

# POKROČILÁ POINT-OF-CARE ULTRASONOGRAFIE U PACIENTA V ŠOKU

*Roman Škulec*

*Klinika anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem,  
Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem*

*Zdravotnická záchranná služba Středočeského kraje, Kladno*

*Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, UK v Praze, LFHK, FN Hradec Králové*

*Fakulta zdravotnických studií, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem*

# KLINICKÁ DG ŠOKU

- akutní oběhové selhání s neadekvátní distribucí a perfuzí ve vztahu k metabolickým požadavkům tkání vedoucí ke generalizované buněčné hypoxii

**HYPOTENZE, (TACHYKARDIE)**



**ne**

**periferní hypoperfuze**

**ano**

- mozek: mentální alterace
- kůže: mramorování
- ledviny: oligurie

**chronická  
hypotenze,  
kolaps**

**ŠOK**

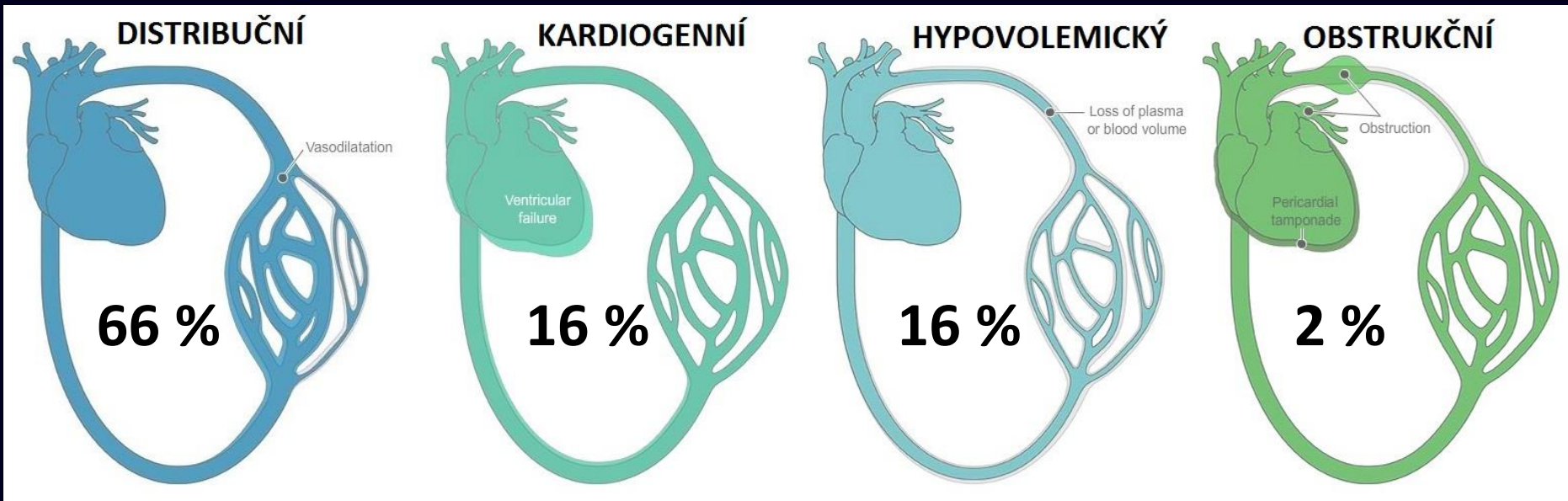
# ***POCUS U ŠOKU***

- potvrzení šoku
- diagnostika hemodynamického typu šoku
- diagnostika hemodynamické závažnosti šoku
- diagnostika příčiny šoku
- navigace při invazivním zajištění a invazivní terapii
- monitorování efektu iniciální terapie

# ***POCUS U ŠOKU***

- **potvrzení šoku**
- **diagnostika hemodynamického typu šoku**
- **diagnostika hemodynamické závažnosti šoku**
- **diagnostika příčiny šoku**
- **navigace při invazivním zajištění a invazivní terapii**
- **monitorování efektu iniciální terapie**

# DG TYPU ŠOKU



**hypotenze, tachykardie**

■ horečka, infekce

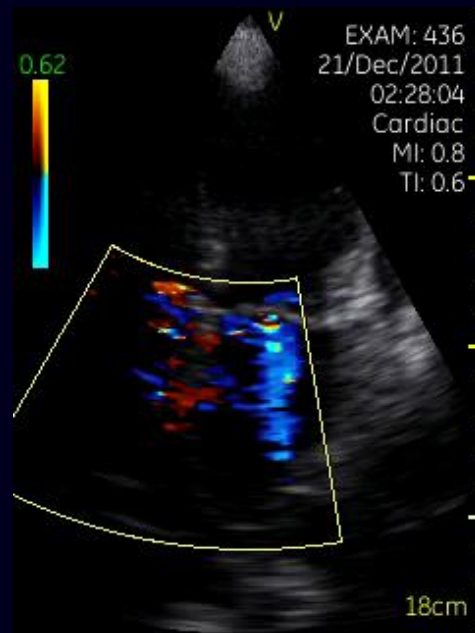
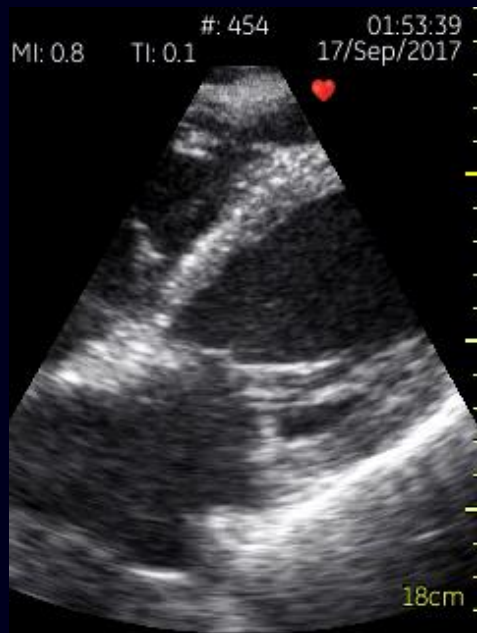
■ kardiol. symptomy

■ krvácení, dehydr.

■ náplň KŽ, PNO

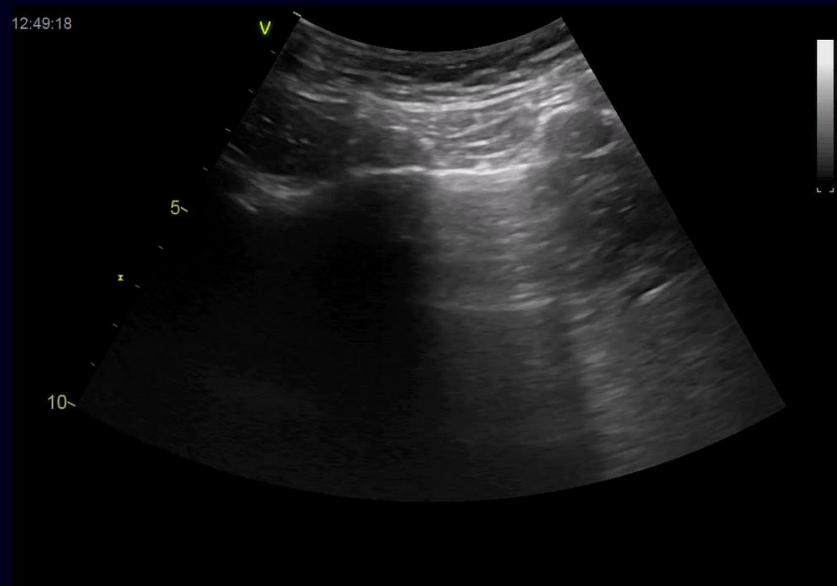
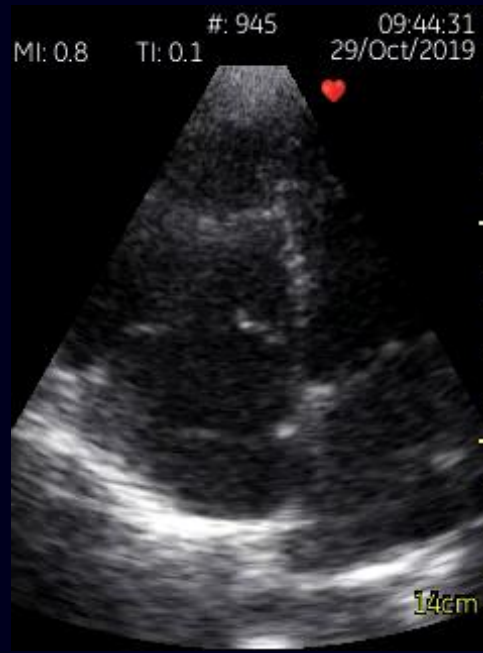
■ shoda klinické diagnózy s definitivní 50 % (95% CI 40–60%)

# KARDIOGENNÍ ŠOK

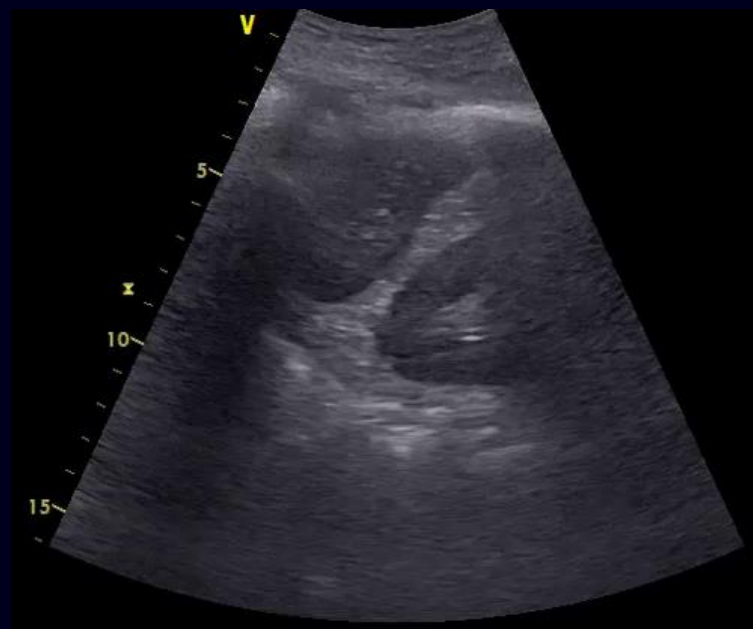
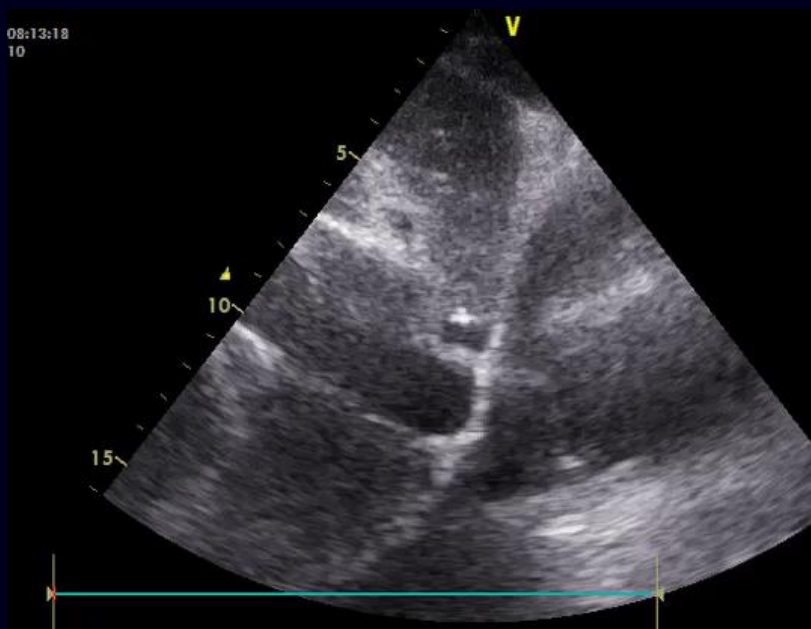
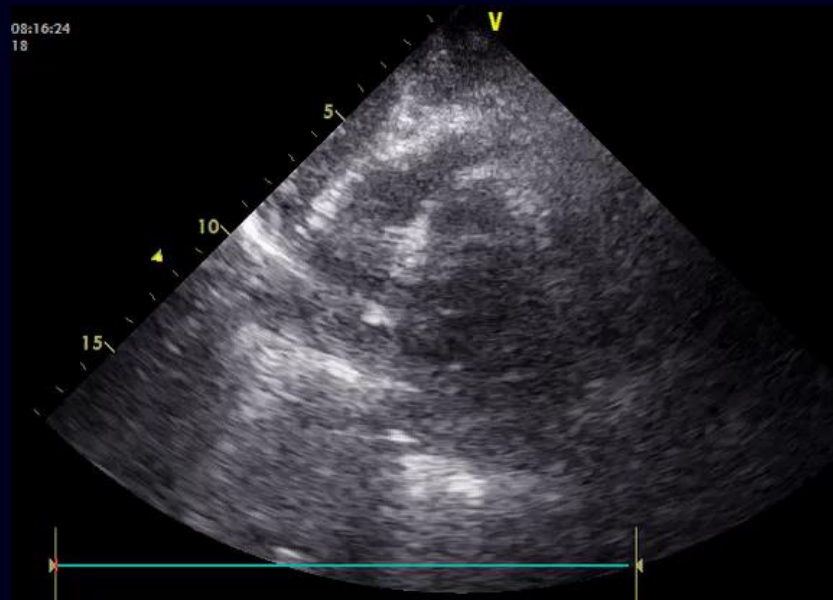
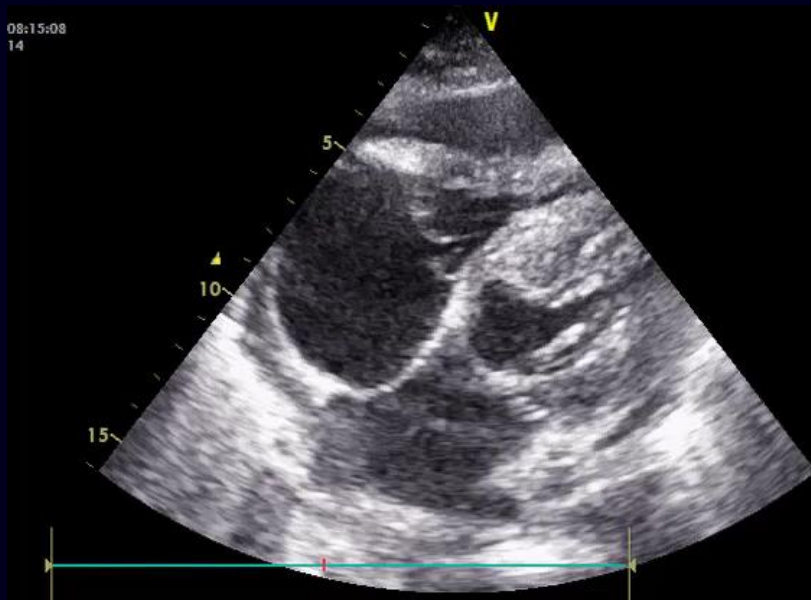




# OBSTRUKČNÍ ŠOK – PLICNÍ EMBOLIE

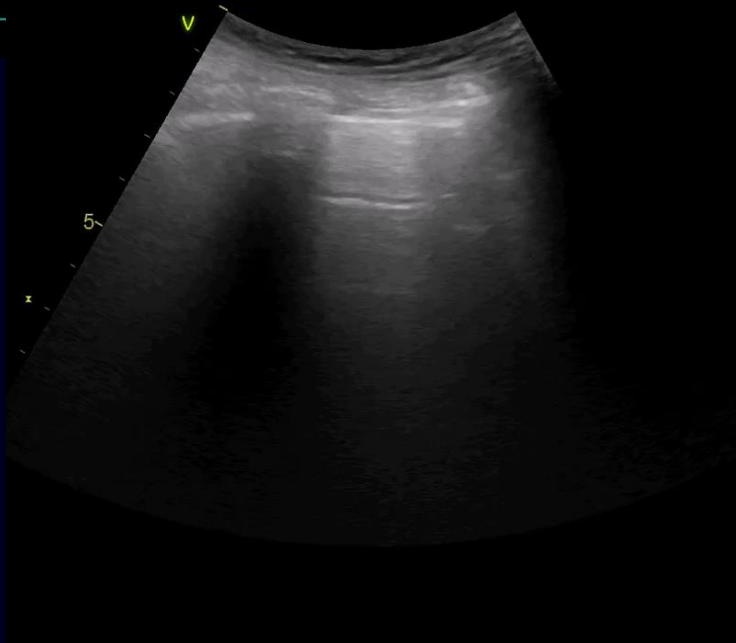
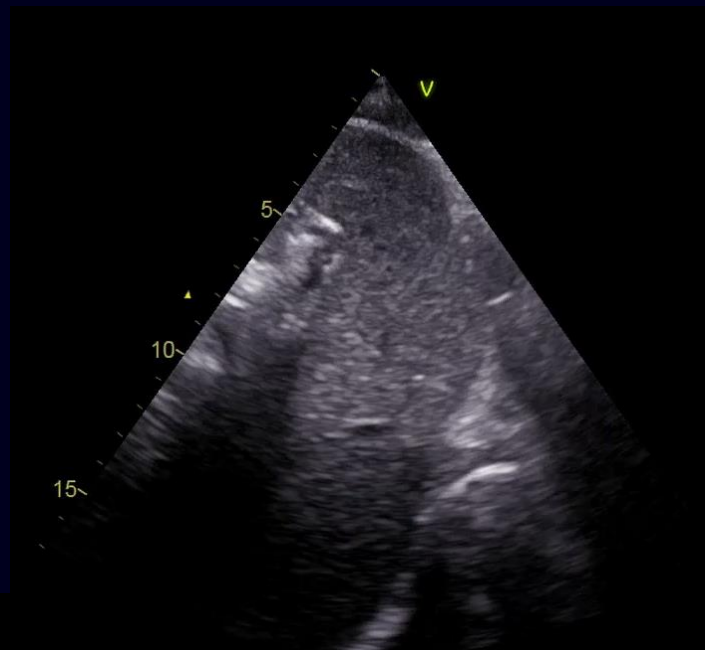
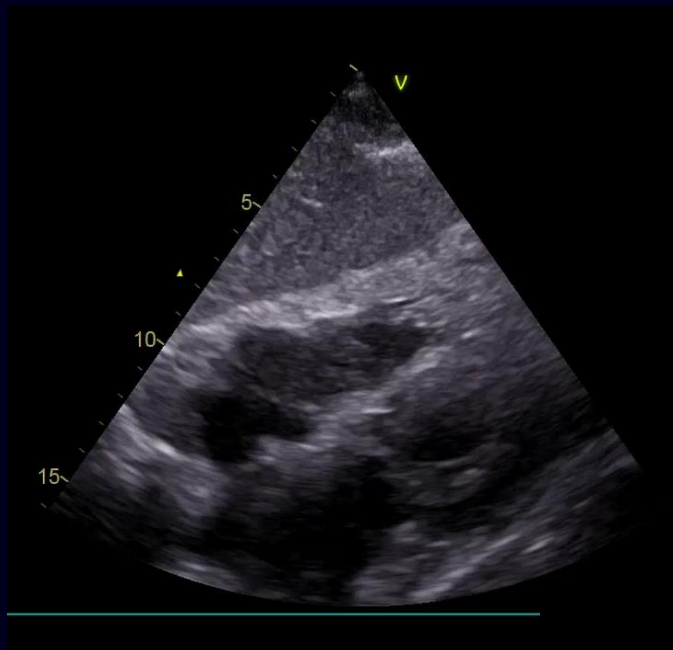


# OBSTRUKČNÍ ŠOK – SRDEČNÍ TAMPONÁDA



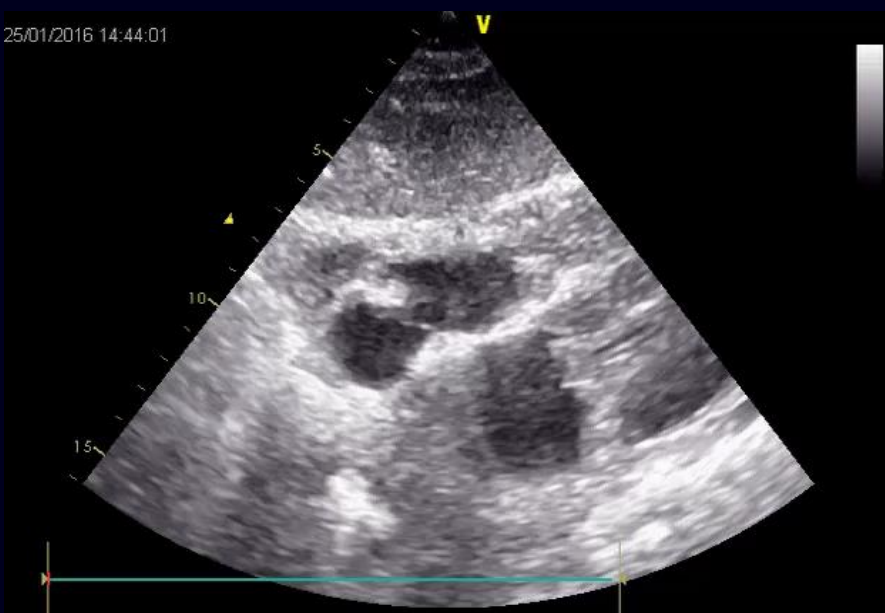


# ***HYPOVOLEMICKÝ ŠOK***

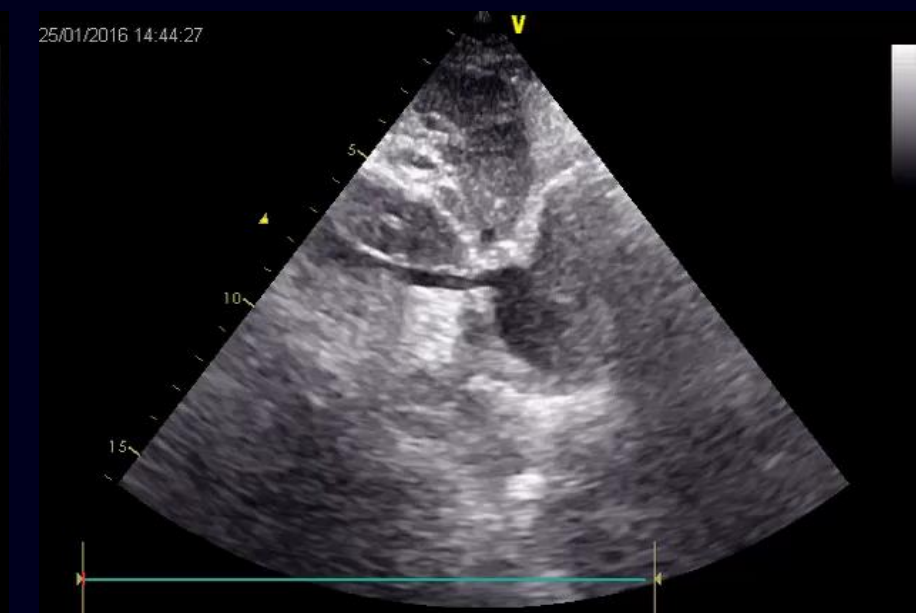


# DISTRIBUČNÍ – SEPTICKÝ ŠOK

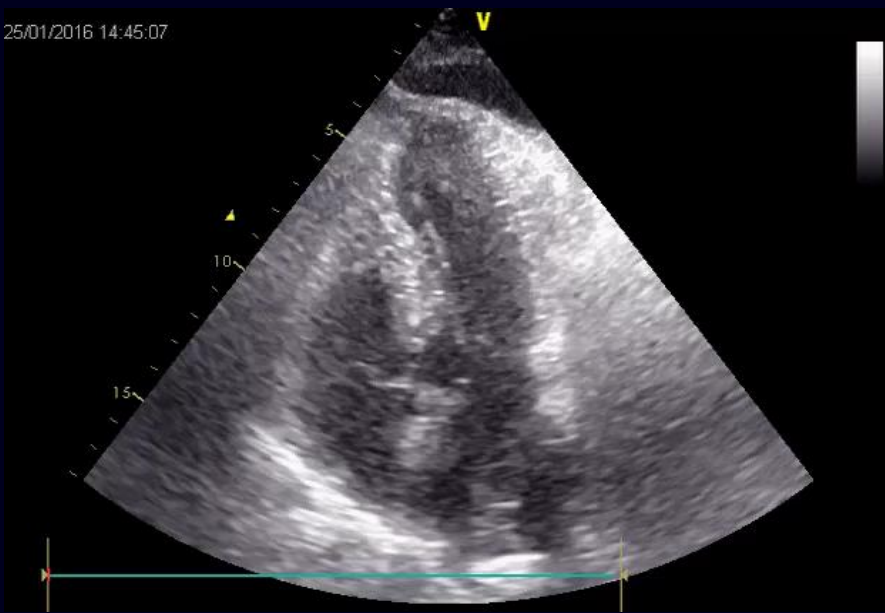
25/01/2016 14:44:01



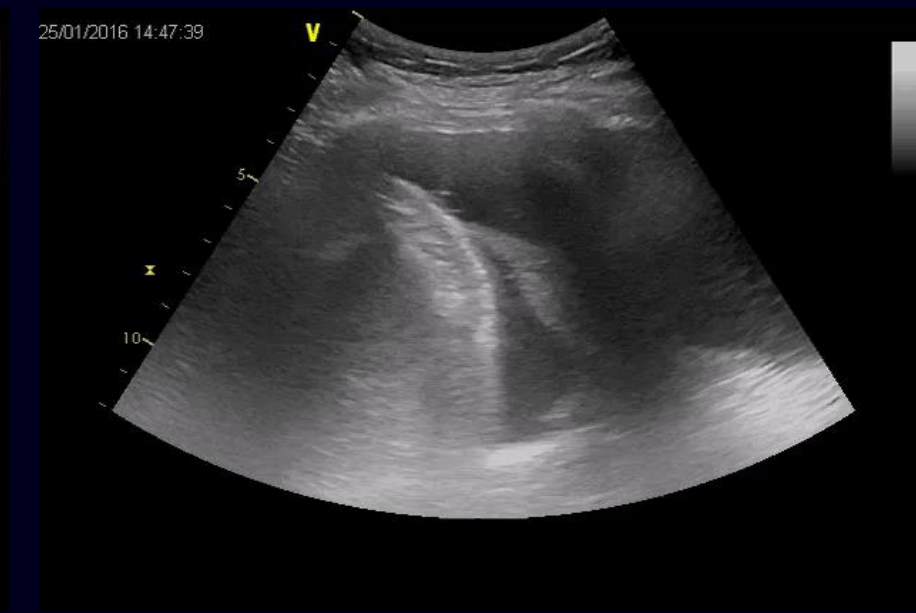
25/01/2016 14:44:27



25/01/2016 14:45:07



25/01/2016 14:47:39



# ***POCUS U ŠOKU***

- potvrzení šoku
- diagnostika hemodynamického typu šoku
- diagnostika hemodynamické závažnosti šoku
- diagnostika příčiny šoku
- navigace při invazivním zajištění a invazivní terapii
- monitorování efektu iniciální terapie

# ***HEMODYNAMICKÉ UPŘESNĚNÍ***

- kvantifikace
- vychází z hemodynamického typu
- vliv na funkci dalších orgánů a na způsob terapie

# **ZÁŠADNÍ OTÁZKY**

- **jaká je systolická funkce levé komory?**
- **jaká je diastolická funkce levé komory?**
- **je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?**
- **jaký je srdeční výdej?**
- **jaká je systolická funkce pravé komory?**
- **je přítomna plicní hypertenze?**
- **jaká je fluid responsiveness?**

# ZÁŠADNÍ OTÁZKY

- jaká je systolická funkce levé komory?
- jaká je diastolická funkce levé komory?
- je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?
- jaký je srdeční výdej?
- jaká je systolická funkce pravé komory?
- je přítomna plicní hypertenze?
- jaká je fluid responsiveness?



# ZÁŠADNÍ OTÁZKY

- **jaká je systolická funkce levé komory?**
- jaká je diastolická funkce levé komory?
- je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?
- jaký je srdeční výdej?
- jaká je systolická funkce pravé komory?
- je přítomna plicní hypertenze?
- jaká je fluid responsiveness?

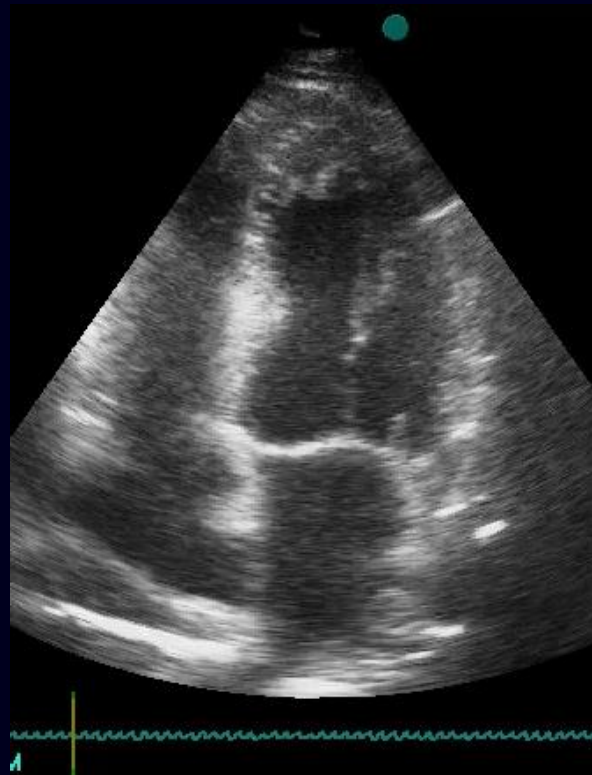
# ***SYSTOLICKÁ FUNKCE LK:***

- **má vliv na indikaci a volbu inotropní podpory**
- **má vliv na indikaci revaskularizace**
- **má vliv na indikaci mechanické oběhové podpory**
- **má vliv na indikaci betablokátorů**

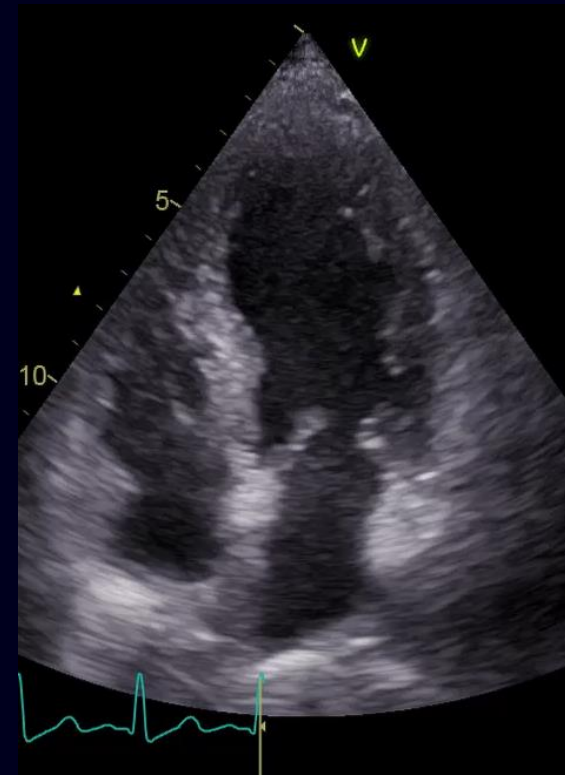
# ***JAKÁ JE SYSTOLICKÁ FUNKCE LK?***



**těžká systolická  
dysfunkce  
EF LK 11 %**

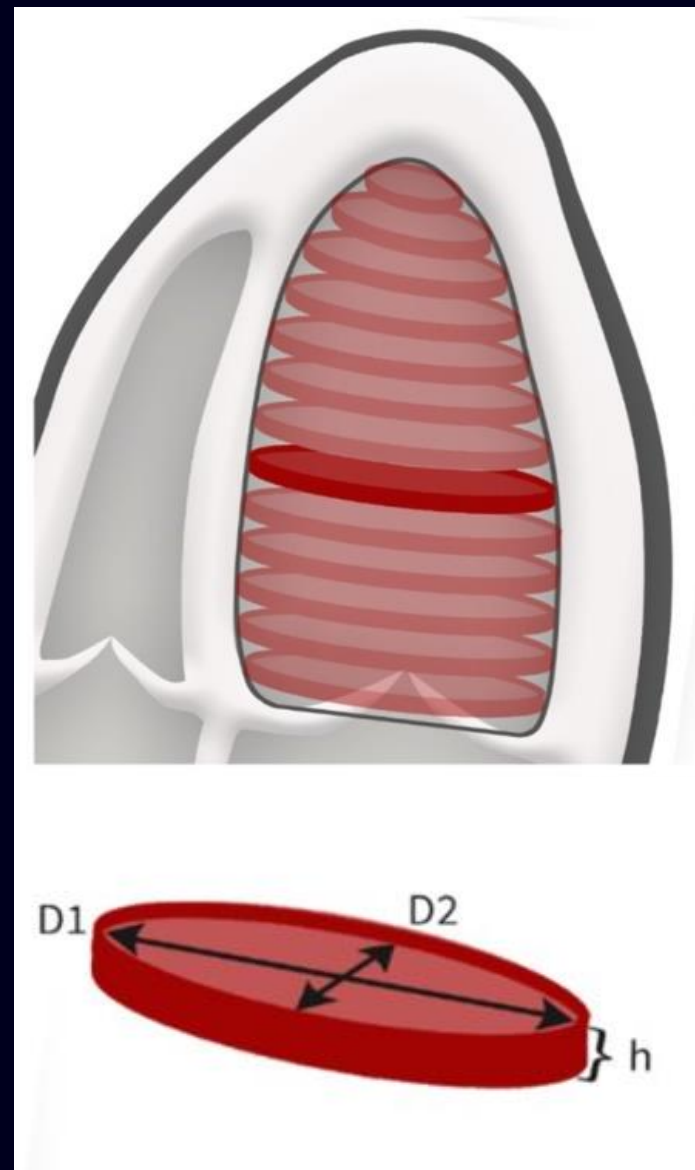


**normální systolická  
funkce  
EF LK 65 %**

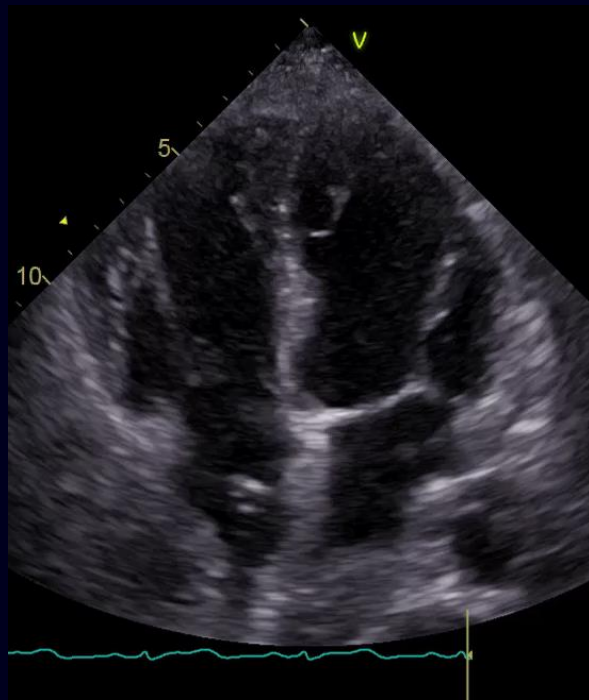


**hyperfunkce LK  
EF LK 85 %**

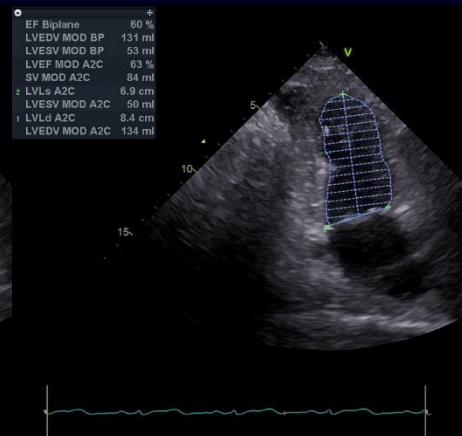
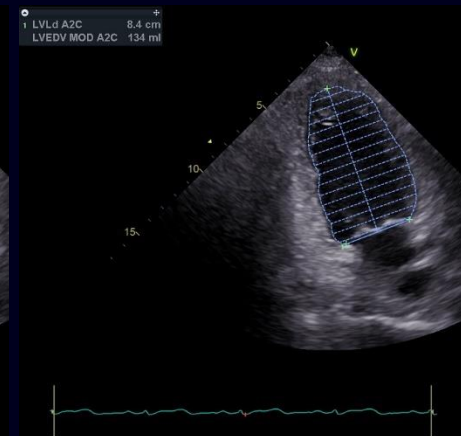
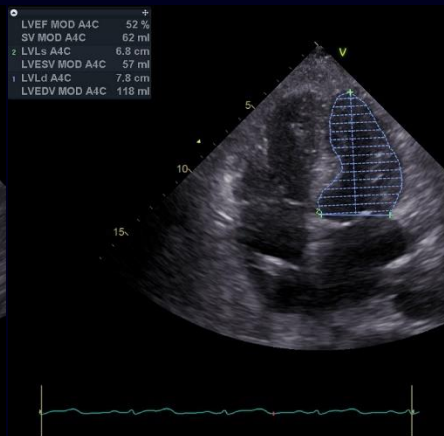
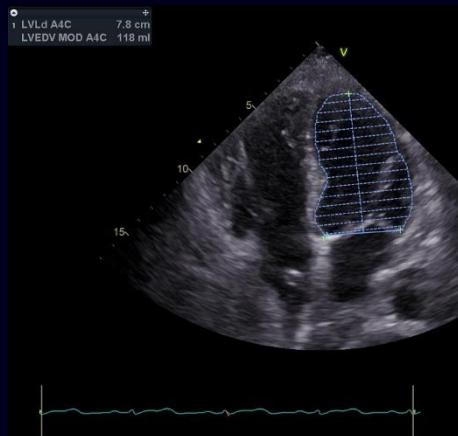
# EJEKČNÍ FRAKCE LK



# BIPLANE EF LK



EF LK  
60 %



# NORMÁLNÍ EF LK

**Table 2** Normal values for 2D echocardiographic parameters of LV size and function according to gender

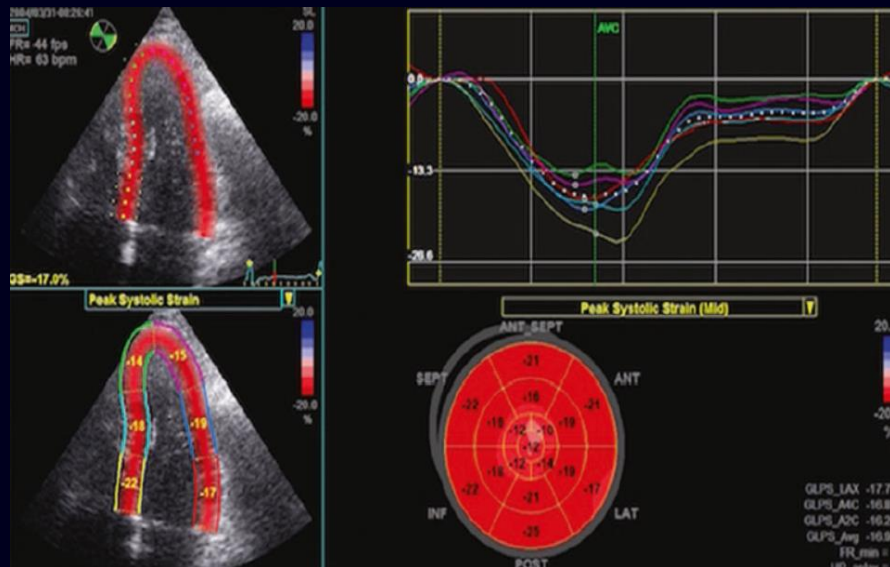
Parameter	Male		Female	
	Mean $\pm$ SD	2-SD range	Mean $\pm$ SD	2-SD range
LV internal dimension				
Diastolic dimension (mm)	50.2 $\pm$ 4.1	42.0–58.4	45.0 $\pm$ 3.6	37.8–52.2
Systolic dimension (mm)	32.4 $\pm$ 3.7	25.0–39.8	28.2 $\pm$ 3.3	21.6–34.8
LV volumes (biplane)				
LV EDV (mL)	106 $\pm$ 22	62–150	76 $\pm$ 15	46–106
LV ESV (mL)	41 $\pm$ 10	21–61	28 $\pm$ 7	14–42
LV volumes normalized by BSA				
LV EDV (mL/m <sup>2</sup> )	54 $\pm$ 10	34–74	45 $\pm$ 8	29–61
LV ESV (mL/m <sup>2</sup> )	21 $\pm$ 5	11–31	16 $\pm$ 4	8–24
LV EF (biplane)	62 $\pm$ 5	52–72	64 $\pm$ 5	54–74

BSA, body surface area; EDV, end-diastolic volume; EF, ejection fraction; ESV, end-systolic volume; LV, left ventricular; SD, standard deviation.



# DALŠÍ METODY

- frakční zkrácení
- Tei index
- MAPSE
- strain rate, speckle tracking imaging



# ZÁŠADNÍ OTÁZKY

- jaká je systolická funkce levé komory?
- jaká je diastolická funkce levé komory?
- je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?
- jaký je srdeční výdej?
- jaká je systolická funkce pravé komory?
- je přítomna plicní hypertenze?
- jaká je fluid responsiveness?

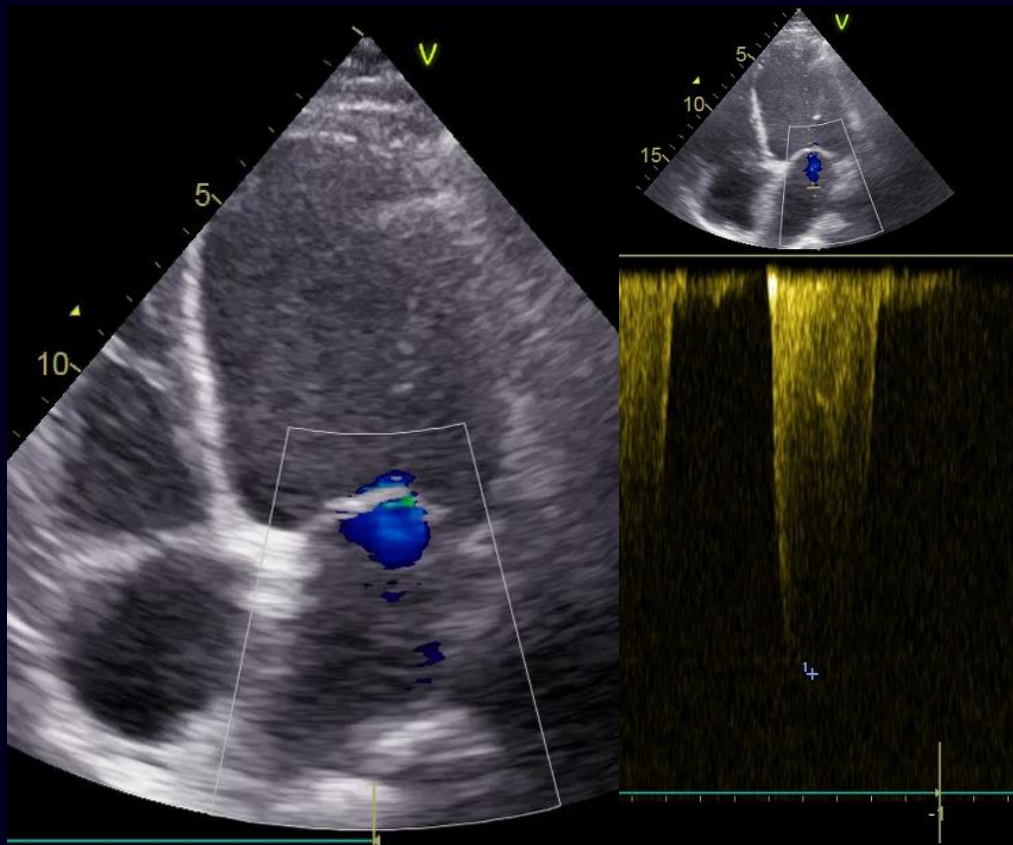
# ***PŘÍTOMNOST VADY:***

- **má vliv na indikaci a vedení vazopresorická a inotropní podpory**
- **má vliv na indikaci akutního řešení vady**

# ZÁVAŽNÁ AO NEBO MI VADA?

■ **mitrální regurgitace**

■ **aortální stenóza**



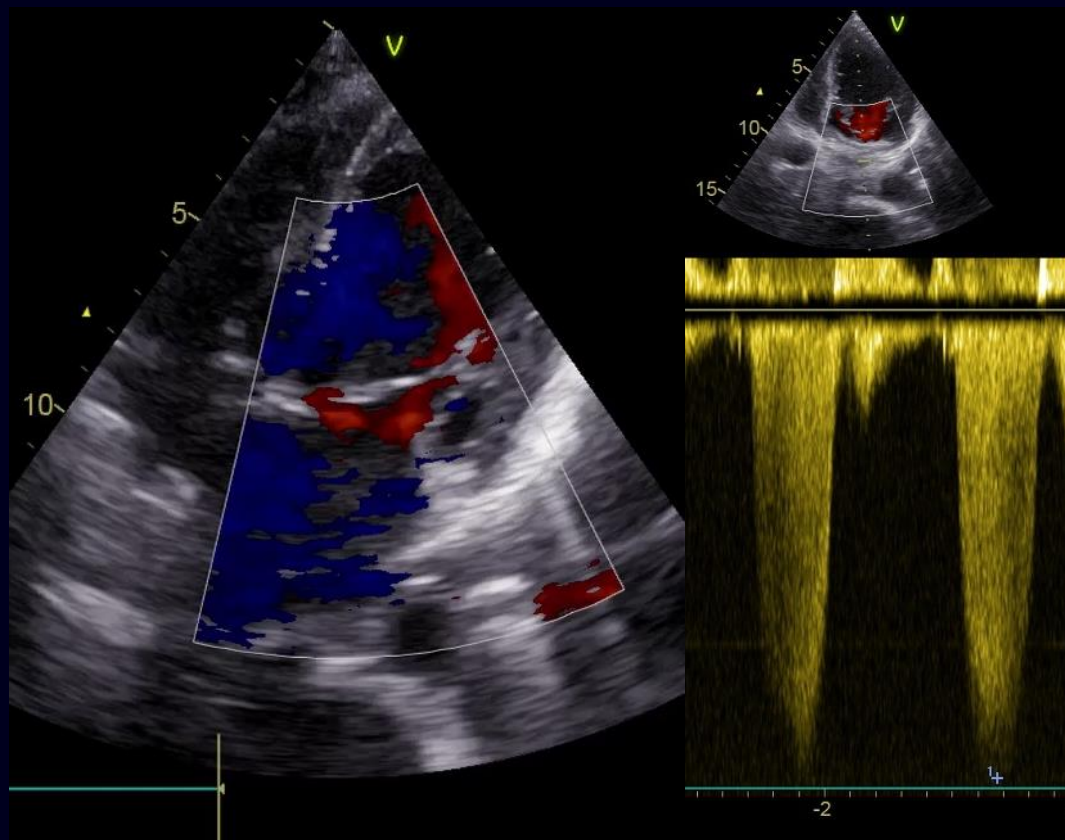
Mitrální regurgitace		
<b>Kvalitativní</b>		
Morfologie chlopně	Ruptura šlašinky (flail leaflet) / ruptura papilárního svalu / velká porucha koaptace	
Regurgitační jet při barevném dopplerovském mapování	Velký centrální jet nebo excentrický jet podél stěny síně dosahující až k zadní stěně LS, kde se otáčí	
Kontinuální dopplerovské vyšetření regurgitačního jetu	Denzní signál / trojúhelníkový tvar křivky	
Jiné	Velká zóna convergence <sup>a</sup>	
<b>Semikvantitativní</b>		
Šířka vena contracta (mm)	≥ 7 (> 8 při měření ze dvou rovin) <sup>b</sup>	
Reverzní žilní tok <sup>c</sup>	Systolický reverzní tok v plicních žilách	
Diastolický tok na chlopních	Vysoká vlna E ≥ 1,5 m/s <sup>d</sup>	
Ostatní	TVI transmitrálního průtoku/TVI aortálního průtoku > 1,4	
<b>Kvantitativní</b>	<b>Primární</b>	<b>Sekundární<sup>b</sup></b>
EROA (mm <sup>2</sup> )	≥ 40	≥ 20
Regurgitační objem (ml)	≥ 60	≥ 30
+ dilatace srdečních oddílů a cév	LK, LS	

■ **nevýznamná mitrální regurgitace**

# ZÁVAŽNÁ AO NEBO MI VADA?

■ mitrální regurgitace

■ aortální stenóza



Mitrální regurgitace		
<b>Kvalitativní</b>		
Morfologie chlopně	Ruptura šlašinky (flail leaflet) / ruptura papilárního svalu / velká porucha koaptace	
Regurgitační jet při barevném dopplerovském mapování	Velký centrální jet nebo excentrický jet podél stěny síně dosahující až k zadní stěně LS, kde se otáčí	
Kontinuální dopplerovské vyšetření regurgitačního jetu	Denzní signál / trojúhelníkový tvar křivky	
Jiné	Velká zóna convergence <sup>a</sup>	
<b>Semikvantitativní</b>		
Šířka vena contracta (mm)	≥ 7 (> 8 při měření ze dvou rovin) <sup>b</sup>	
Reverzní žilní tok <sup>c</sup>	Systolický reverzní tok v plicních žilách	
Diastolický tok na chlopních	Vysoká vlna E ≥ 1,5 m/s <sup>d</sup>	
Ostatní	TVI transmitrálního průtoku/TVI aortálního průtoku > 1,4	
<b>Kvantitativní</b>	<b>Primární</b>	<b>Sekundární<sup>b</sup></b>
EROA (mm <sup>2</sup> )	≥ 40	≥ 20
Regurgitační objem (ml)	≥ 60	≥ 30
+ dilatace srdečních oddílů a cév	LK, LS	

■ významná mitrální regurgitace

# ZÁŠADNÍ OTÁZKY?

- jaká je systolická funkce levé komory?
- jaká je diastolická funkce levé komory?
- je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?
- jaký je srdeční výdej?
- jaká je systolická funkce pravé komory?
- je přítomna plicní hypertenze?
- jaká je fluid responsiveness?



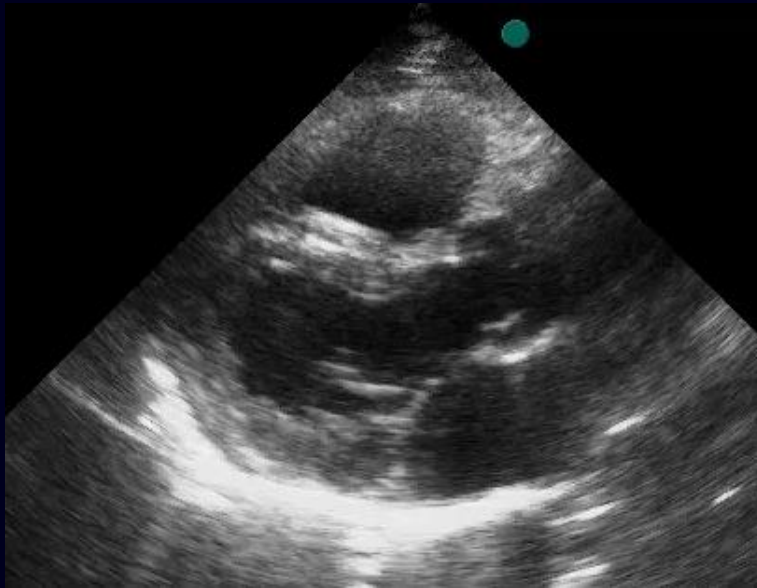
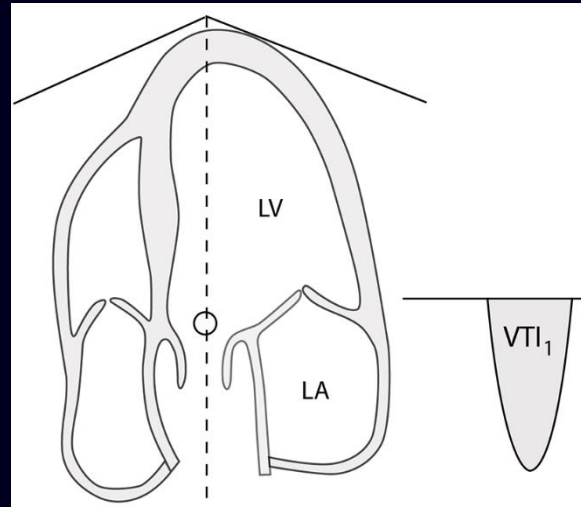
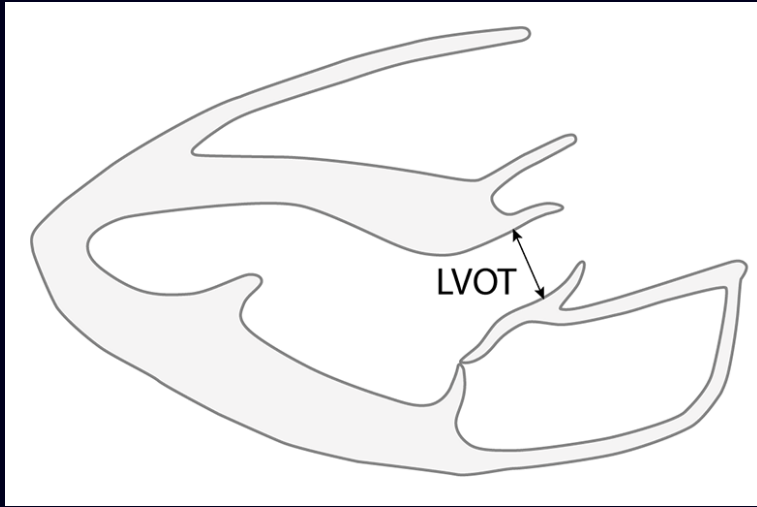
# ***ZNALOST SRDEČNÍHO VÝDEJE:***

- **má vliv na strategii léčby tekutinami**
- **má vliv indikaci inotropika**
- **přímo ukazuje efekt terapie šoku**

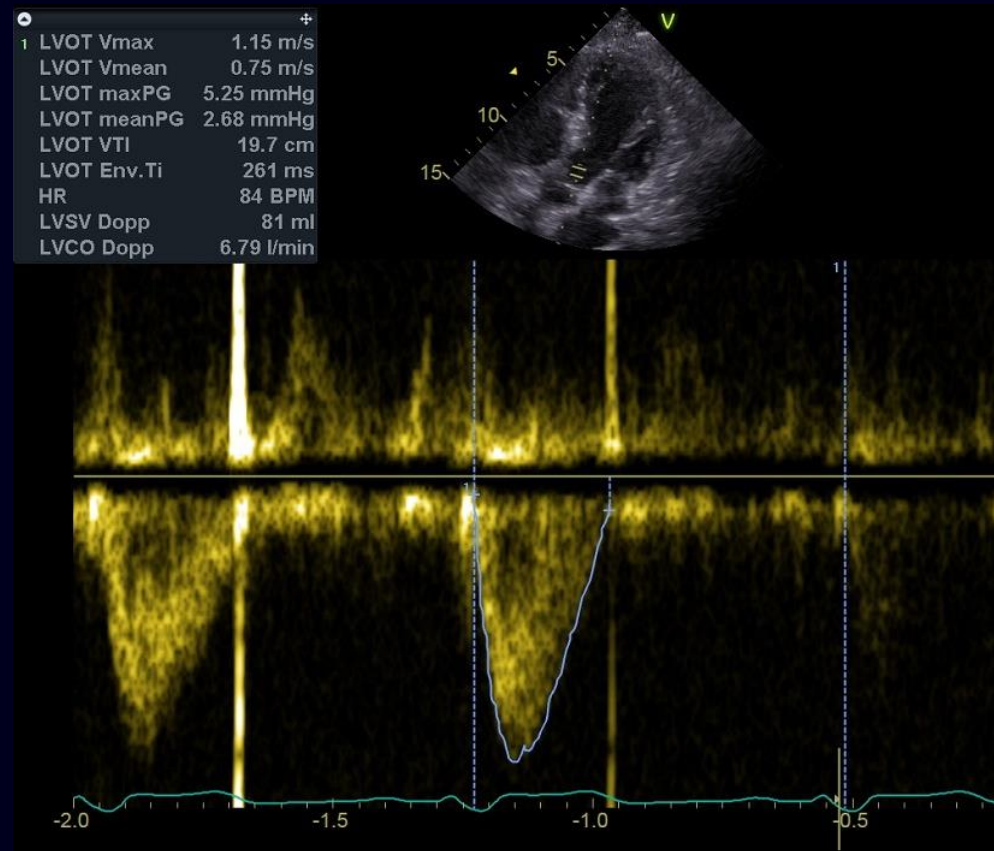
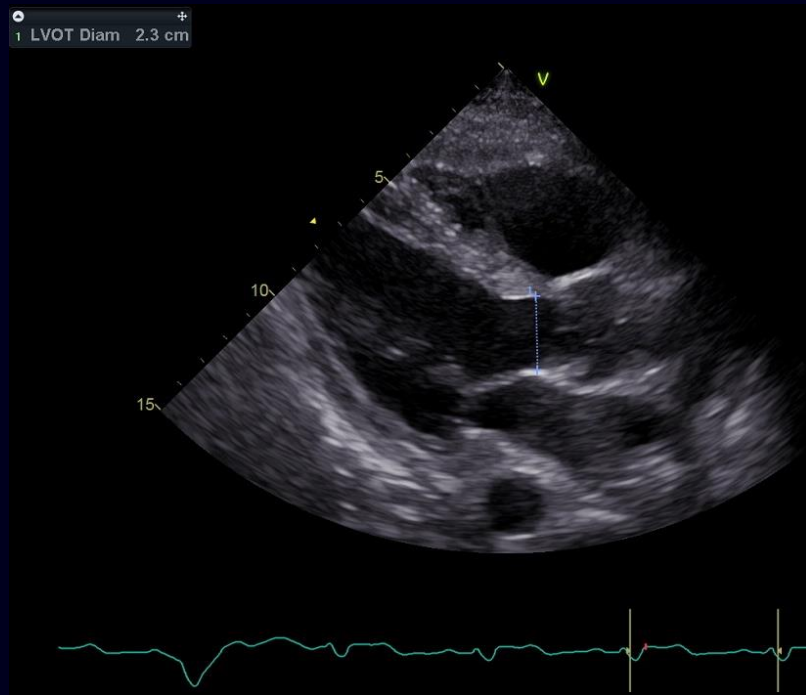
# ***JAKÝ JE SRDEČNÍ VÝDEJ?***

- kardiogenní šok – snížený
- septický šok – zvýšený
- velmi individuální hodnocení
  
- normální srdeční výdej: 4-8 l/min
- normální srdeční index: 2,5-4,0 l/min/m<sup>2</sup>
- kardiogenní šok:  $\leq 2,2$  l/min/m<sup>2</sup>
- těžký kardiogenní šok:  $\leq 1,8$  l/min/m<sup>2</sup>

# MĚŘENÍ CO DOPPLEROVSKOU METODOU



# MĚŘENÍ CO DOPPLEROVSKOU METODOU



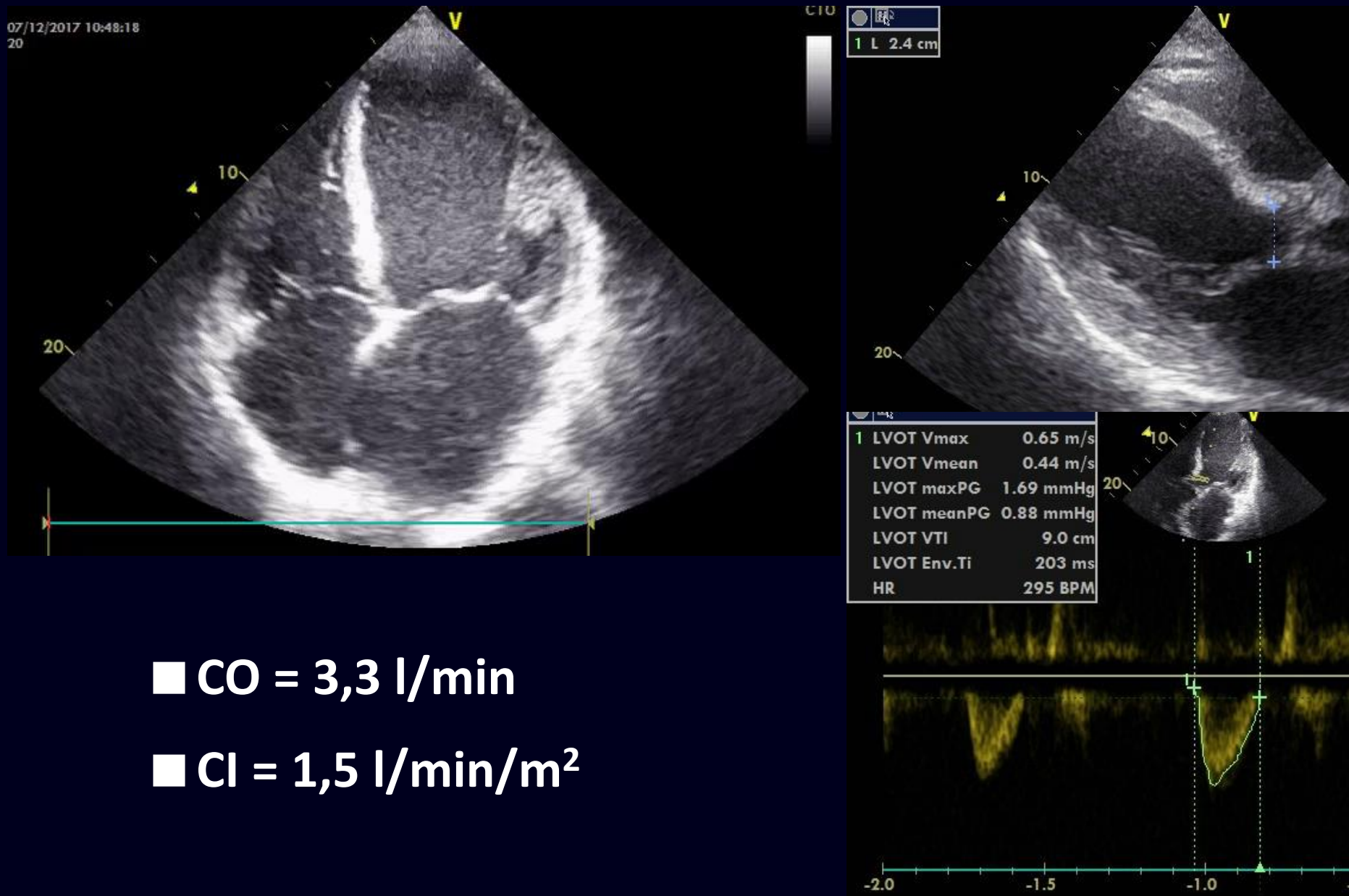
■ CO = 6,8 l/min

■ CI = 3,4 l/min/m<sup>2</sup>



tepový objem 81 ml x TF

# MĚŘENÍ CO DOPPLEROVSKOU METODOU



# ZÁŠADNÍ OTÁZKY

- jaká je systolická funkce levé komory?
- jaká je diastolická funkce levé komory?
- je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?
- jaký je srdeční výdej?
- jaká je systolická funkce pravé komory?
- je přítomna plicní hypertenze?
- jaká je fluid responsiveness?



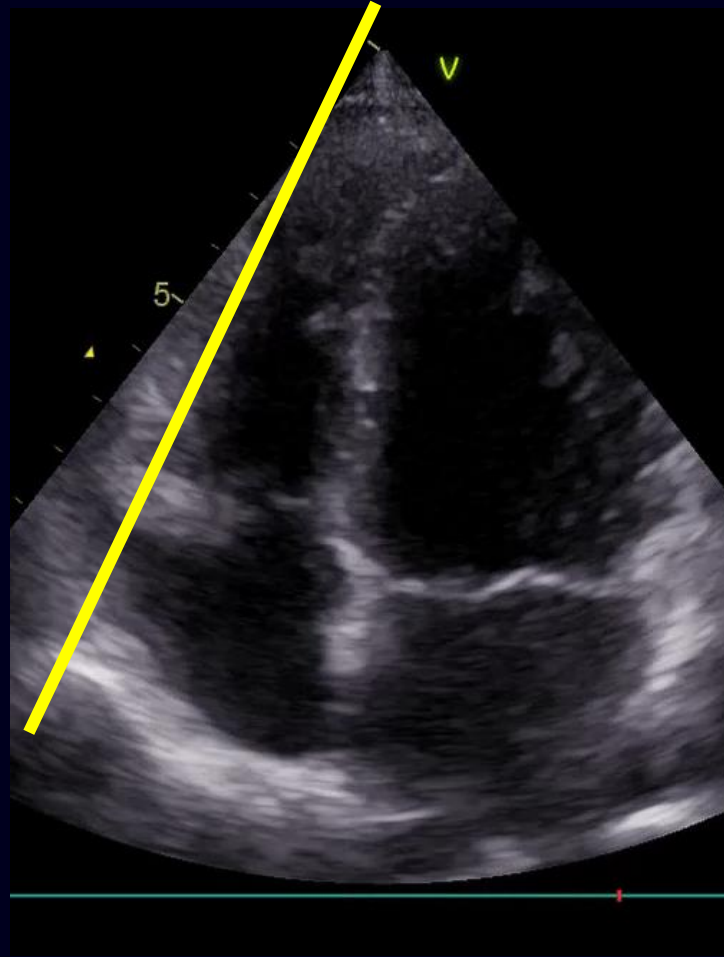
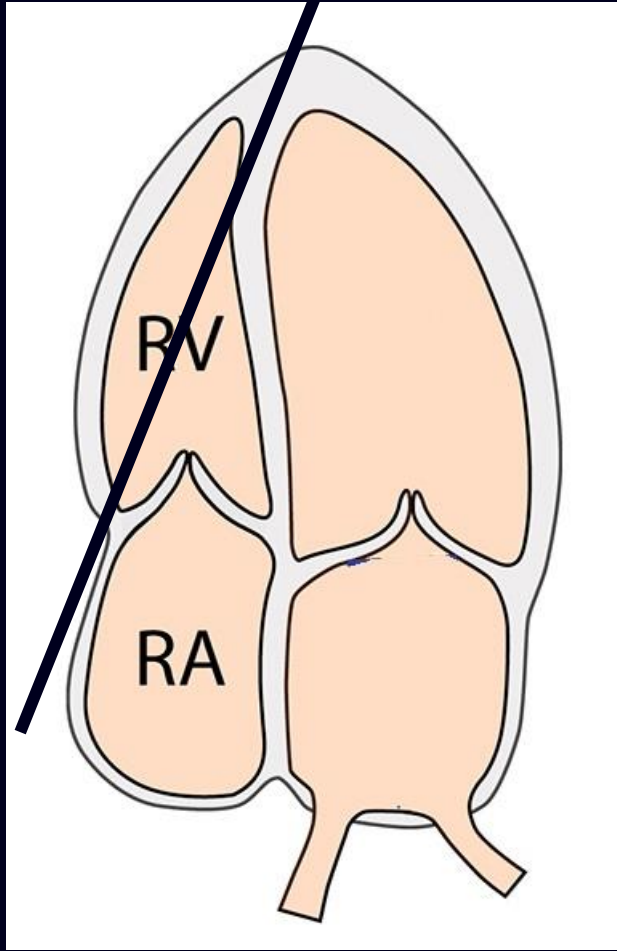
# ***JAKÁ JE SYSTOLICKÁ FCE PK?***

- **systolická funkce LK není všechno**
- **izolované/kombinované selhání PK**
- **plicní embolie nevede k systolické dysfunkci PK**
- **systolická dysfunkce PK  $\neq$  plicní hypertenze**

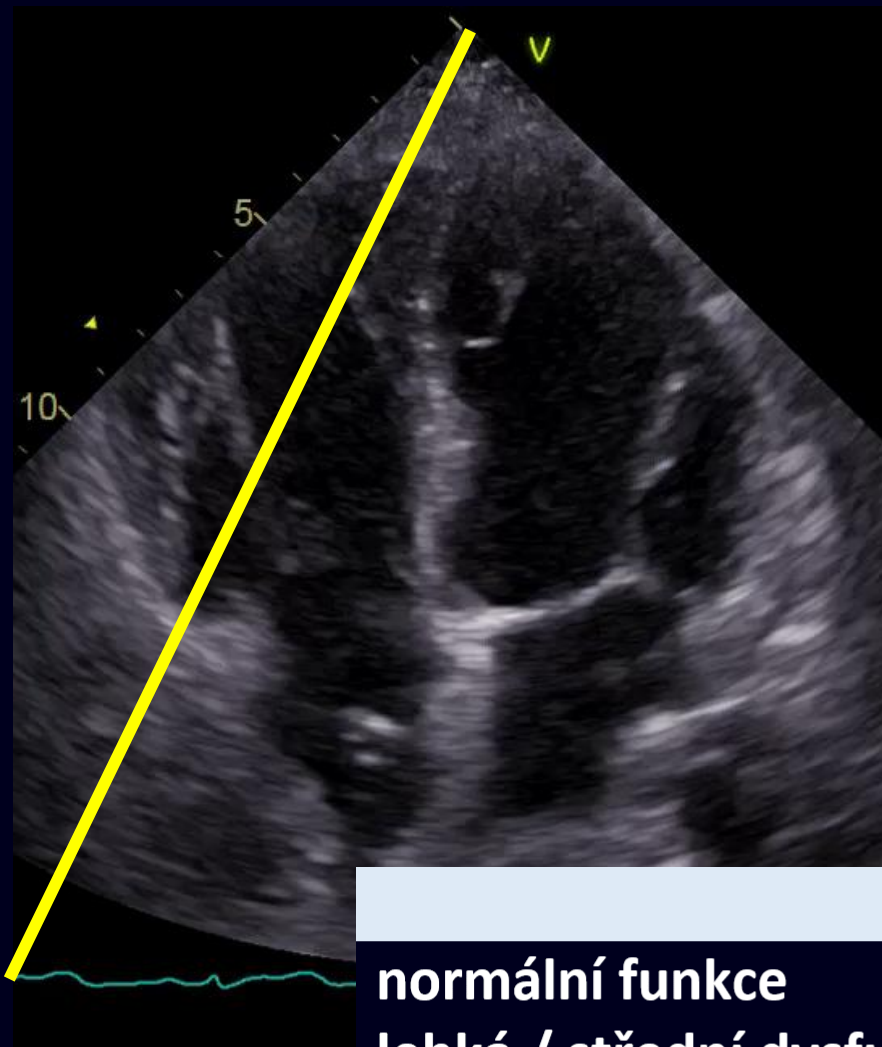
# ***SYSTOLICKÁ DYSFUNKCE:***

- **má vliv na strategii léčby tekutinami**
- **má vliv na volbu inotropika**
- **vyžaduje zvýšenou pozornost ve vztahu k udržení tepové frekvence a srdečního rytmu**
- **má vliv na ventilační strategii**

# ***TAPSE*** (*tricuspid annular plane systolic excursion*)

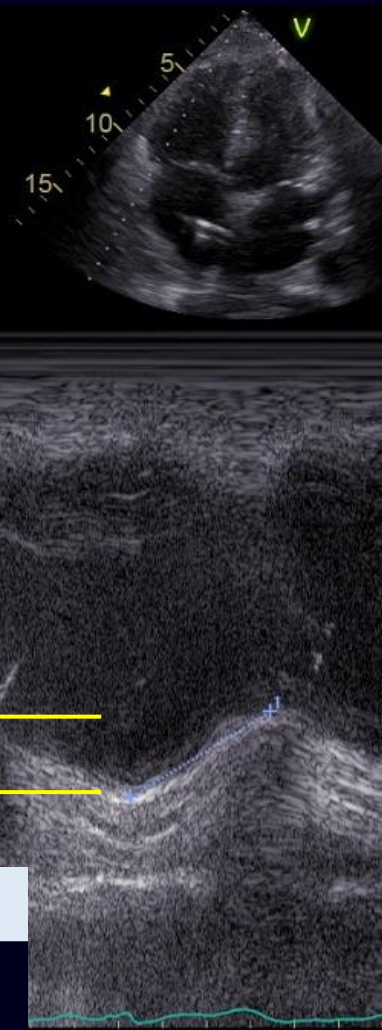


# **TAPSE** (*tricuspid annular plane systolic excursion*)



i TAPSE 2.2 cm

**TAPSE 22 mm**



normální funkce  
lehká / střední dysfunkce  
těžká dysfunkce

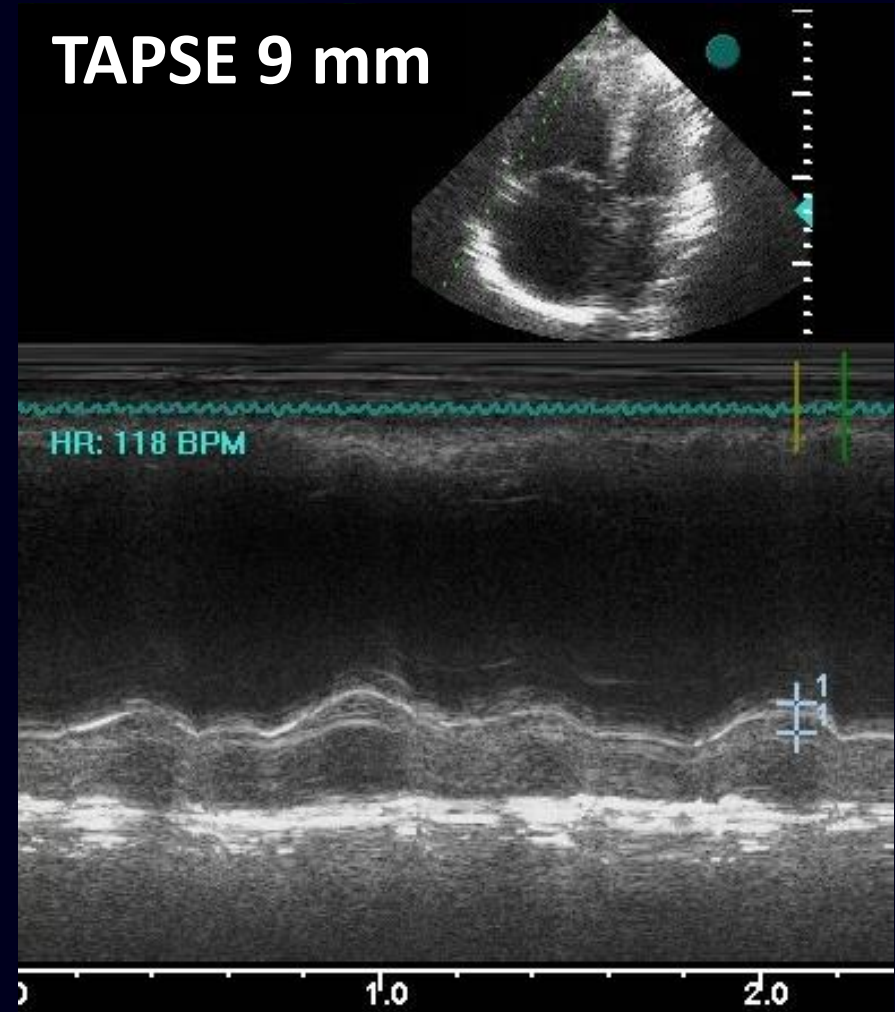
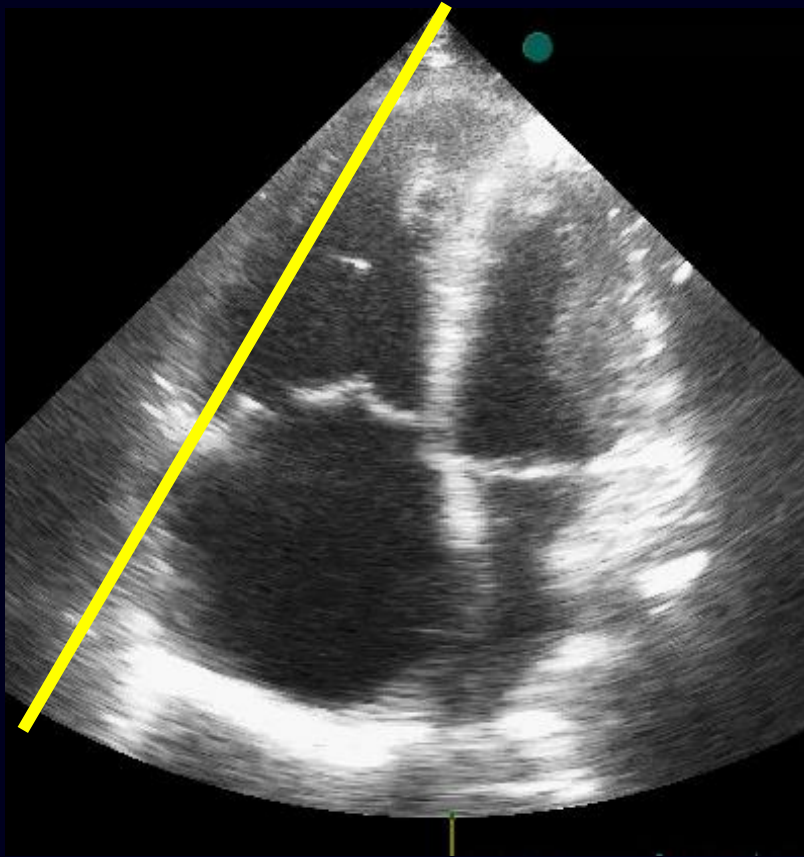
**TAPSE**

**≥ 17 mm**

**10–16 mm**

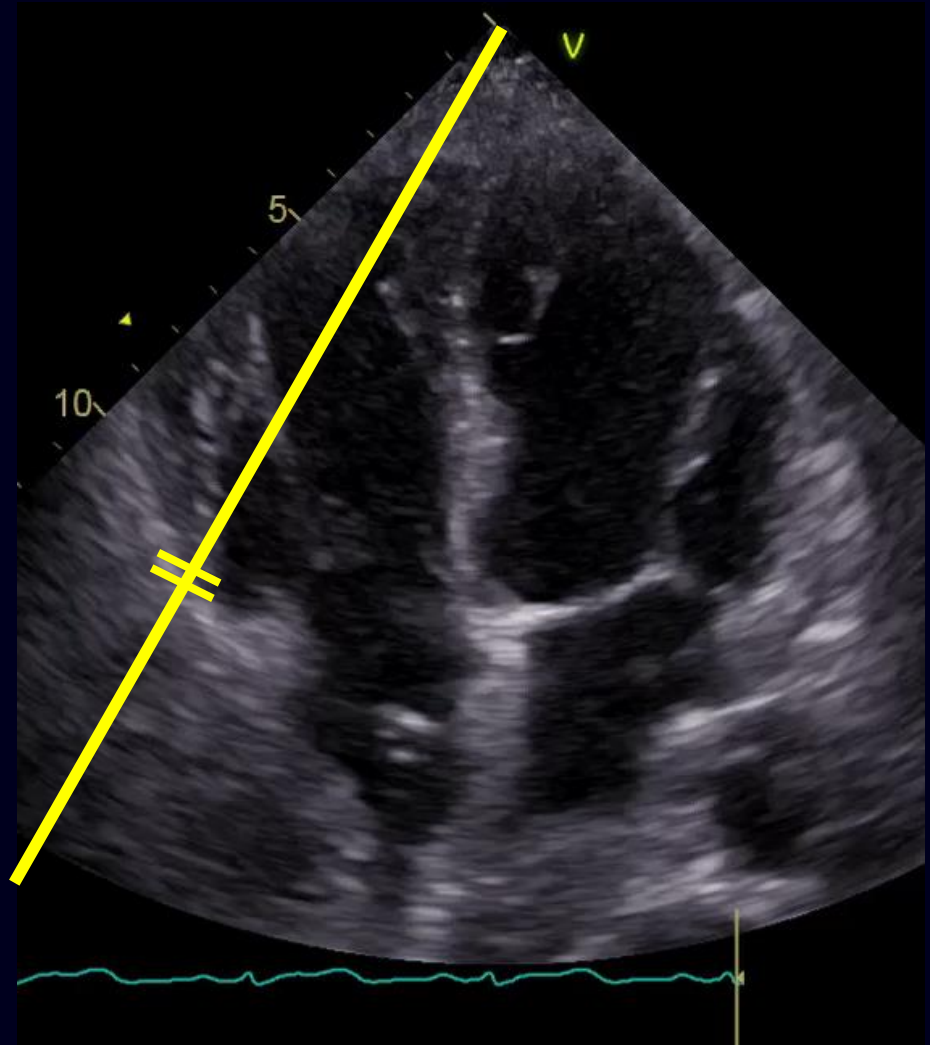
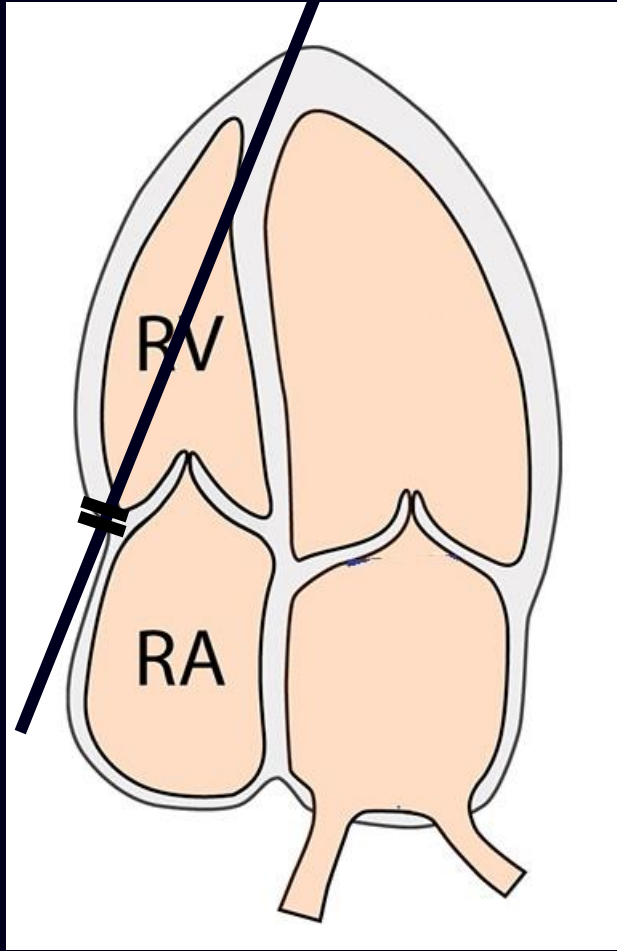
**<10 mm**

# **TAPSE** (*tricuspid annular plane systolic excursion*)

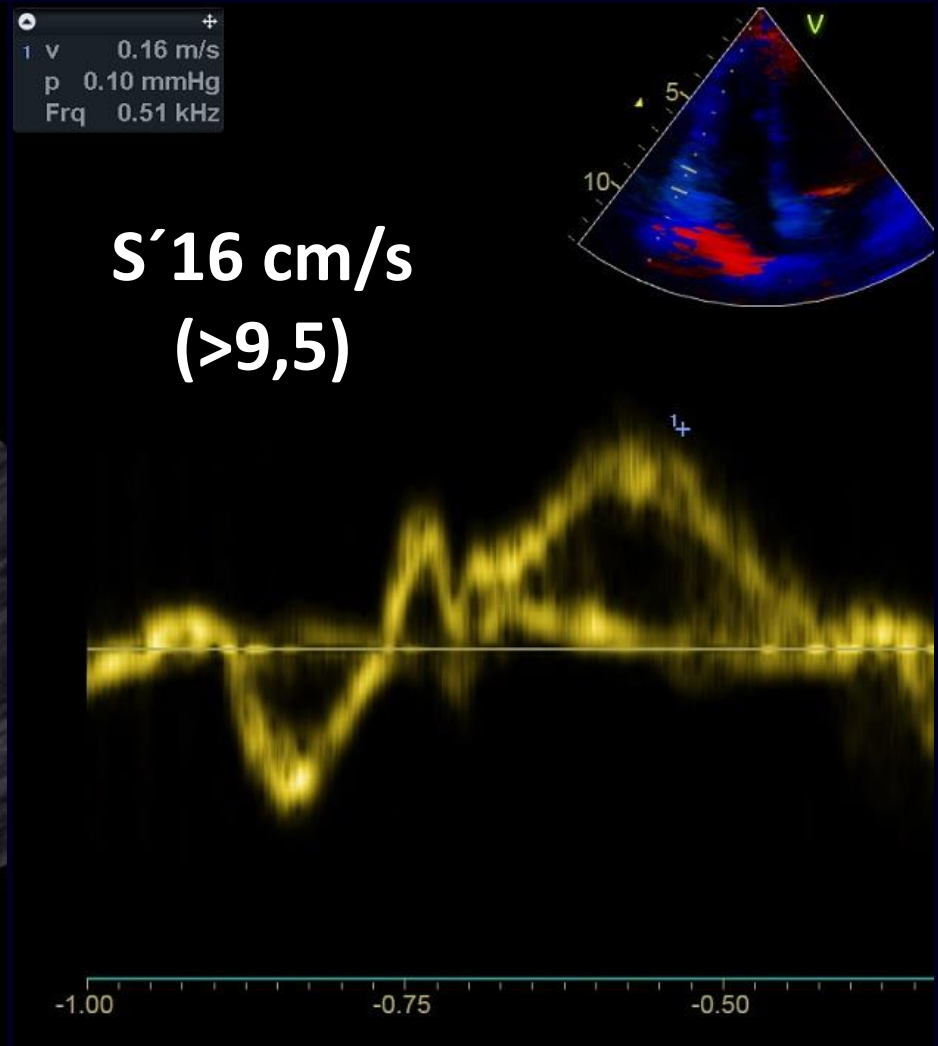
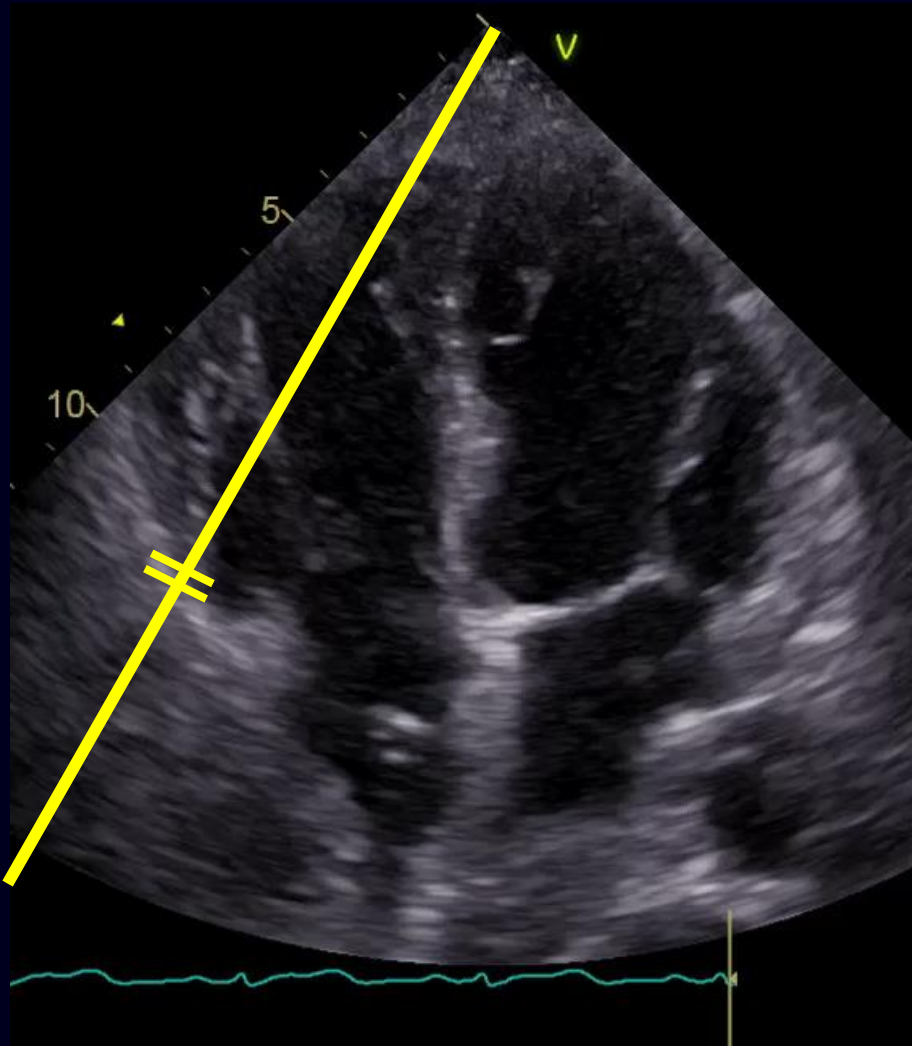




# $S'$ (vrcholová systolická rychlost trikuspidálního anulu)



# $S'$ (vrcholová systolická rychlost trikuspidálního anulu)





# ***DALŠÍ METODY***

- **frakční změna plochy pravé komory**
- **Tei index**
- **strain rate, speckle tracking imaging**

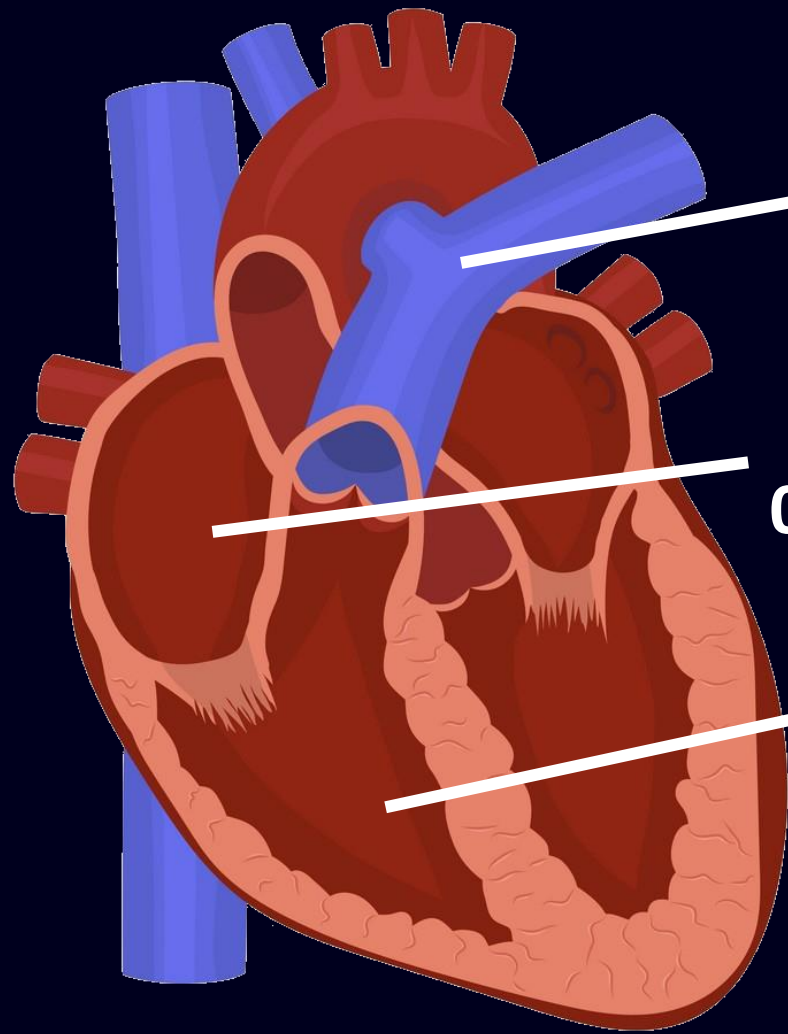
# ZÁŠADNÍ OTÁZKY

- jaká je systolická funkce levé komory?
- jaká je diastolická funkce levé komory?
- je přítomna závažná aortální nebo mitrální vada?
- jaký je srdeční výdej?
- jaká je systolická funkce pravé komory?
- je přítomna plicní hypertenze?
- jaká je fluid responsiveness?

# ***JE PŘÍTOMNA PLICNÍ HYPERTENZE?***

- **má vliv na strategii léčby tekutinami**
- **má vliv na volbu vazopresorů**
- **má vliv na volbu inotropika**
- **má vliv na ventilační strategii**

# JE PŘÍTOMNA PLICNÍ HYPERTENZE?



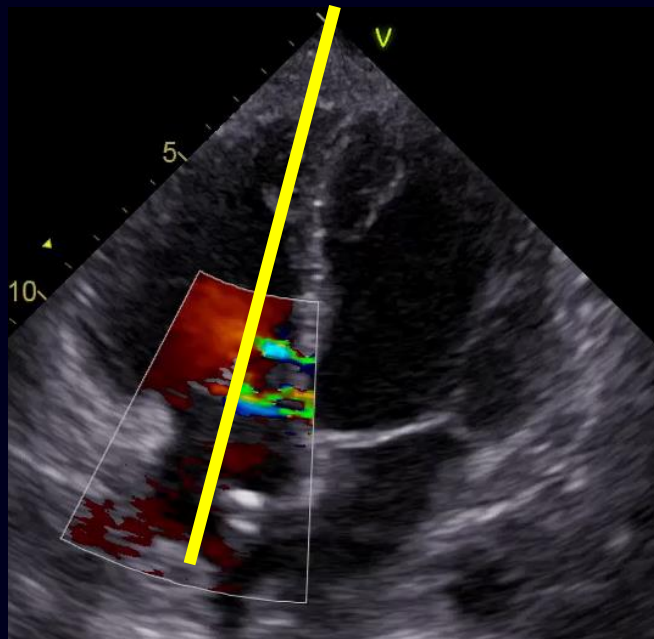
a. pulmonalis  
30/12 mm Hg

pravá síň  
0-5 mm Hg

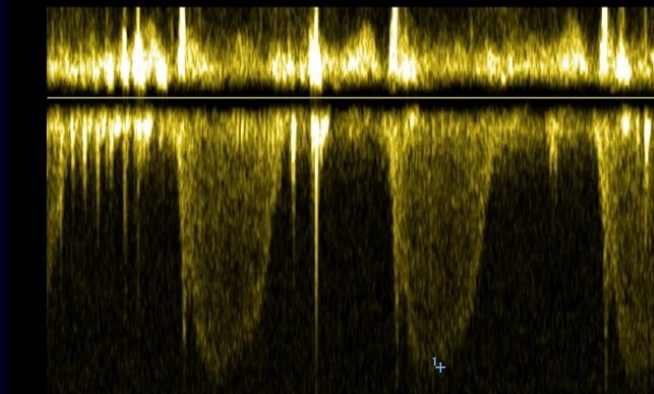
pravá komora  
30/2 mm Hg

	MPAP	SPAP
normální	≤25 mm Hg	≤35 mm Hg
mírná PHT	26-35 mm Hg	36-45 mm Hg
středně těžká PHT	36-45 mm Hg	46-60 mm Hg
těžká PHT	>45 mm Hg	>60 mm Hg

# KALKULACE



TR Vmax 2.31 m/s  
TR maxPG 21.33 mmHg

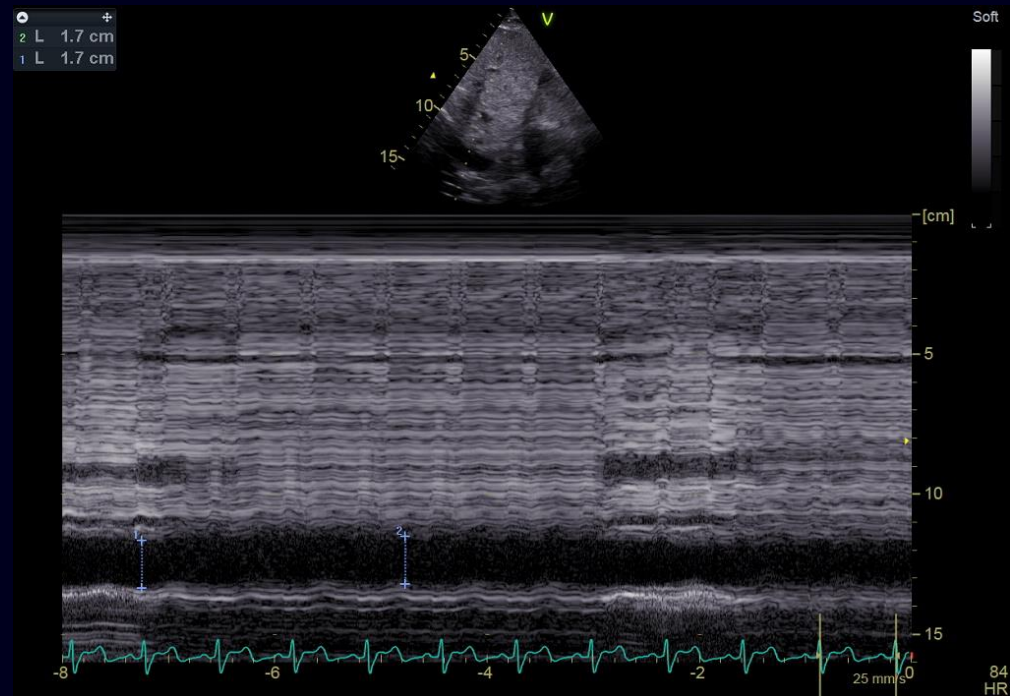


$$\text{SRVP} - \text{RAP} = 21 \text{ mm Hg}$$

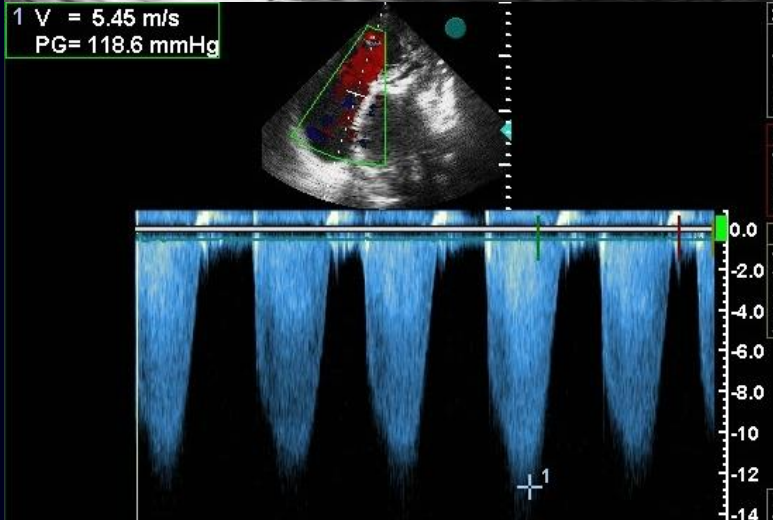
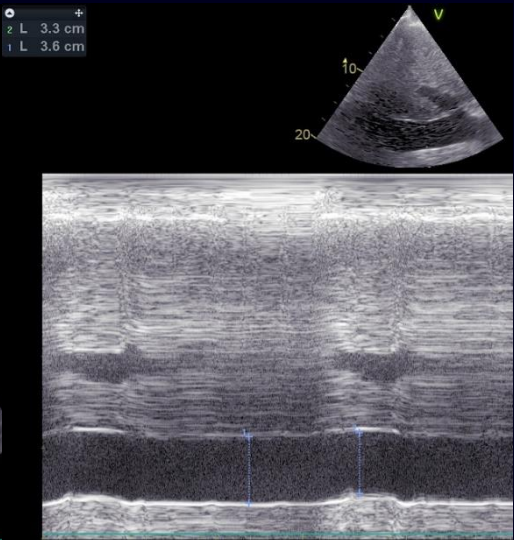
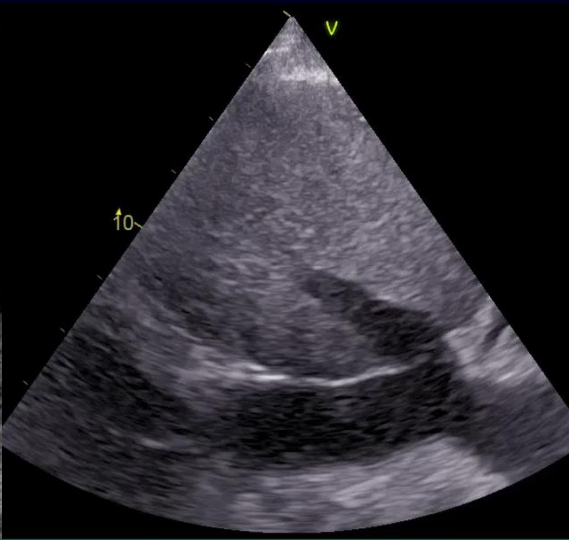
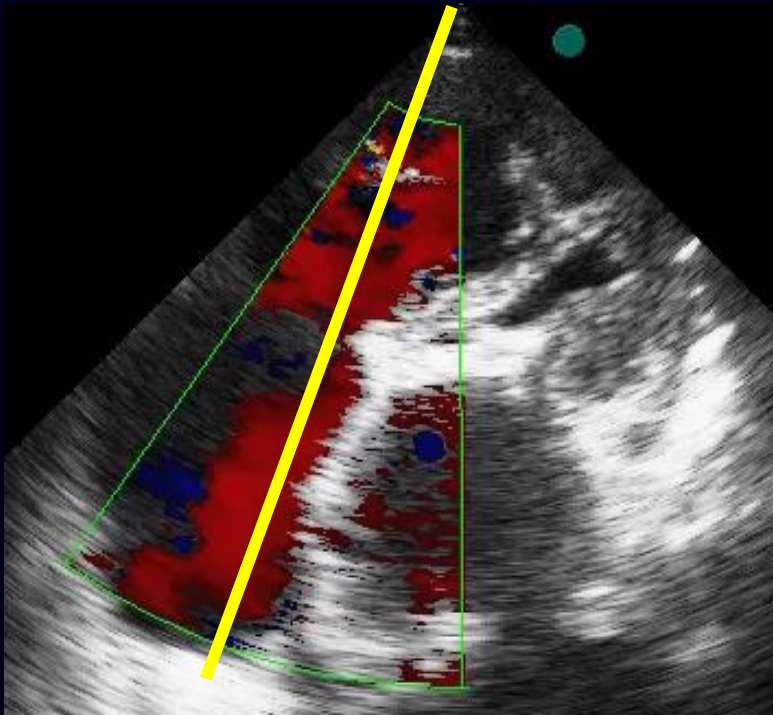
$$\text{RAP} = \text{CVP}$$

$$\text{CVP} = 5-10 \dots 7 \text{ mm Hg}$$

$$\text{SRVP} + \text{CVP} = \text{SPAP} = 28 \text{ mm Hg}$$



# KALKULACE

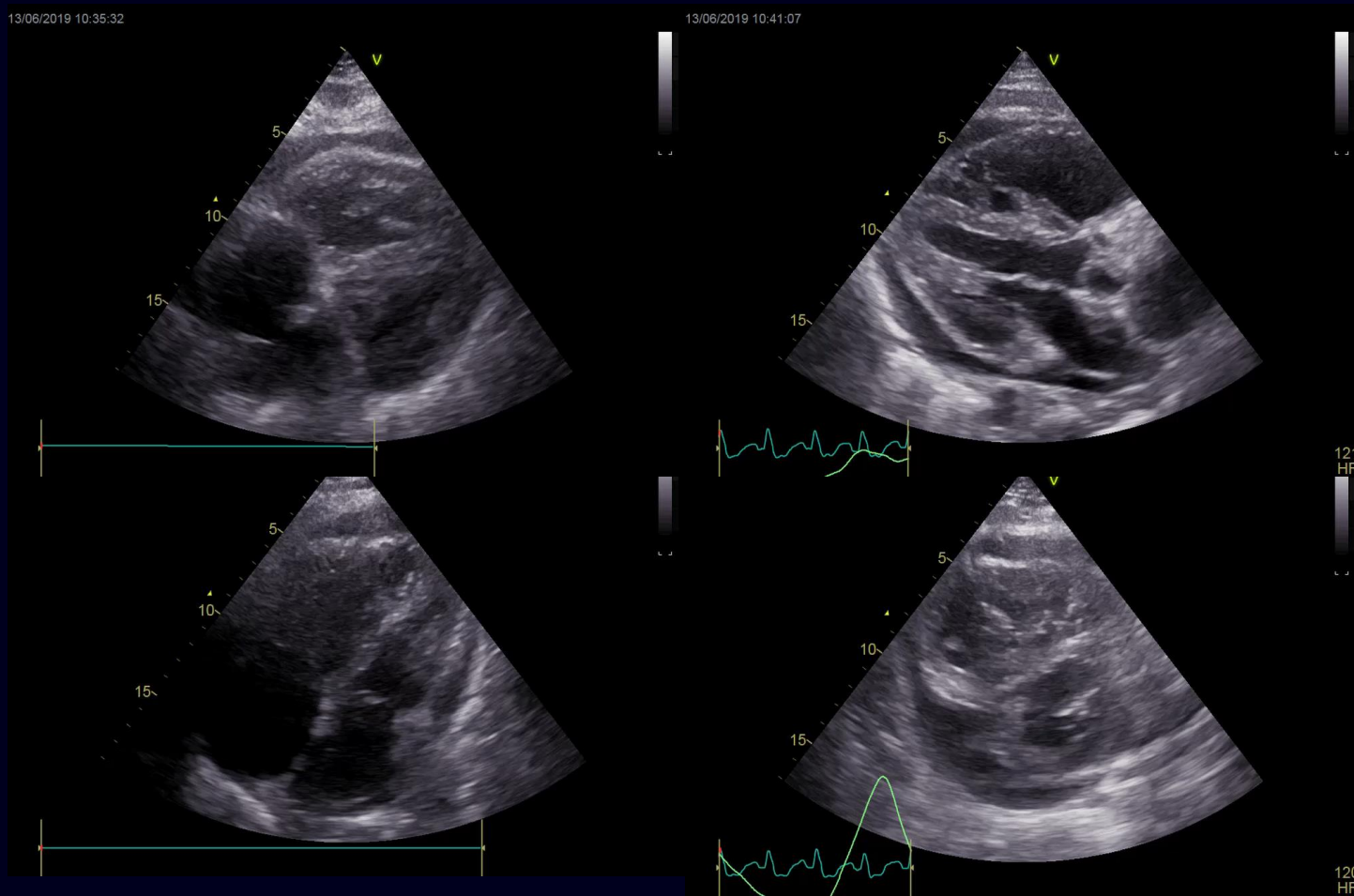


$$119 + 15 = 134 \text{ mm Hg}$$



# CASE

- muž 40 let, st.p. recid. plicních emboliích, chr. tromboembolická plicní hypertenze, st.p. ak. pankreatitis, pneumonie, akutní respirační selhání, smíšený šok

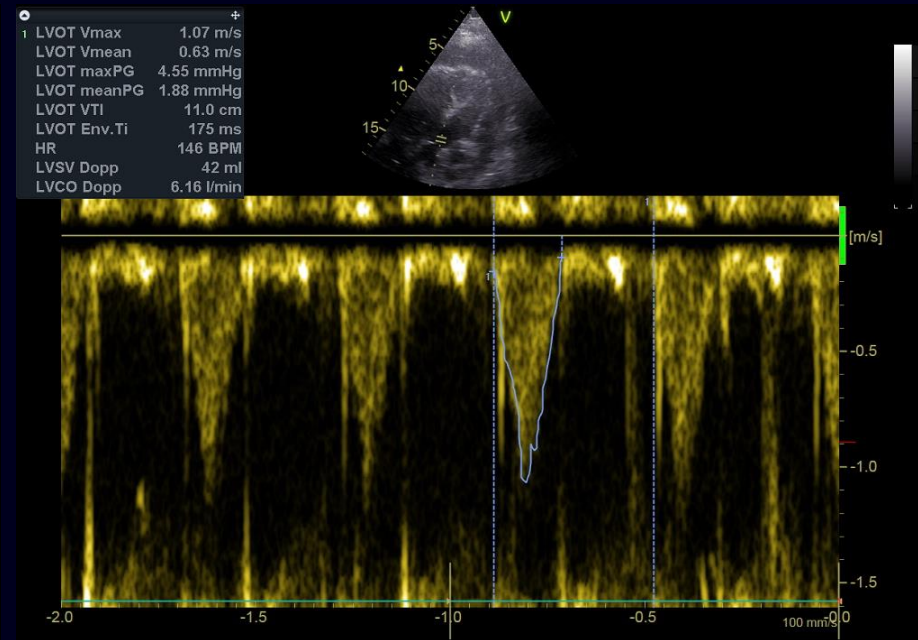
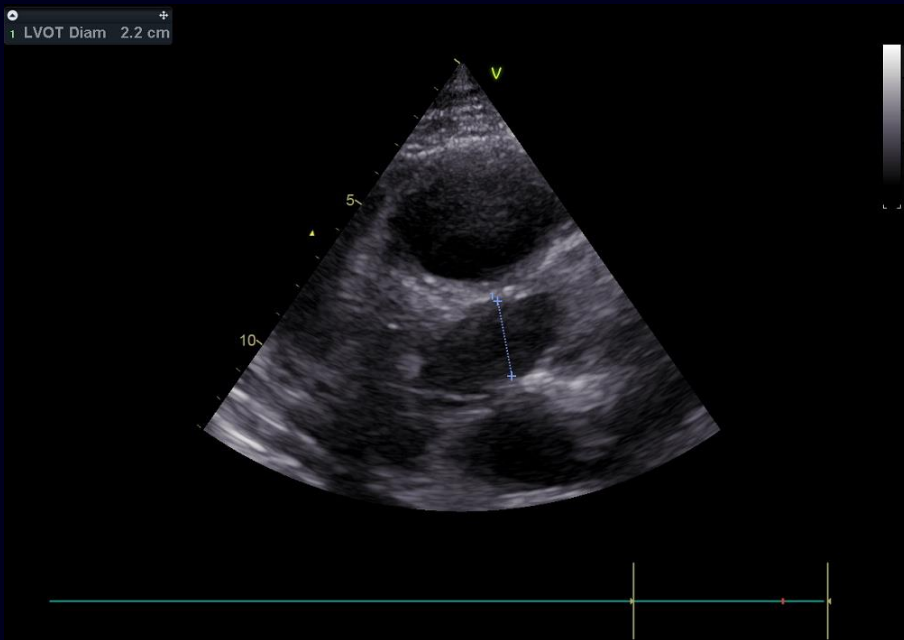


EF LK 80%



# CASE

- pseudonormální srdeční výdej za cenu extrémní sinusové tachykardie

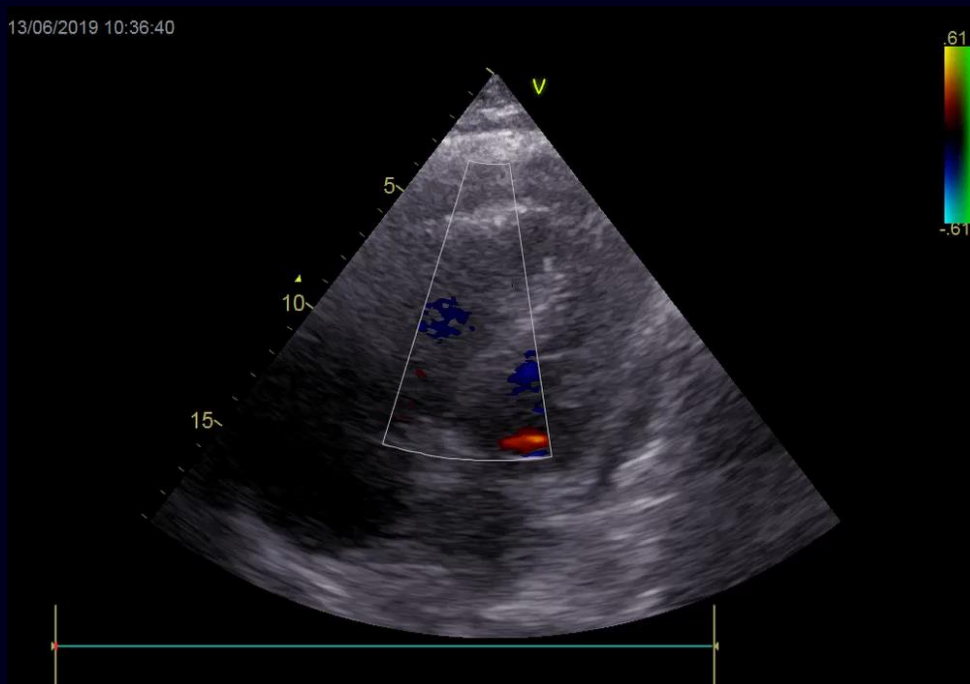


**CO = 6,1 l/min**  
**CI = 2,9 l/min/m<sup>2</sup>**

**...146/min, tepový objem 42 ml**

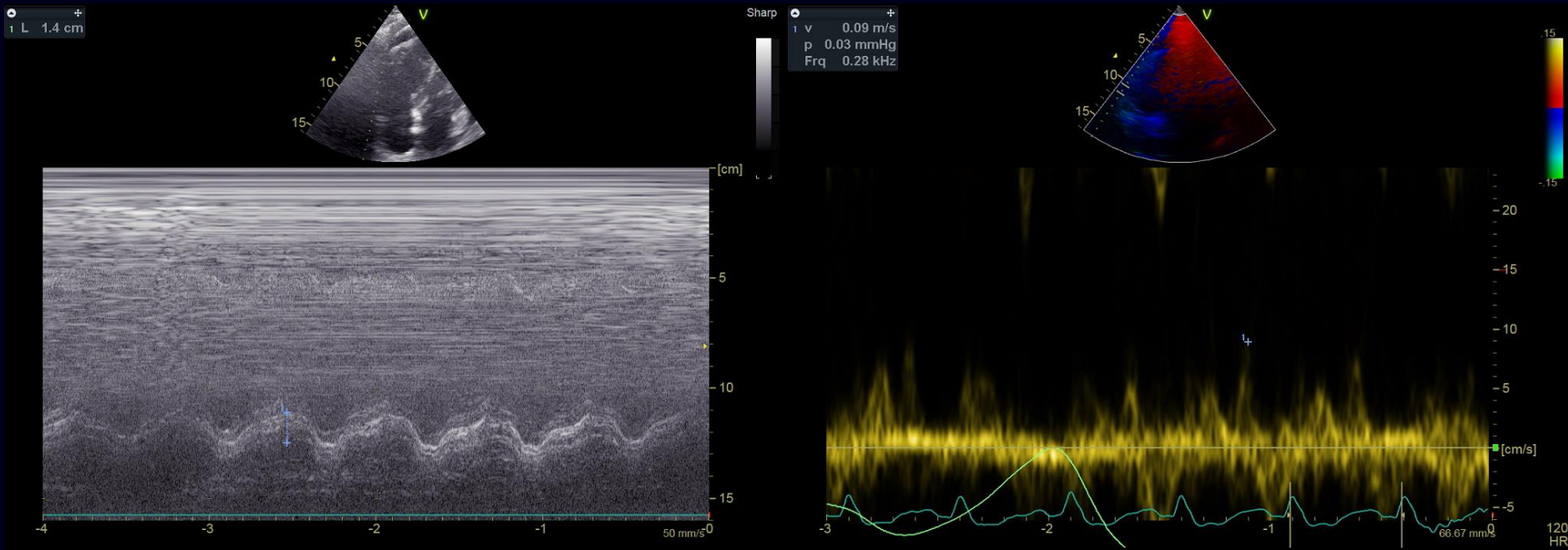
# CASE

- absence mitrální a aortální vady, střední trikuspidální regurgitace



# CASE

## ■ mírná/střední systolická dysfunkce pravé komory

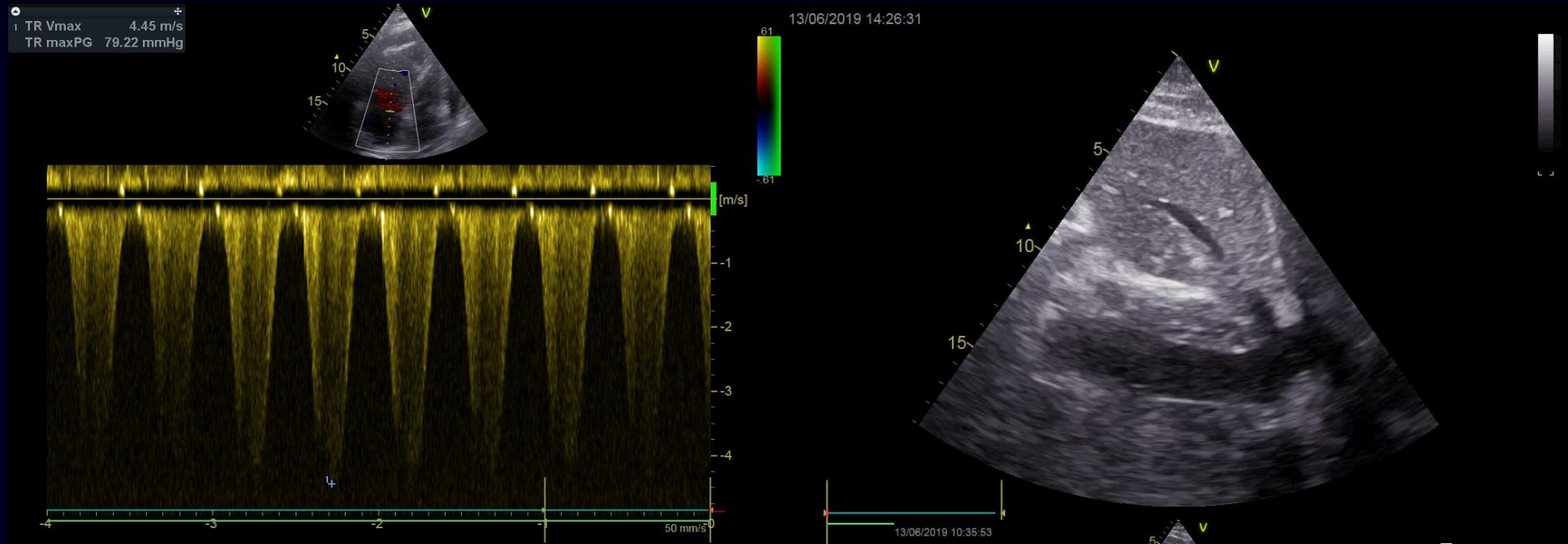


**TAPSE 14 mm**

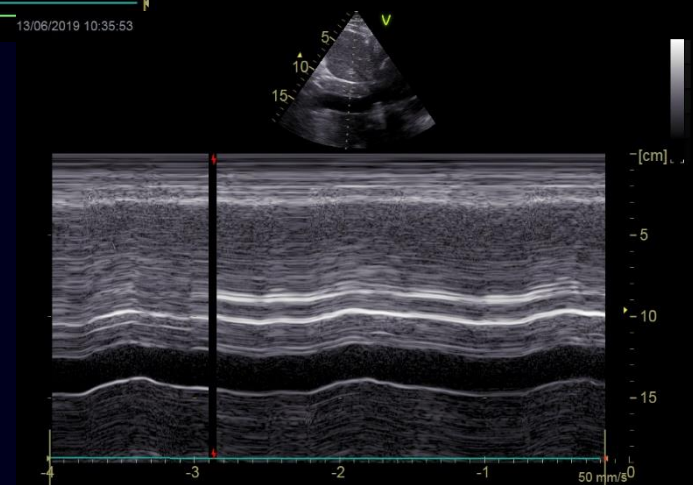
**S' 9 cm/s**

# CASE

## ■ těžká plicní hypertenze



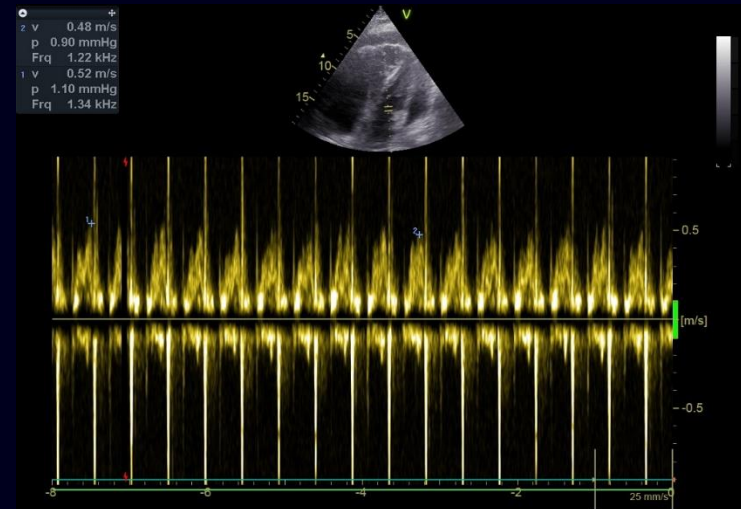
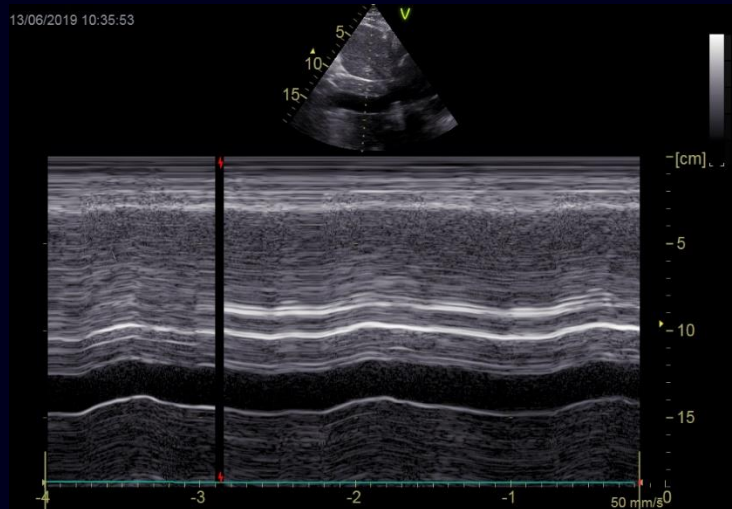
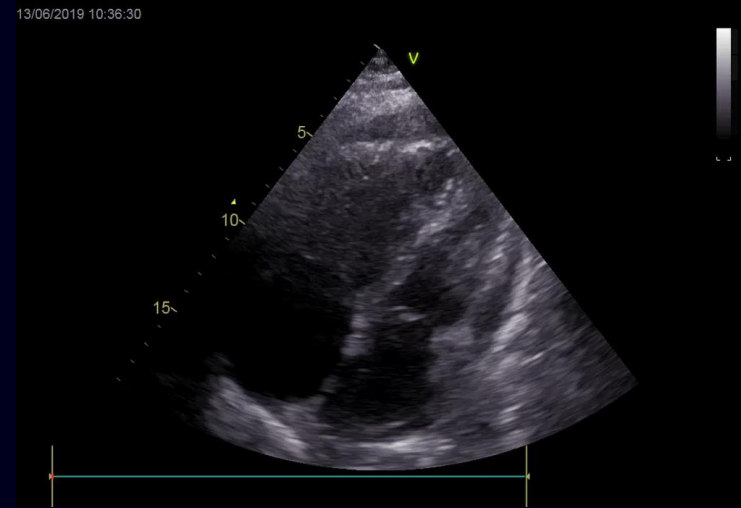
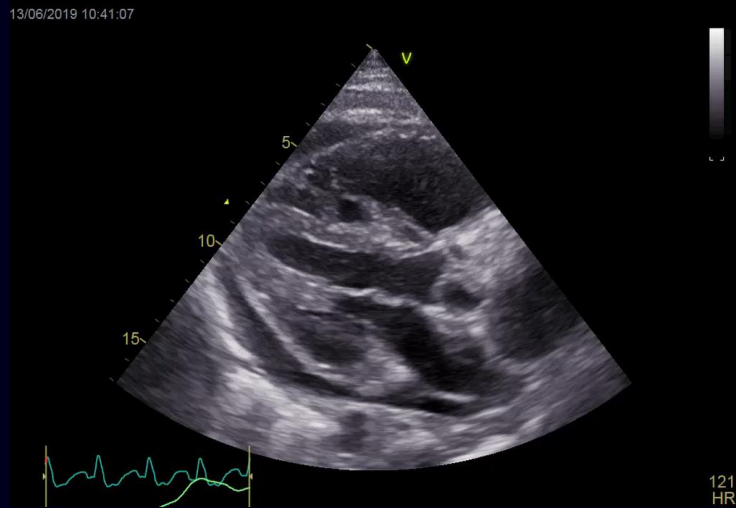
$$\text{SPAP} = 79 + 15 = 94 \text{ mm Hg}$$





# CASE

## ■ srdeční tamponáda?

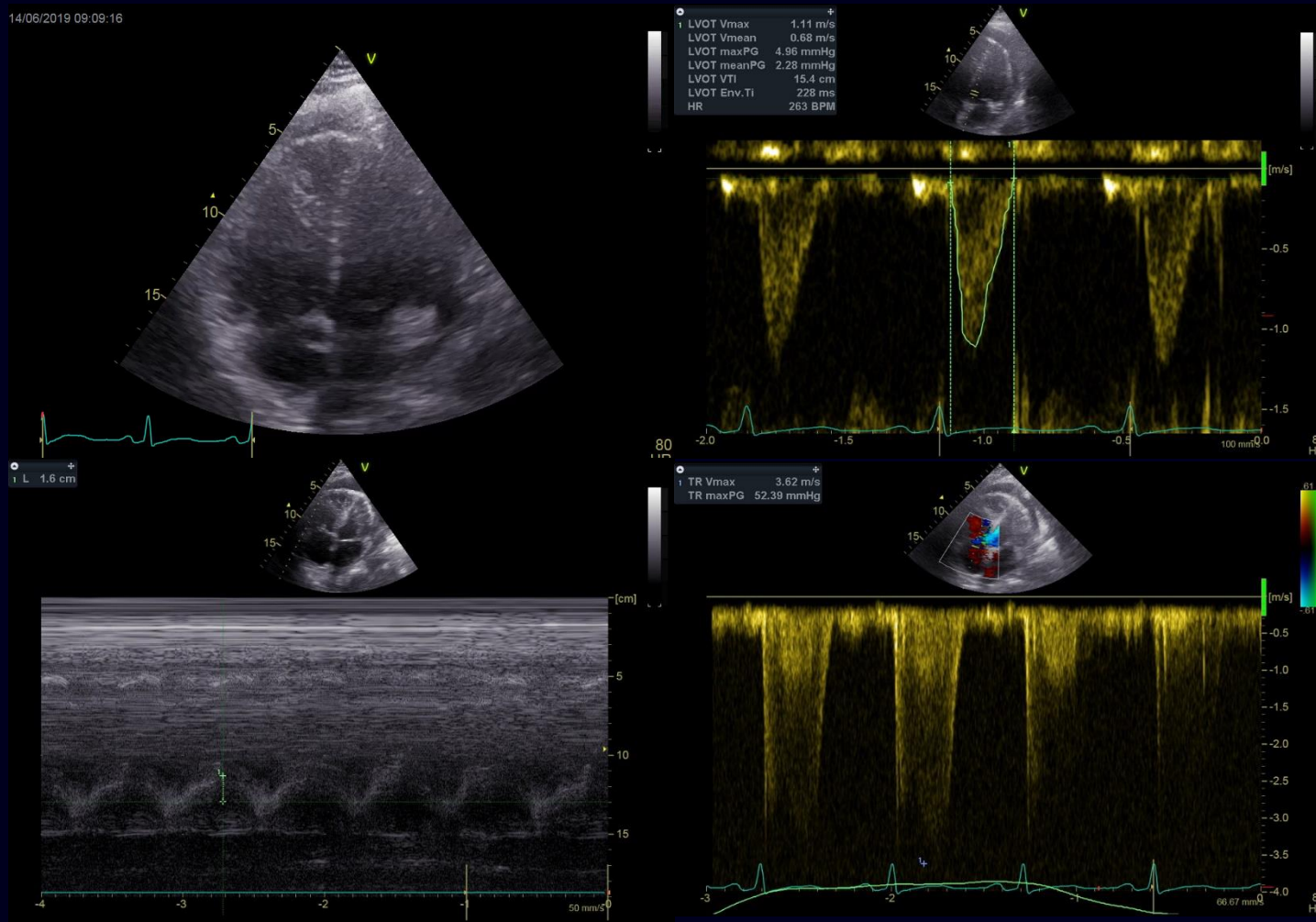


# ***CASE***

- ventilace s ZEEP
- od začátku noradrenalin s vazopresinem
- opatrné podávání tekutin
- milrinon
- léčba sepse, antibiotika

# CASE – druhý den

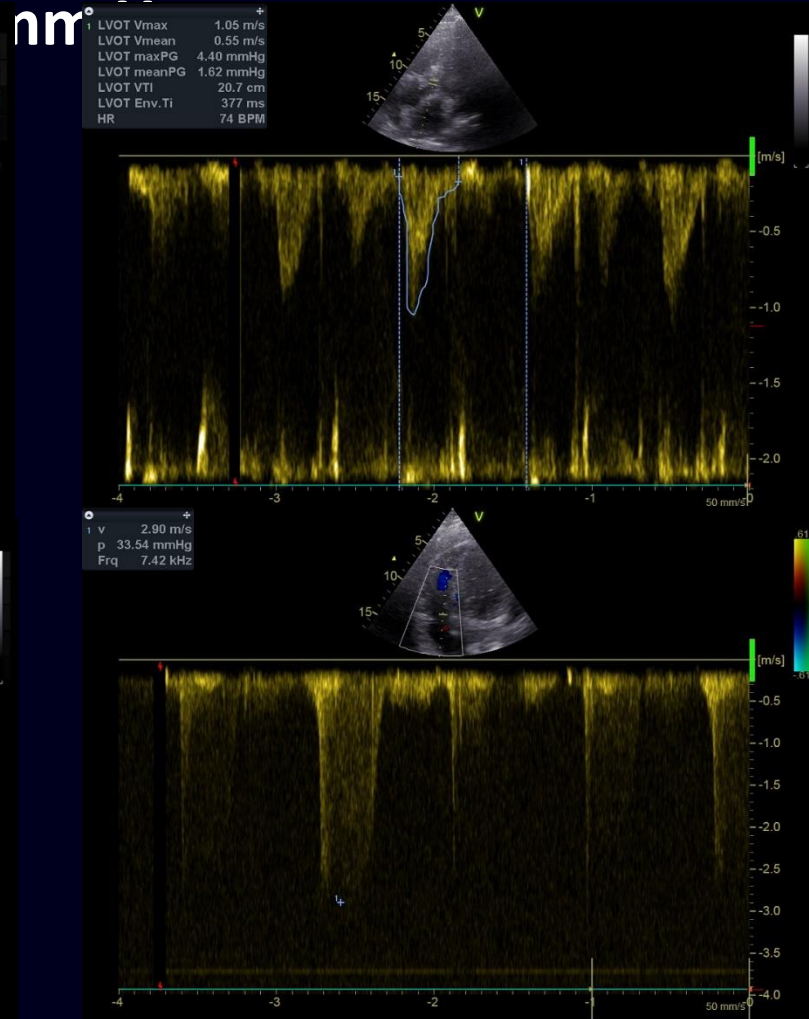
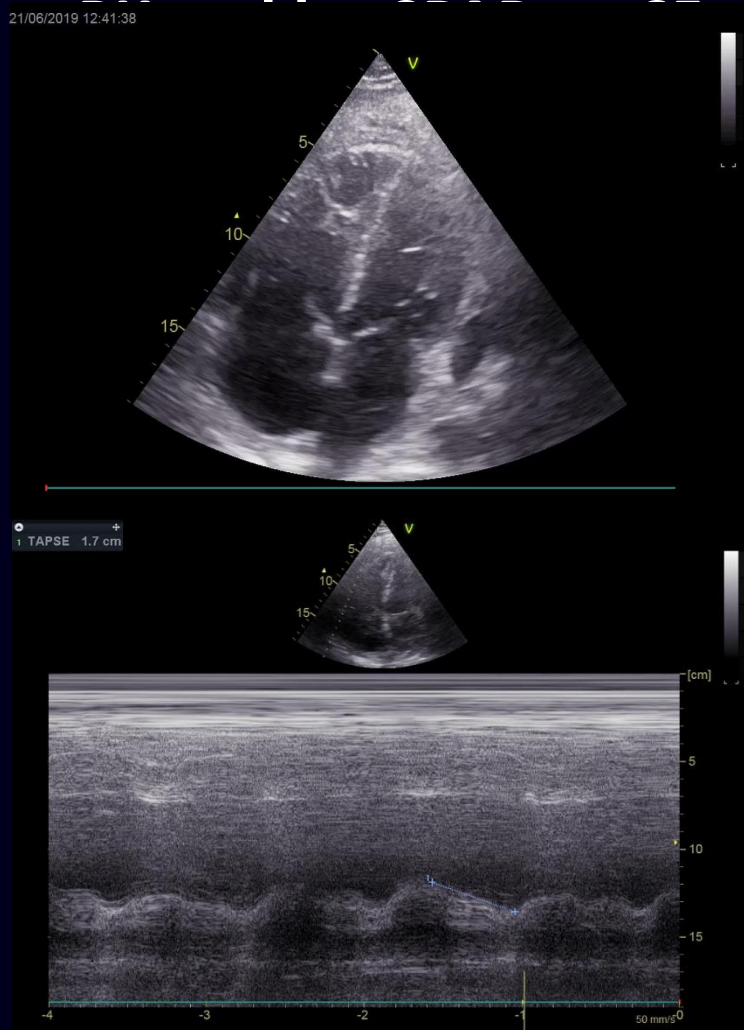
- normální funkce LK, normální CO při nižší TF, zlepšení funkce PK, pokles SPAP na 65 mm Hg





# CASE – za týden

- normální funkce LK, zmenšení PK, normální CO, úprava funkce PK, výrazný pokles SPAP, regrese perik. výpotku



# ZÁVĚRY

- základní kvalitativní vyšetření srdce (a plic) zvyšuje spolehlivost určení typu šoku
- pro spolehlivé vyšetření k upřesnění terapie a sledování efektu je nutné kvantitativní vyšetření srdce
- systolická funkce LK, srdeční výdej, systolická funkce PK, tlak v plicnici

***děkuji za pozornost***

***skulec@email.cz***