním zákrokem
- periprocedurální vyšetření - zhodnocení nálezu
- postprocedurální vyšetření
  - klinické vyšetření v pravidelných intervalech
  - echokardiografie - TTE , TEE , 3 D, dopplerovské vyšetření
  - CT vyšetření, MRI

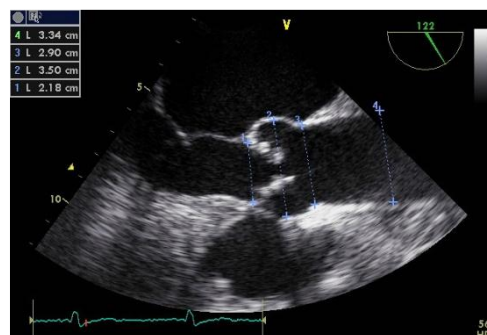
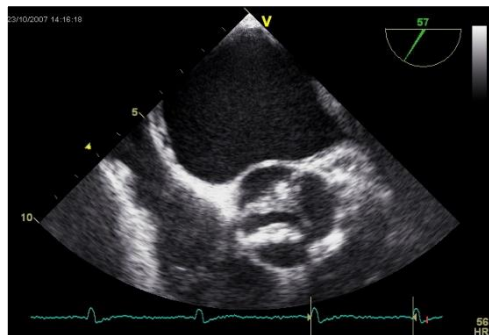
- Aortální chlopeň – TAVI
- Mitrální chlopeň
- Plicnice
- Trikuspidální chlopeň

# TAVI

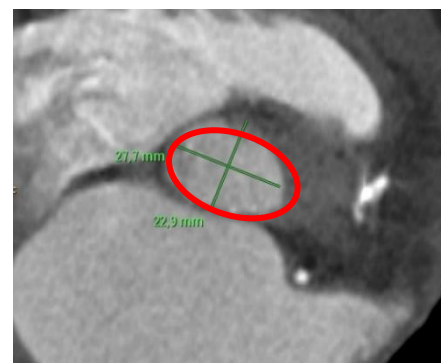
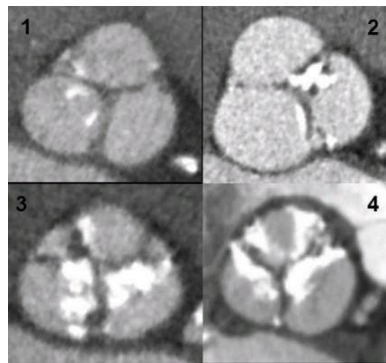
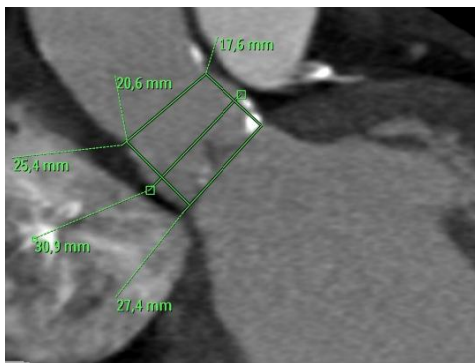


# Preprocedurální hodnocení

Echokardiografické vyšetření, TTE, TEE, 3D, dopplerovské vyšetření

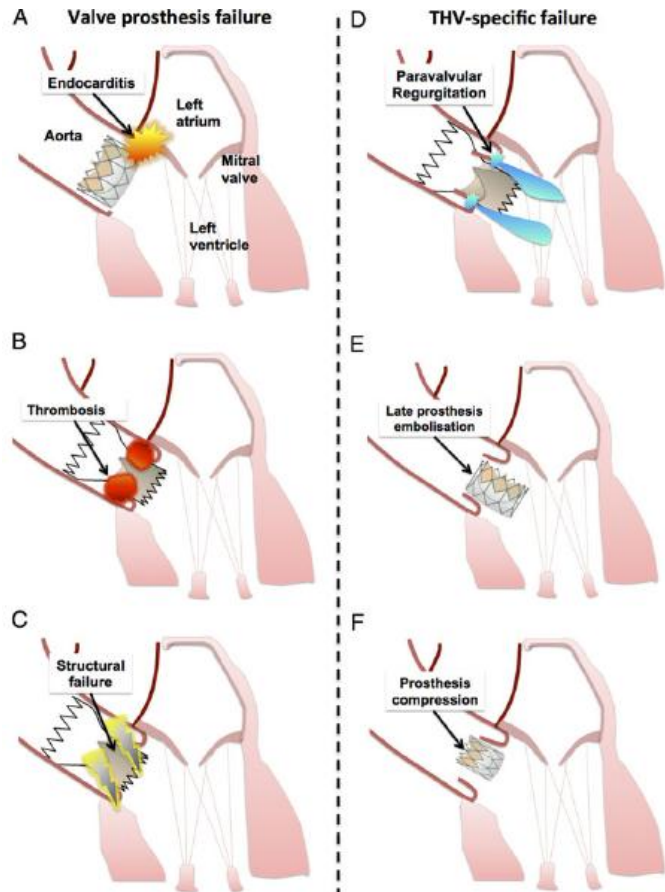


CT vyšetření , anatomie chlopně, perimetr, přístupové cesty



Přesná diagnostika snižuje riziko posprocedurálních komplikací

# Komplikace TAVI



**Shodné s komplikacemi na chirurgicky implantovaných bioprotézách:**

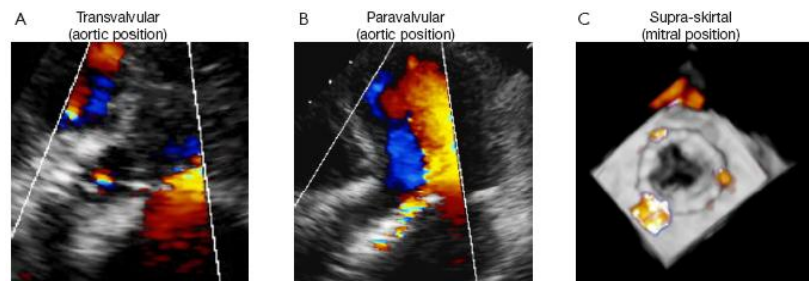
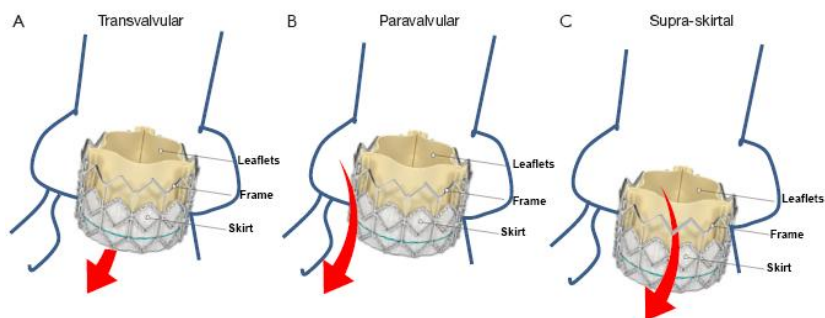
- endokarditida
- trombóza
- strukturální změny

**Komplikace typické pro perkutánní náhrady:**

- paravalvulární regurgitace
- pozdní embolizace protézy
- komprese protézy



# Mechanismus AR po TAVI



Typ regurgitace	Patofyziologie
Transvalvulární	Poškození cípů Přílišná expanze protézy
Paravalvulární	Extenzivní kalcifikace ao chl Patient/prosthesis mismatch Podexpandování protézy Malpozice protézy
Supraskirtální	Nízká implantace protézy Design protézy

*Upraveno dle Tarantini et al., Am J Cardiovasc Dis 2011;  
1:314*

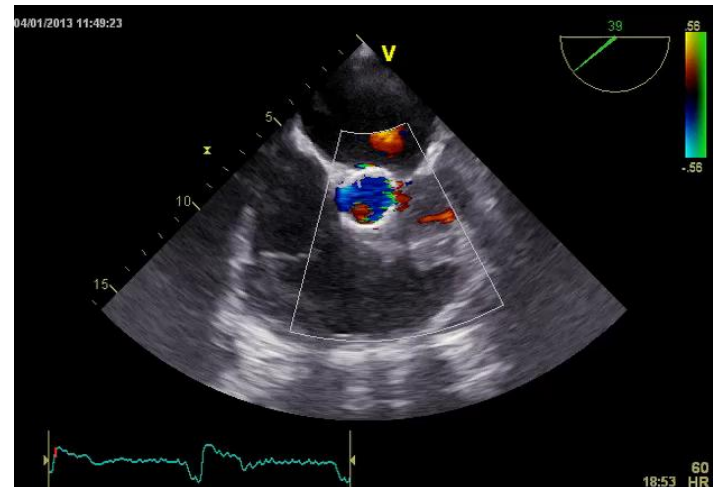
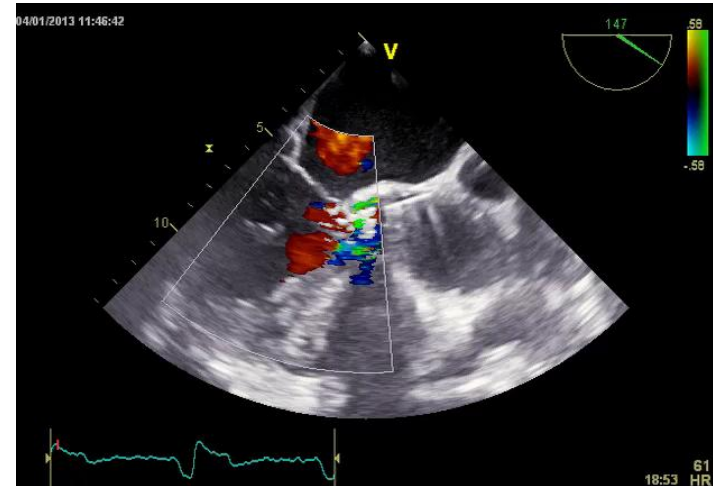


# Incidence AR po TAVI

- kolísá mezi 48%-93%
- středně až významná AR 1,9-21% dříve ,  
*nyní incidence 0- 2%*

Rozdílnost v incidenci je v důsledku:

- rozdílných diagnostických metod
- časové latenci po TAV
- nepřesným stanovením
- design a typ protézy



Smith CR et al., 2011, Athappan G et al., 2013,  
Yared K et al., 2013, Abdel WM et al., 2011,  
Généreux et al., 2012) Zoghbi et al. , 2019

# Zhodnocení regurgitace periprocedurálně

- Echokardiografie :  
TTE - možné v analgosedaci x TEE – celková anestezie
- Aortografie - konvenčně používaná intraprocedurálně  
- nemusí korelovat s kvantitativním zhodnocením  
- neodliší spolehlivě centrální a paravalvulární regurgitaci
- Zhodnocení hemodynamiky

*Hyman MC, 2017*

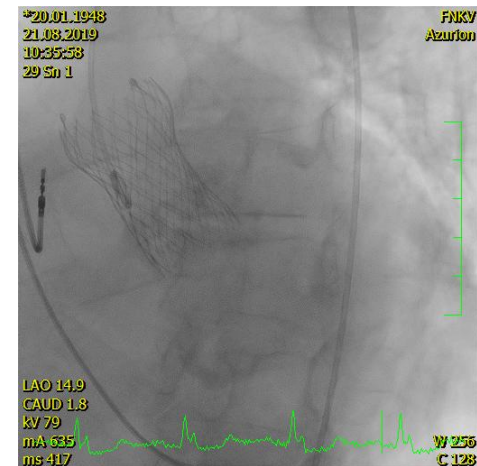
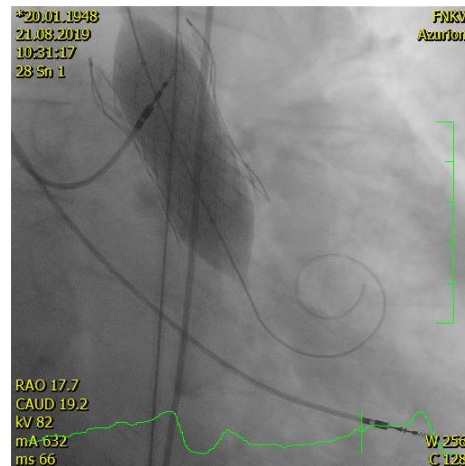
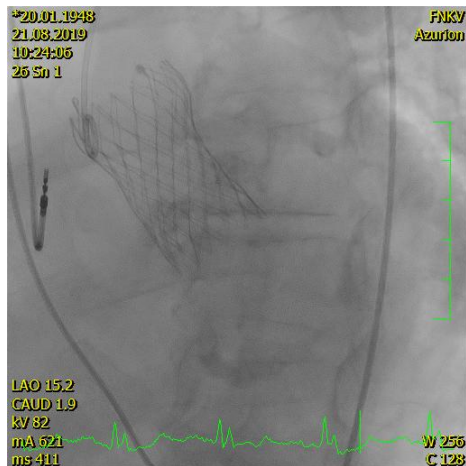
**Table 2** Invasive hemodynamic indexes for assessing severity of AR immediately After TAVR

Author	Index	Formula	Cutoff for significance
Sinning <i>et al.</i> <sup>52</sup>	AR index	$([DBP - LVEDP] \div SBP) \times 100$	AR index <25 predicted higher mortality
Sinning <i>et al.</i> <sup>54</sup>	ARI ratio	Ratio of post-procedural to pre-procedural AR index	ARI ratio <0.60 improved 1-year mortality prediction of post TAVR AR Index <25
Jilaihawi <i>et al.</i> <sup>53</sup>	CHAI score	$([DBP - LVEDP] \div HR) \times 80$	<25 (denoting $\geq$ moderate PVR), predicted higher mortality
Bugan <i>et al.</i> <sup>55</sup>	TIAR index	$(LV-Ao \text{ diastolic pressure time integral}) / (LV \text{ systolic pressure time integral}) \times 100$	TIAR index <80 was associated with a sensitivity of 86% and a specificity of 83% for $\geq$ mild AR.

*AR, Aortic regurgitation; ARI, AR index; CHAI, composite heart-rate-adjusted hemodynamic-echocardiographic aortic insufficiency; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; LVEDP, left ventricular end-diastolic pressure, SBP, systolic blood pressure; TIAR, Time-integrated aortic regurgitation.*

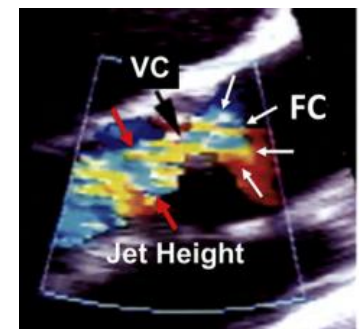
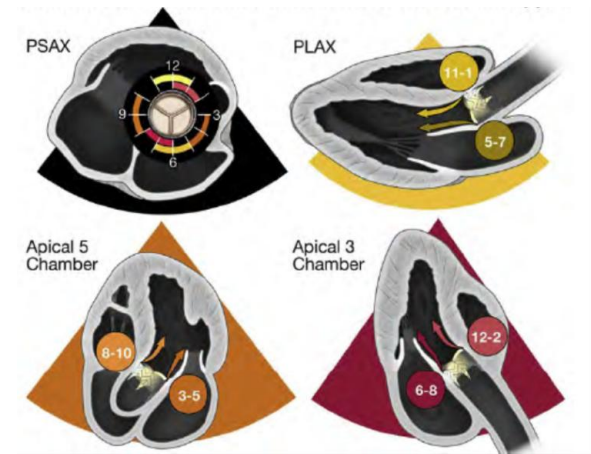
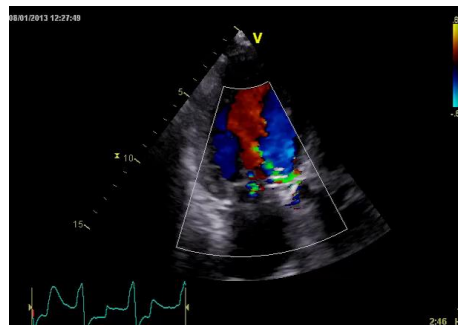
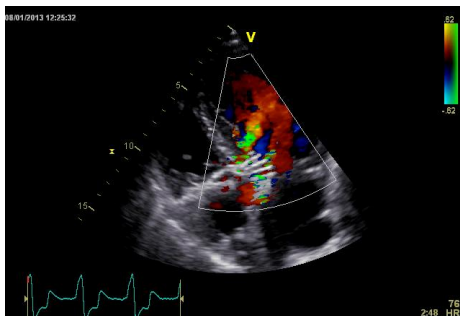
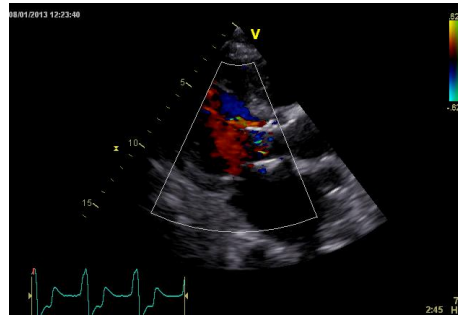
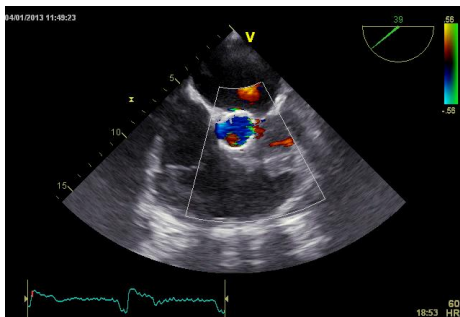
*Zoghbi et al. 2019*

# Zhodnocení aortografie a hemodynamiky po TAVI



# Detekce paravalvulární regurgitace - CFM

- pečlivé skenování jetu- počet, lokalizace, excentricita ( cave zeslabení anteriorně z TEE a posteriorně z TTE v krátké ose
- esentiální je stanovit počátek jetu
- šířka veny contracty , zona konvergence
- plocha veny contracty



# Kvantifikace aortální regurgitace

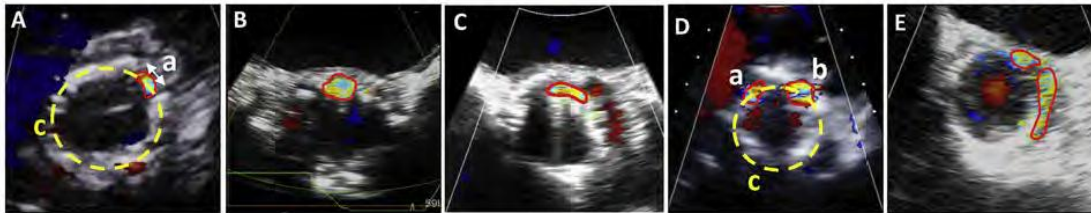
## Klasifikace paravalvulární regurgitace :

- hodnocení v závislosti na „cirkumferenciální“ extenzi regurgitačního jetu
- mírná <10%, střední 10% - 29%, významná >30% obvodu

Mild

Moderate

Severe



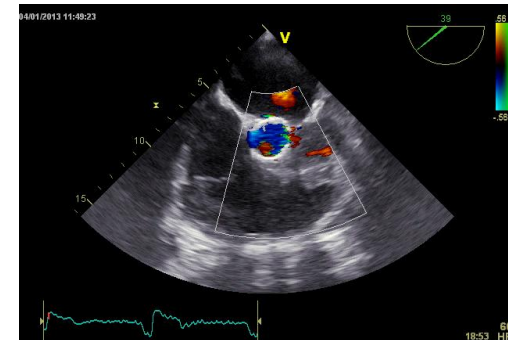
VC Area 0.1 cm<sup>2</sup>  
% Circ 8 %

0.2 cm<sup>2</sup>  
10 %

0.2 cm<sup>2</sup>  
16 %

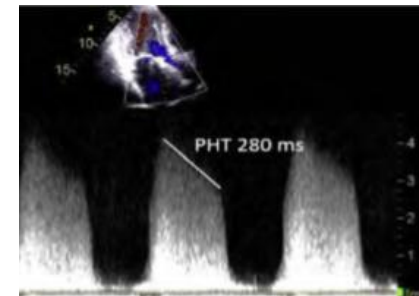
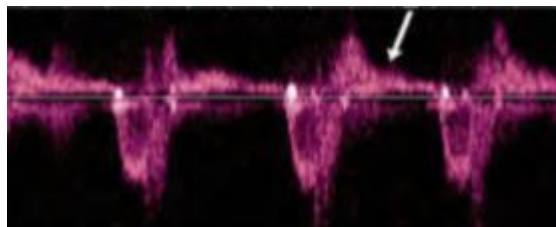
0.26 cm<sup>2</sup>  
18 %

0.7 cm<sup>2</sup>  
30 %



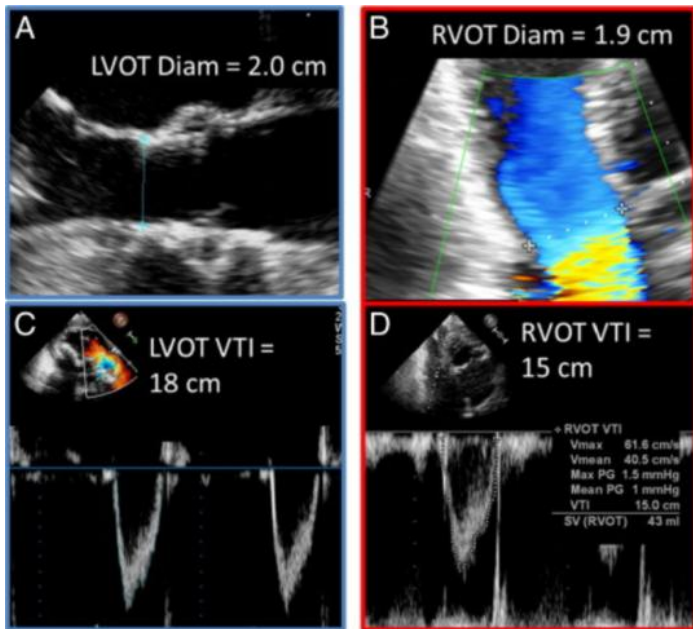
## PW,CW Doppler

– limitace v důsledku compliance LK a aorty u starší populace





# Echokardiografie - kvantifikace AR



## Výpočet regurgitačního objemu

SV přes náhradu:  $SV = \text{LVOT area} \times \text{VTI}$

SV přes RVOT :  $SV = \text{RVOT area} \times \text{VTI}$

$RV = \text{LVOT SV} - \text{RVOT SV}$

$RF (\%) = \text{RV} / \text{LVOT SV} \times 100$

## Kvantifikace RV a EROA

planimetrické měření regurgitační ploch

CW doppler AR – měření VTI

$RV = \text{EROA} \times \text{AR VTI}$

## VARC II doporučení pro hodnocení aortální a/ nebo paravalvulární regurgitace po TAVI

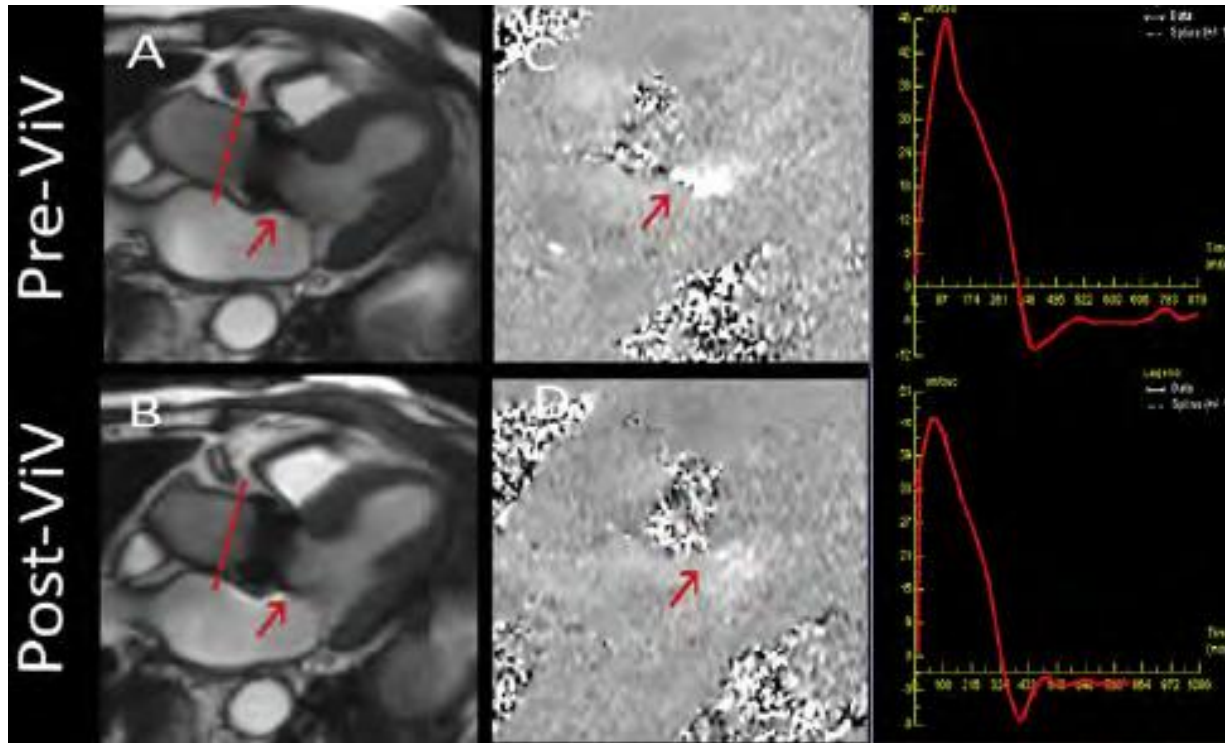
	Mírná	Střední	Významná
<b>Semikvantitativní parametry</b>			
Reverzní diastol. tok v desc. aortě	žádný nebo v časně diastole	Intermediální	Prominentní, holodiastolický
Cirkumferenciální rozsah protetické paravalvulární regurgitace	<10	10-29	≥ 30
<b>Kvantitativní parametry</b>			
Regurgitační objem ( ml)	< 30	30-59	≥ 60
Regurgitační frakce	< 30	30-49	≥ 50
EROA ( cm <sup>2</sup> )	0.10	0.10-0.29	≥ 0.30



# Doporučení pro hodnocení AR po TAVI 2019

PVR severity	Mild	Moderate	Severe
Aortography	Contrast does not fill entire LV and clears with each cycle	Intermediate	Contrast fills LV on first beat, ending with greater density than in ascending aorta
Invasive Hemodynamic Parameters			
AR index*	$\geq 25$	$< 25$	$< 25$
Dicrotic notch	Present	Present	Effaced or absent
Echocardiography: TTE and/or TEE			
Structural parameters			
Position of prosthesis	Usually normal	Variable	Frequently abnormal
Stent and leaflet morphology	Usually normal	Variable	Frequently abnormal
Doppler Parameters			
Qualitative			
Proximal flow convergence (CD)	Absent	May be present	Often present
AR velocity waveform density (CWD)	Soft	Dense	Dense
Diastolic flow reversal (PVD) in			
- Proximal descending aorta <sup>†‡</sup>	- Brief, early diastolic	- May be holodiastolic	- Holodiastolic (end-diastolic velocity $\geq 20$ cm/s)
- Abdominal aorta	- Absent	- Absent	- Present
Semi-quantitative			
Vena contracta width (cm) (CD)	$< 0.3$	0.3-0.6	$> 0.6$
Vena contracta area (cm <sup>2</sup> ) <sup>§</sup> (2D/3D CD) <sup>§</sup>	$< 0.10$	0.10-0.29	$\geq 0.30$
Circumferential extent of PVR (%) (CD) <sup>  ¶</sup>	$< 10$	10-29	$\geq 30$
Jet deceleration rate (PHT, ms) <sup>*</sup> (CWD)	Variable Usually $> 500$	Variable 200-500	Steep Usually $< 200^{**}$
Quantitative			
Regurgitant volume (mL)	$< 30$	30-59 <sup>††</sup>	$> 60^{††}$ (May be lower in low flow states)
Regurgitant fraction (%)	$< 30$	30-49	$\geq 50$
EROA (cm <sup>2</sup> ) <sup>‡‡</sup>	$< 0.10$	0.10-0.29 <sup>††</sup>	$\geq 0.30^{††}$

# MRI v hodnocení aortální regurgitace po TAVI



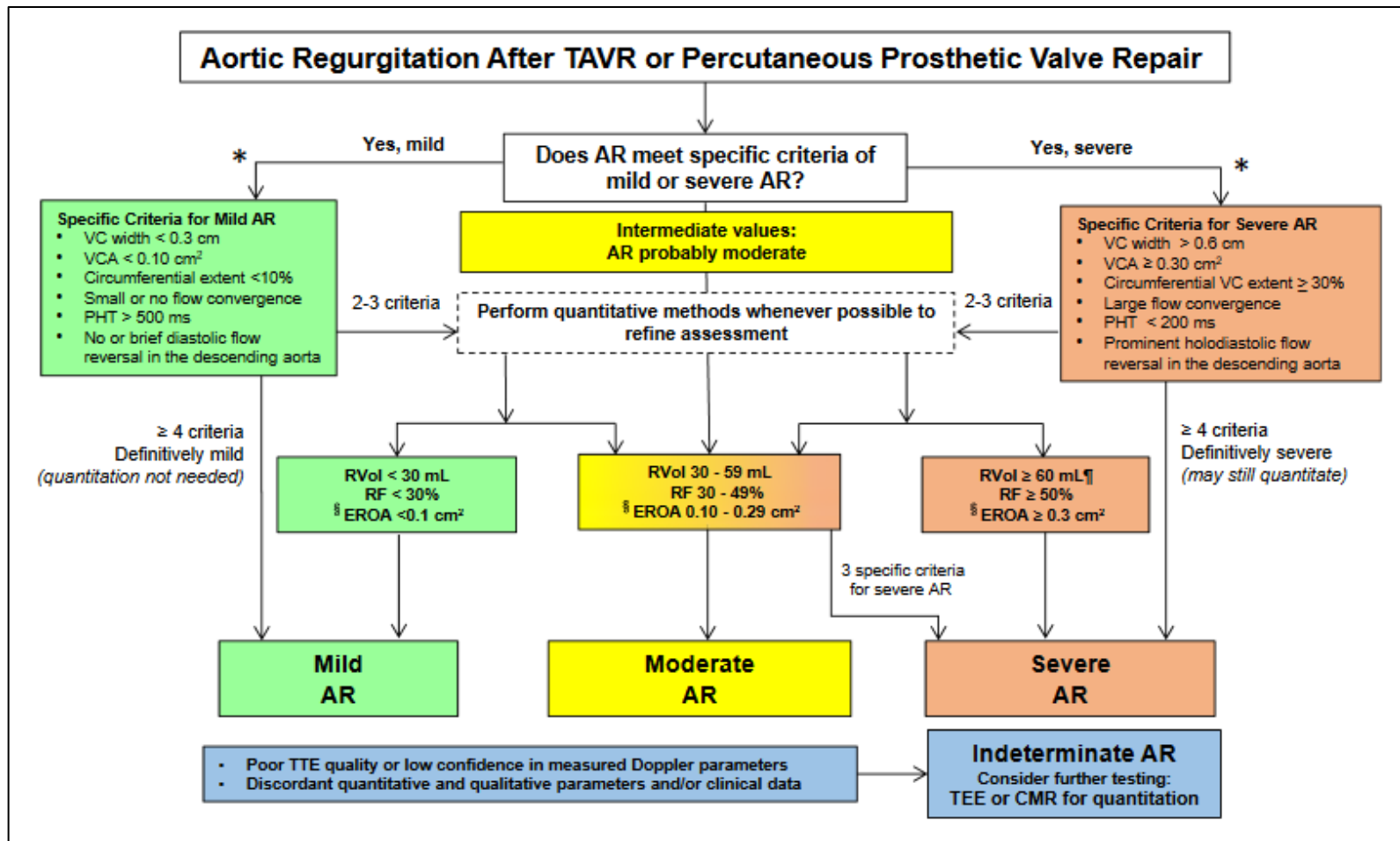
„Phase-contrast“ zobrazení

Přímé měření dopředného SV a RVol a RF

Alternativně nepřímé měření Rvol a RF

TTE může podhodnocovat AR oproti MRI

# Algoritmus hodnocení AR po TAVI



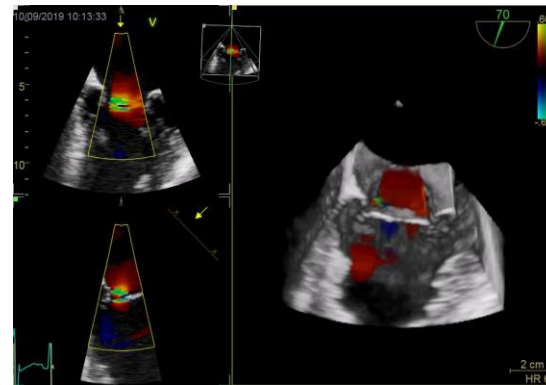
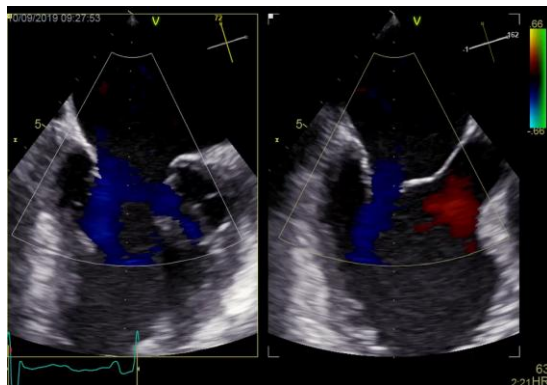
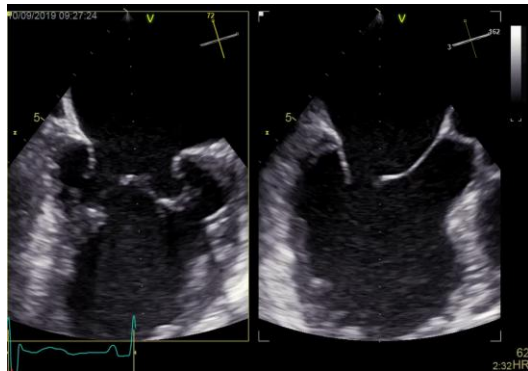
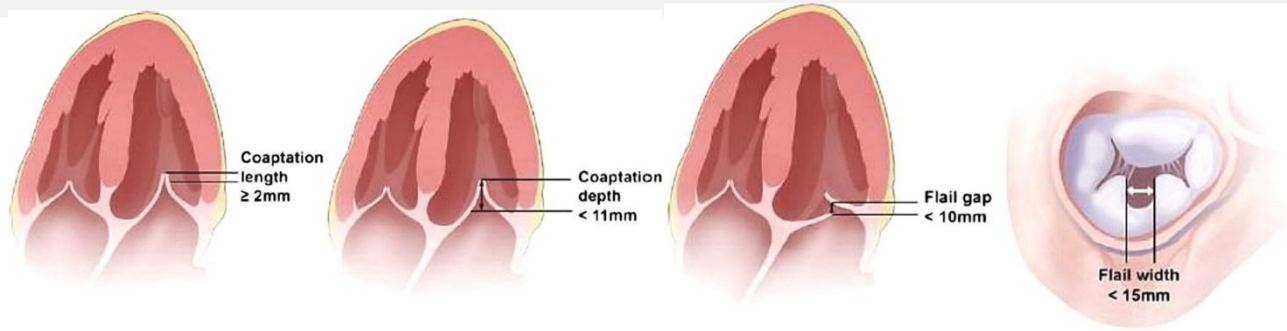
# Stanovení paravalvulární regurgitace po TAVI - klíčové body

- PVR je komplikace po TAVI , recentní studie u TAVI s novým designem popisují incidenci 0-2%
- Zobrazovací metody před implantací a periprocedurálně predikují a redukují incidenci PVR ( prediktory PVR jsou undersizing TAVI, významné kalcifikace chlopně a anulu a špatná pozice chlopně
- význam kombinovaných metod k hodnocení PVR periprocedurálně (TTE/TEE, hemodynamika, aortografie)
- CFM metoda první volby, ale limitace ( excentrické malé jety, nutné multiplanární zobrazení, pro excentricnost jetů nelze použít konvenční poměr šířka jetu/LVOT při kvantifikaci
- Nutné komplexní hodnocení významnosti vady
- V případě nejasností významnosti AR lze užít MRI

# Intervenční výkony na mitrální chlopni



# Preprocedurální vyšetření před implantací MitraClipu



# Hemodynamika a TEE při stanovení reziduální MR při implantaci MitraClipu

## Invazivní - hemodynamika

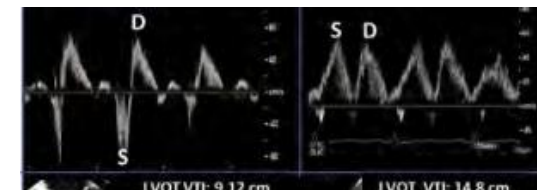
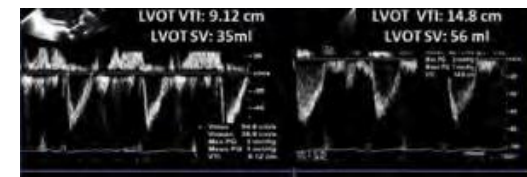
- pokles vlny V, pokles tlaku v LS a plicnici

## Obecné echo parametry a spektrální dopplerovská echokardiografie

- spontánní echo kontrast v LS – signifikantní redukce MR
- pokles EF LK po MV intervenci – signifikantní redukce MR při absenci jiných příčin (ischemie,PMC ) a současně zlepšený SV
- plicní žíly- syst. reverzní proud > 1 PŽ = významná MR
- CW doppler- kontury a denzita toku, V max
- PW doppler - E,A vlna , snížení VTI

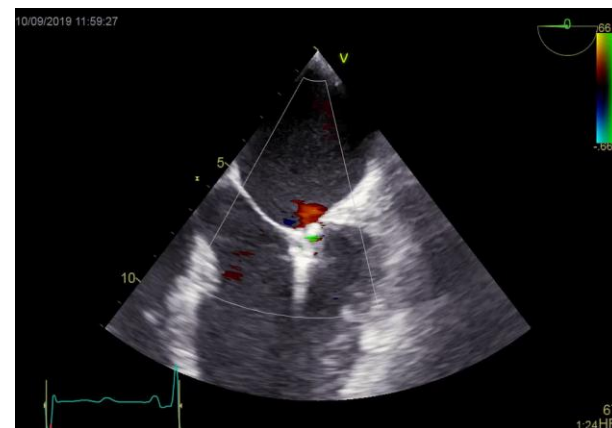
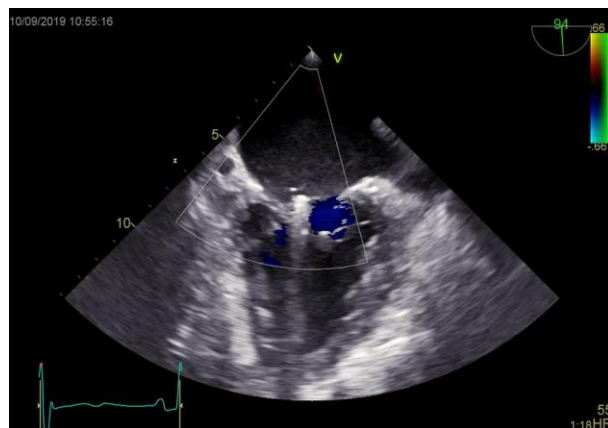
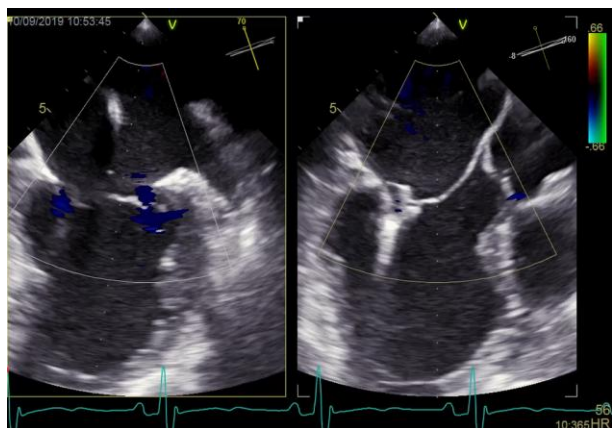
## Kvantitativní parametry

- ERO - PISA - není obecně doporučováno
- RV – obtížné zhodnocení, není obecně doporučováno





# Periprocedurální vyšetření při implantaci MitraClipu



# TEE při stanovení reziduální MR při implantaci MitraClipu - CFM

## barevný jet

- velikost, počet, lokalizace excentricita)
- úplné systematické skenování

## zóna konvergence

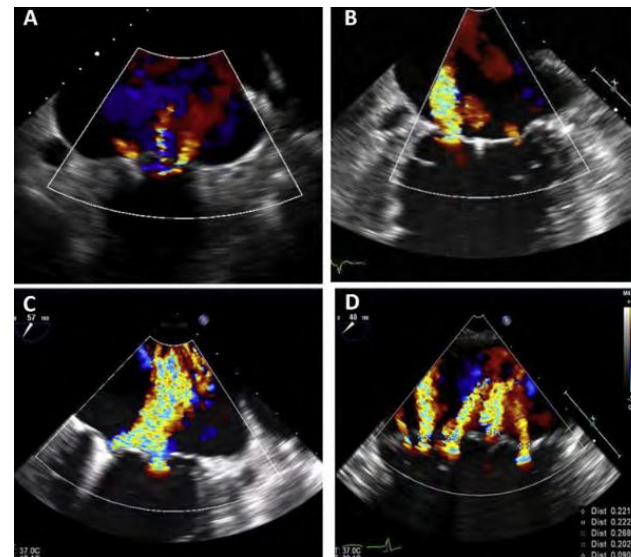
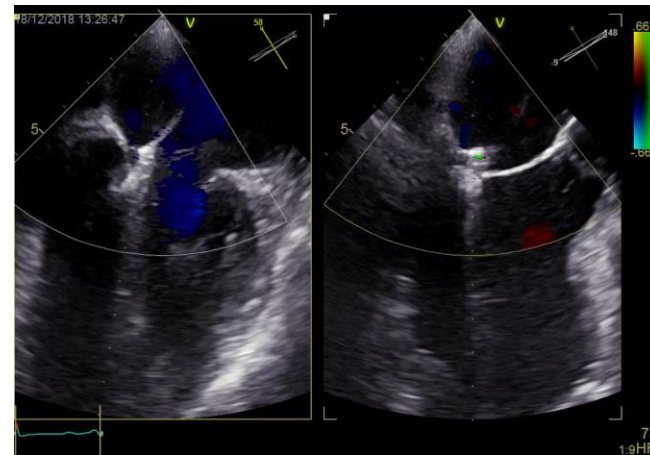
- velká – významná reziduální MR
- malá nebo žádná – malá reziduální MR
- obtížné stanovení u více jetů nebo velmi excentrických jetů ( může být maskován clipem)

## vena contracta

- ≥ 7 mm – významná MR ,
- obtížné u více nebo velmi excentrických jetů

## vena contracta plocha (3D)

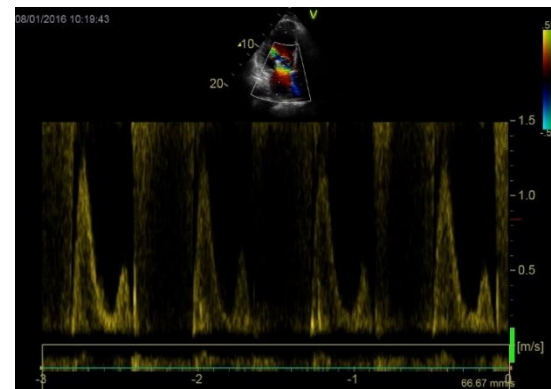
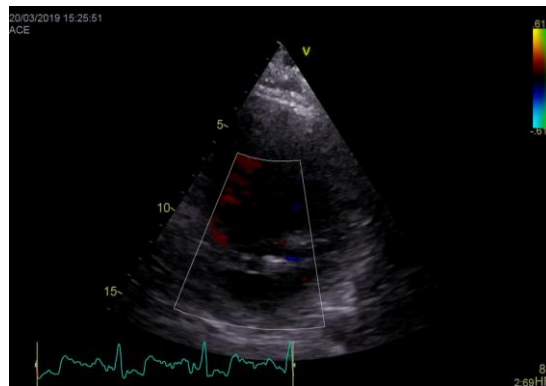
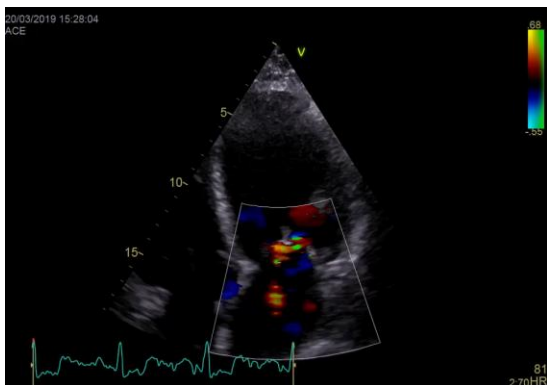
- lepší delineace u excentrických jetů ,
- sečtení VCA u mnohočetných jetů



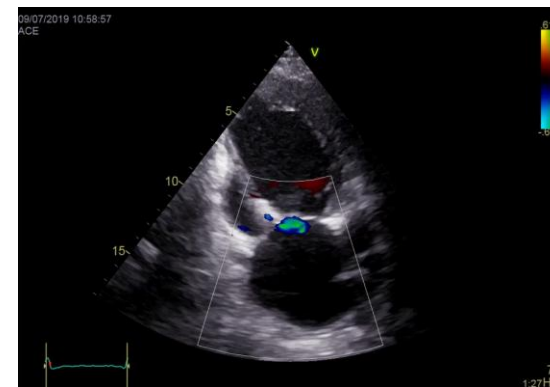
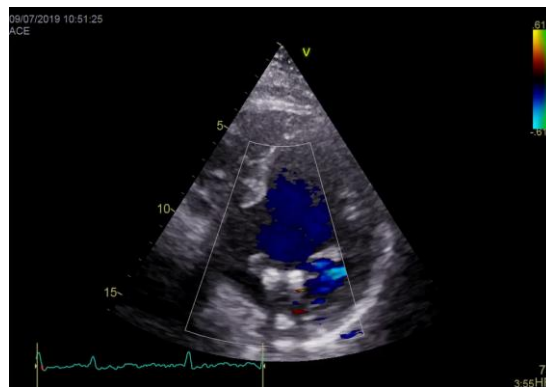
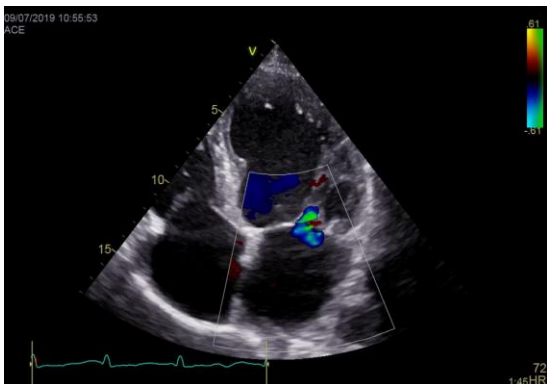
<b>Kvalitativní</b>	<b>Mírná MR</b>	<b>Střední MR</b>	<b>Významná MR</b>
Barevný doppler jet	1-2 úzké	...	velký/mnohočetné
Konvergenční zóna	žádná-malá	střední	velká
Průtok na Mi chlopni	A dominantní	nespecifická kriteria	nespecifické
Plicní žíly	normální	oploštělý systol. tok	reverzní systol. tok
CW doppler MR jetu	slabý, parabolický	bez spec. kriterií	denzní, triangulární
<b>Semikvantitativní parametry</b>			
Vena contracta ( cm)	1 jet ≤ 0,3	1 jet 0,4-0,6	1 jet ≥ 0,7 nebo 2 střední jety
<b>Kvantitativní parametry</b>			
Vena contracta area 3D (cm <sup>2</sup> )	1 jet ≤ 0,2	1 jet 0,2-0,39	1 jet ≥ 0,4 nebo 2 střední jety
Regurgitační objem ( ml)	< 30	30-59	≥ 60 ( či nižší při LF stavu)
Regurgitační frakce	< 30	30-49	≥ 50
EROA ( cm <sup>2</sup> )	< 0.2	0.20-0.39	≥ 0.40

# Zhodnocení MR po výkonu

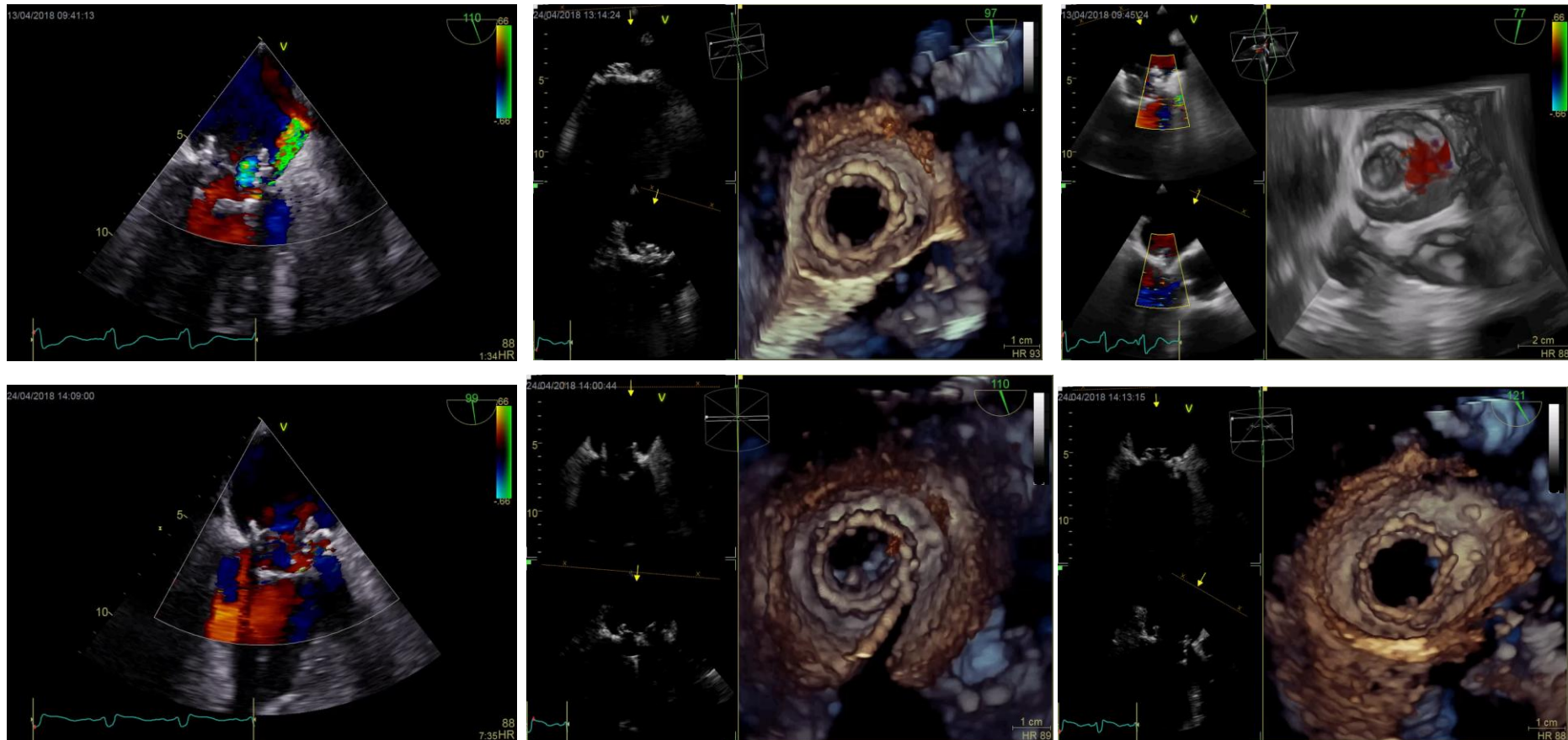
## Významná reziduální MR



## Nevýznamná reziduální MR



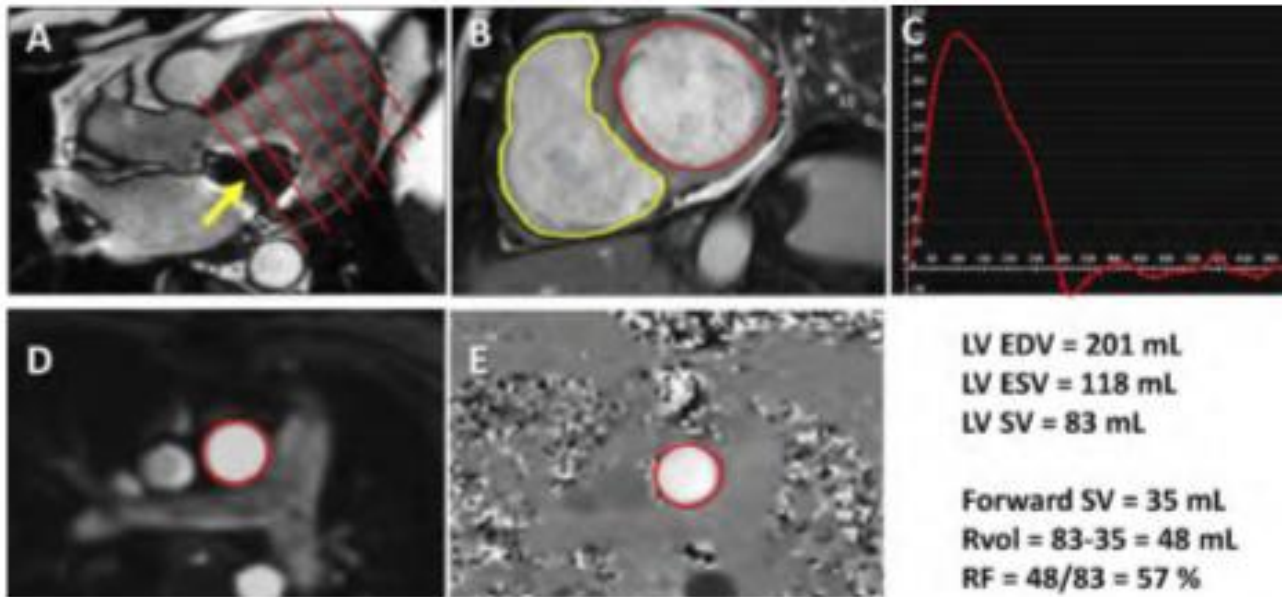
# TEE při stanovení reziduální MR na katetrizační náhradě mitrální chlopně



Parameter	Mild	Moderate	Severe
<b>Structural</b>			
Morphology	Device appropriately positioned/expected or normal valve motion	No specific criteria	Abnormal device position/flail valve (single leaflet detachment, dehiscence, incomplete TMVR expansion etc.)
LA and LV volumes	Reduction in size from baseline or normalization	Minimal change	Enlarged with no change/worsening from baseline, particularly in primary MR
<b>Qualitative</b>			
Color Doppler jet (size, number, eccentricity)	One or two small, narrow jets	More than mild but does not meet severe criteria	Large central jet/multiple jets/eccentric jet(s) of any size wrapping around LA
Flow convergence size <sup>†</sup>	None or small	Intermediate	Large
Mitral inflow pattern	A-wave dominant	No specific criteria	No specific criteria
Pulmonary vein flow pattern <sup>‡</sup>	Normal	Blunted systolic flow	Systolic flow reversal
CW Doppler of MR jet (density, contour)	Faint, parabolic contour	No specific criteria	Dense, triangular contour
<b>Semi-quantitative</b>			
Vena contracta width (cm)	Single jet with VCW $\leq 0.3$	Single jet with VCW 0.4-0.6	Any jet with VCW $\geq 0.7$ or $\geq 2$ moderate jets
<b>Quantitative</b>			
Vena contracta area by 3D planimetry (cm <sup>2</sup> ) <sup>§</sup>	Single jet with VCA $< 0.2$	Single jet with VCA 0.2-0.39	Any jet with VCA $\geq 0.4$ or $\geq 2$ moderate jets
EROA by PISA (cm <sup>2</sup> )	$< 0.2$ Not recommended after edge-to-edge repair or in PVR	0.2-0.39 Not recommended after edge-to-edge repair or in PVR	$\geq 0.4$ Not recommended after edge-to-edge repair or in PVR
Regurgitant volume (mL)	$< 30$	30-59 <sup>  </sup>	$\geq 60$ <sup>  </sup> (May be lower in low flow states)
Regurgitant fraction (%)	$< 30\%$	30-49	$\geq 50\%$



# Hodnocení MRI

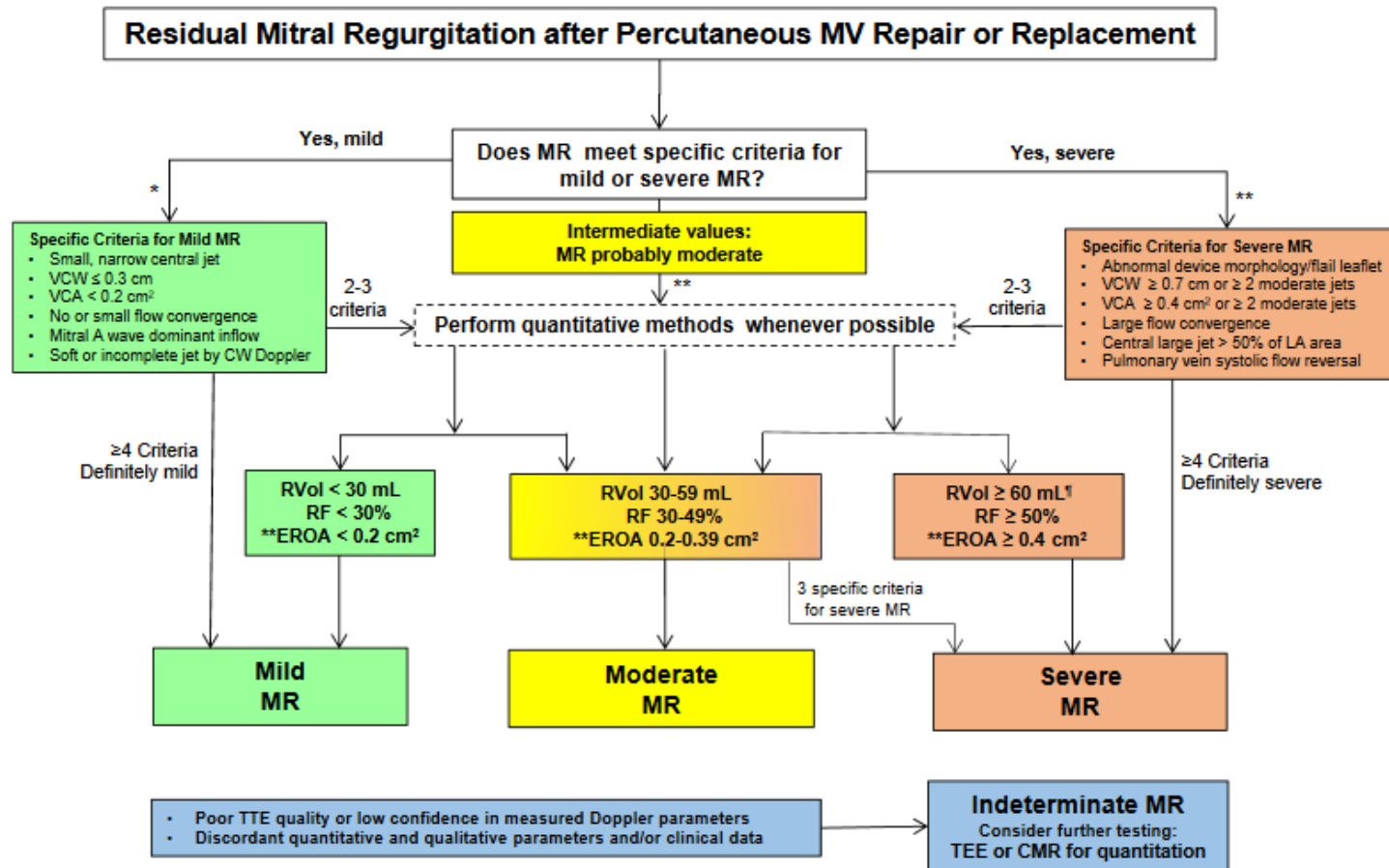


Nejsou dostupná data

Použití metody jako u hodnocení u nativní chlopně a nebo chirurgických protéz



# Algoritmus hodnocení reziduální MR po intervenci

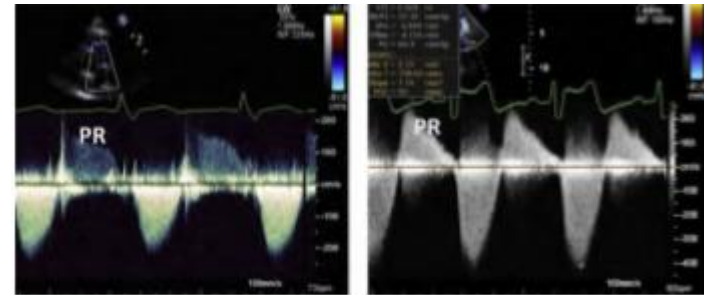
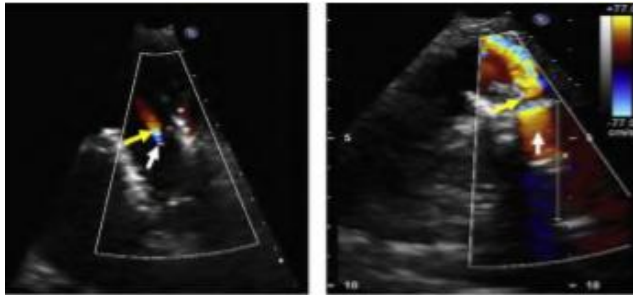


# Stanovení reziduální regurgitace po intervenci na Mi chlopni - klíčové body

- Význam vyšetření před výkonem, periprocedurálně i postprocedurálně
- Základní metodou je CFM
- K stanovení reziduální MR je nutné použít komplexní parametry, nicméně PISA metoda není doporučována
- Význam srovnání postprocedurálních a preprocedurálních parametrů k posouzení změn významnosti MR a remodelace LK
- Při nejasnostech použít TEE vyšetření či MRI
- Artefakty v souvislosti s implantovaným MitraClipem či protézou mohou zhoršovat hodnocení regurgitačního objemu

# Intervenční výkony na plicnici a trikuspidální chlopni

# Echokardiografické hodnocení reziduální regurgitace na plicnici



Parametr	Mírná	Střední	Významná
Šíře jetu v poměru k plicnímu anulu/ konduitu	< 20 %	20-40 %	≥ 40 %
Diastol. reverzní tok v plicnici/ conduitu (PWD)	Proximál. ½ main PA/ conduitu	Distal. main PA/conduit	extenduje do větví
Densita regurgitačního jetu	slabá	densní, možná časná terminace diastol. toku v závislosti na compliance PK	densní, možná časná terminace diastol. toku
PHT (CW)			< 100
Regurgitační frakce	< 20 %	20-40 %	≥ 40 %

# Zhodnocení reziduální regurgitace na plicnici po implantaci chlopně

- PR relativně častá u pacientů po léčbě pacientů s kongenitální vadou
- Zkušenosti s kvantifikací reziduální regurgitace po TPVR jsou malé
- Hodnocení podobně jako u nativních PR kombinací dopplerovské a 2D echokardiografie
- Šířka jetu, extenze diastol. reverzního toku, denzita regurgitačního jetu v CW
- CT – zhodnocení pozice chlopně
- MRI – kvantifikace RV objemu a regurgitační frakce, i přes artefakty z protézy

# Perkutánní intervence na trikuspidální chlopni

- MitraClip v trikuspidální pozici ( v USA není schválená, 64 provedených intervencí v Evropě)
- Implantace anuloplastického prstence katetrizačně ve vývoji

Parametr	Mírná	Střední	Významná
Plocha jetu	malá, úzká, centrální	střední, centrální	velká, centrální nebo excnetrická
Konveregnčí zona	žádná/malá	střední	velká
Densita regurgitačního jetu	Slabá,parabolický	densní, parabolický, triangulární	densní, triangulární
VC šířka ( cm)	< 0,3	0,3-0,69	≥ 0,7 nebo 2 střední
PISA ( cm)	< 0,5	0,6-0,9	≥ 0,9
Jaterní žíly	systolická dominance	Ssížení systol.vlny	reverzní systol.tok
EROA ( cm <sup>2</sup> )	<,20	0,20-0,39	≥0,39
Rvol ( ml )	<30	30-44	≥45

# Stanovení reziduální regurgitace po intervenci na trikuspidální chlopni - klíčové body

- TR nejčastěji sekundární
- Perkutánní intervence jsou ve vývoji
- Klíčové ve stanovení reziduální TR je CFM
- Lze použít PISA metodu s omezením u clipu
- Po zákroku je častá středně významná TR i přes zlepšený klinický stav
- V případě MRI lze použít nepřímé metody, nutná ale další validace ( pro artefaktu clipů při výpočtu regurgitačních objem)



Děkuji za pozornost