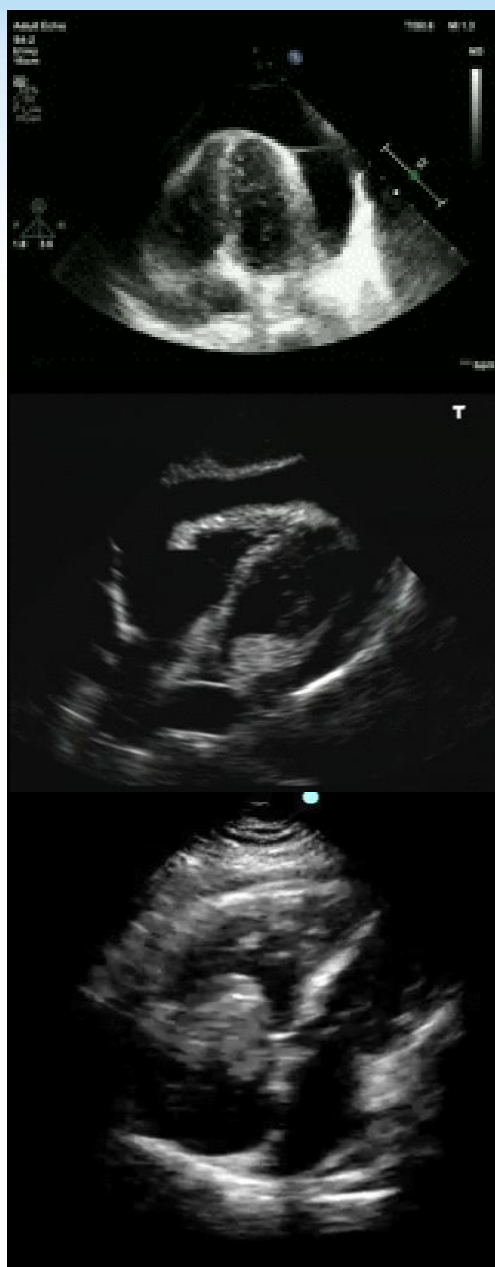


Monitorace hemodynamiky ultrazvuk

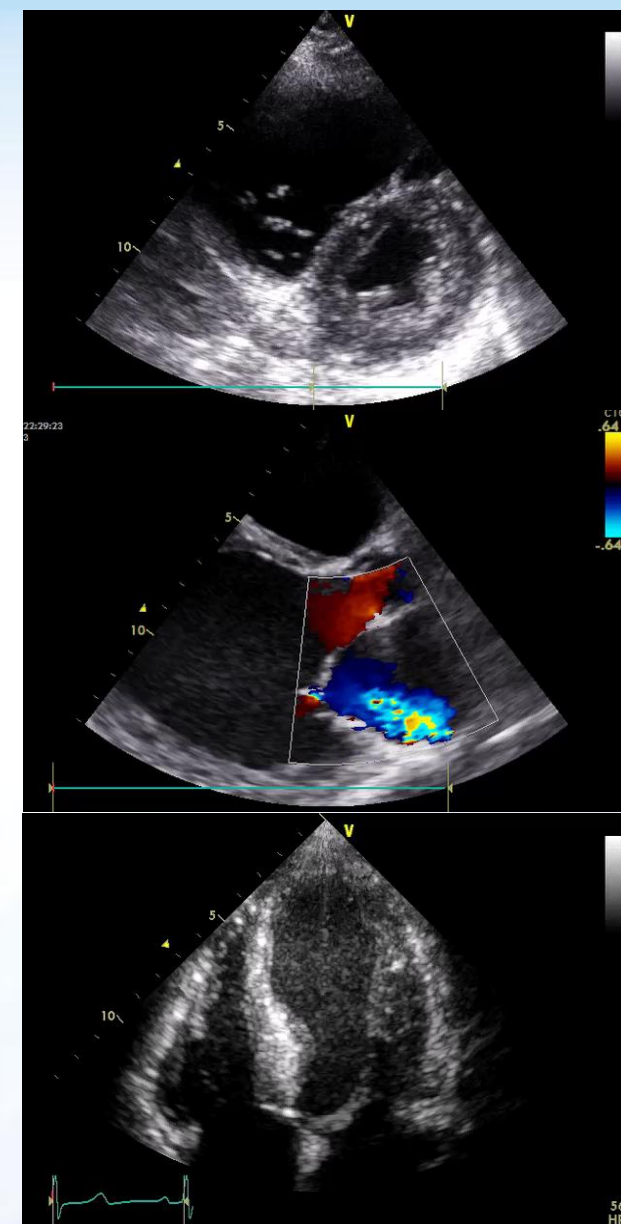
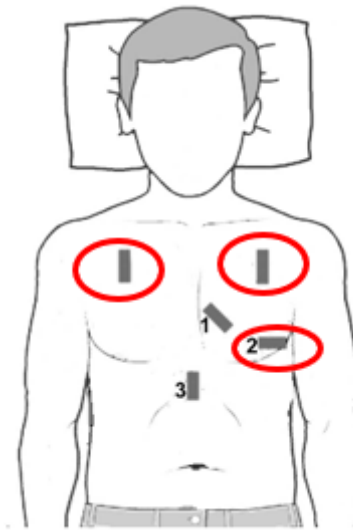
Milan Hromádka

Kardiologická klinika, FN Plzeň a LF UK v Plzni

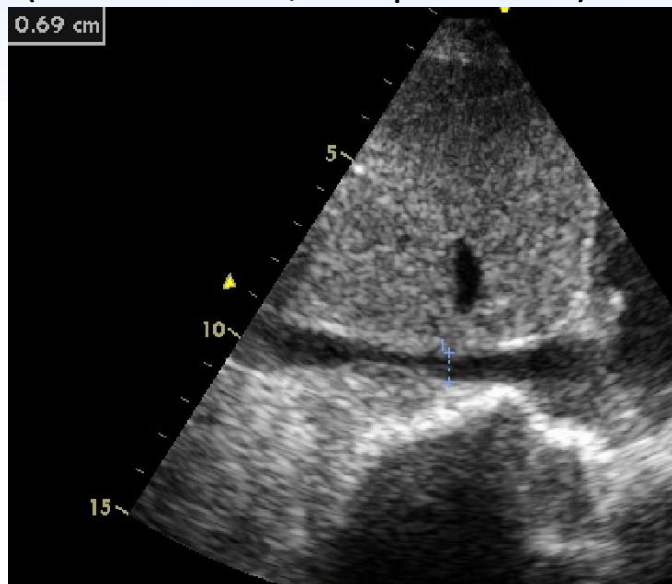




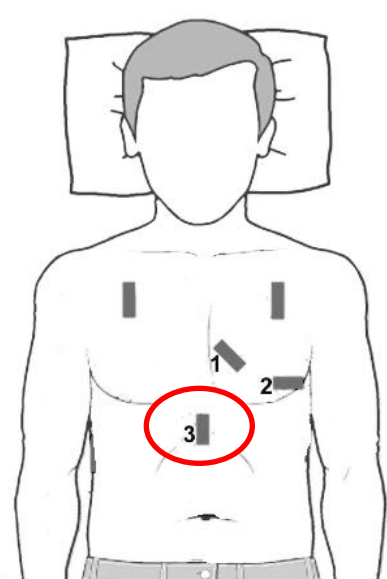
TK 74/55mm Hg



Nízký CVP (3mmHg)
(DDŽ ≤ 21 mm, kolaps $> 50\%$)

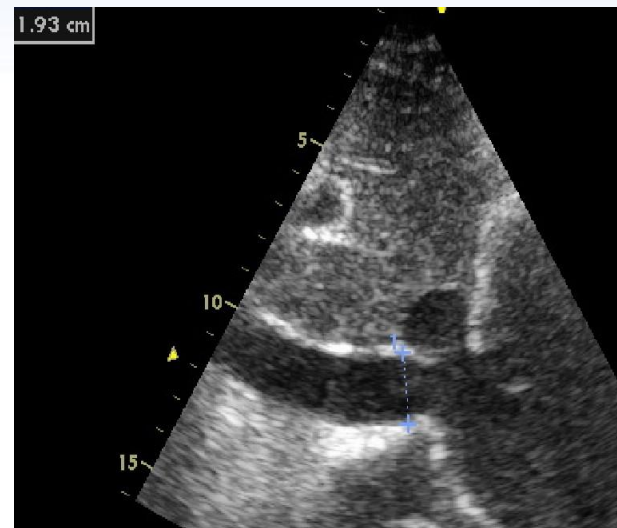


20mm....7mm

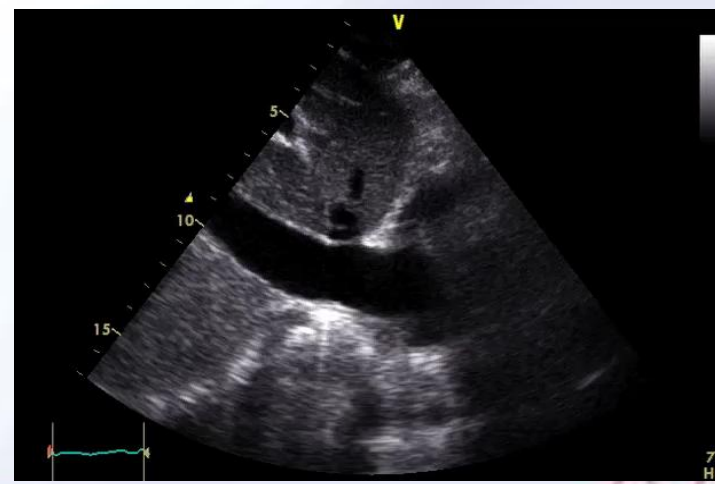


ne na UPV

Vysoký CVP (15mmHg) (DDŽ > 21 mm, kolaps $< 50\%$)



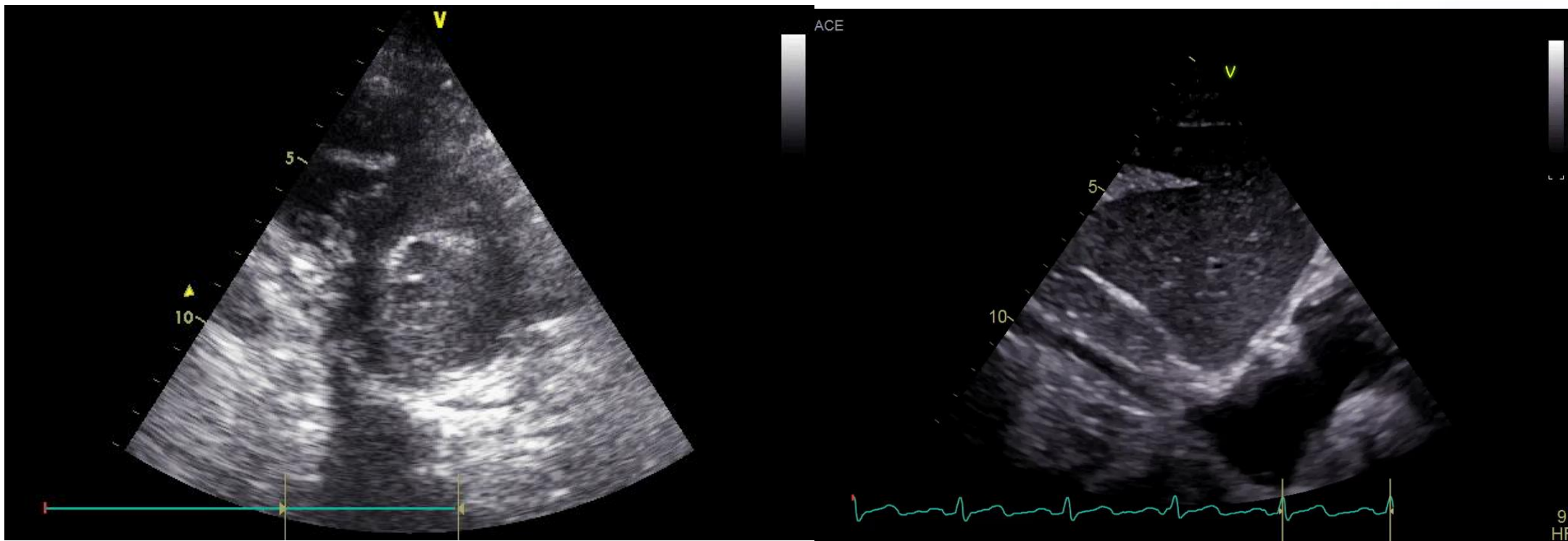
35mm...19mm



usilovný $> 50\%$
X
klidný $> 20\%$

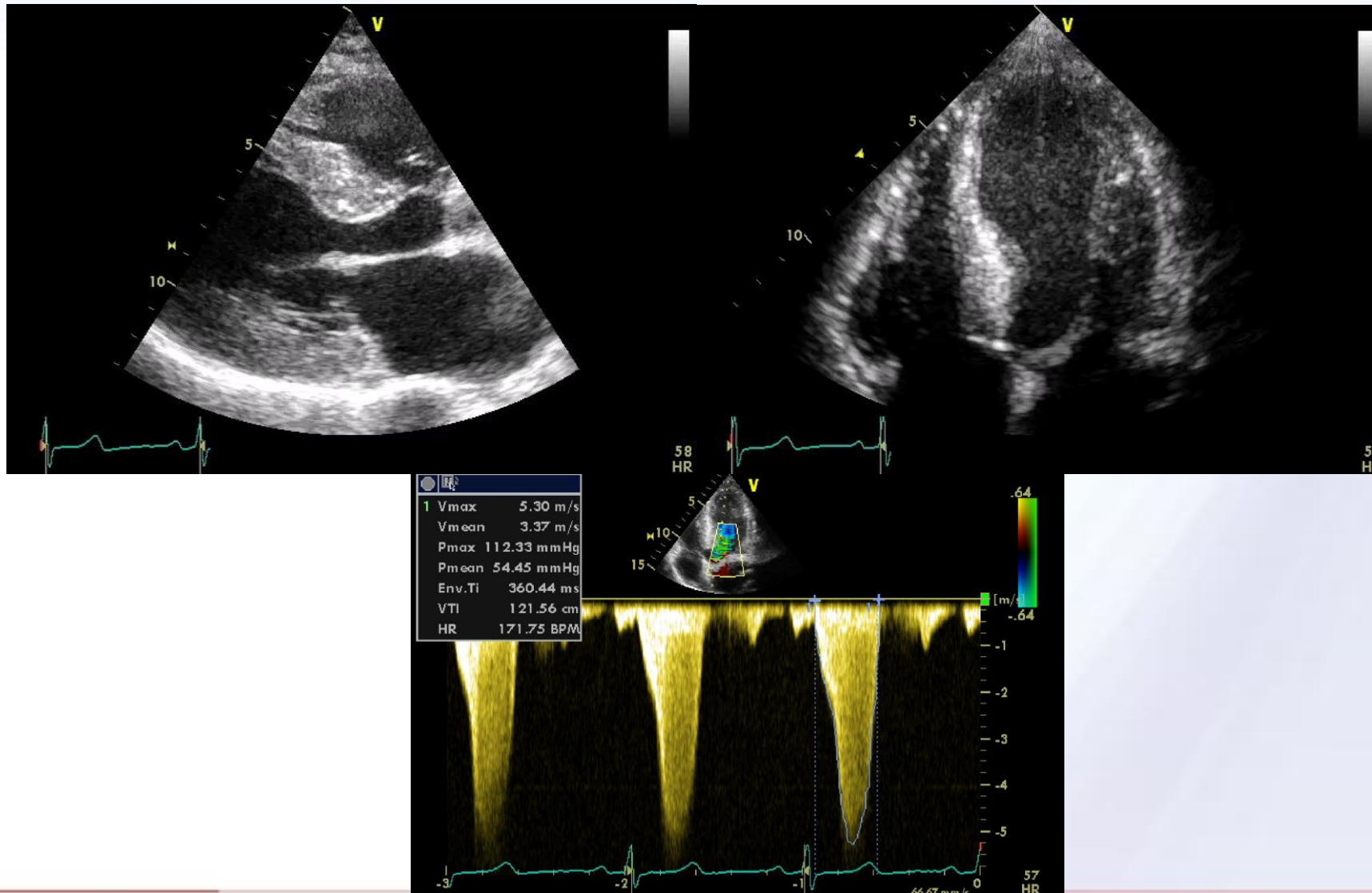
tekutiny ANO

- ▶ malá a hyperkontraktilní PK → **hypovolemie**
- ▶ DDŽ < 1,5cm (resp. kolaps > 50%) → **hypovolemie**



Dynamická obstrukce LVOT

tekutiny ANO



Předpověď odpovědi na objem (určení „preload responsiveness“)

- Podání tekutin může mít zásadní léčebný význam u oběhově nestabilních pacientů. (↑ žilního návratu, CO, TK, normalizace tkáňové perfuze)

X

- Neadekvátní podání tekutin = vážné až letální komplikace
 - městnání v MO → plicní otok
 - progrese ARDS → zhoršení oxygenace
 - zhoršení funkce srdečních komor → progrese orgánové dysfunkce

↑↑↑ tekutinová resuscitace ► ↑ délky hospitalizace, ↑ mortality



Dynamické parametry

Hodnocení dynamických parametrů umožňují

- změny v preloadu vyvolané
- cyklickými změnami nitrohrudního tlaku.
 - posturálními změnami

Umělá plicní ventilace:

- variace VTI LVOT*
- index distensibility DDŽ*
- index distenzibilizy VJI
- *pasivní elevace DK*
(PLR – passive leg raising)

Spontánní ventilace:

- pasivní elevace DK
(PLR – passive leg raising)
- kolapsibilita DDŽ

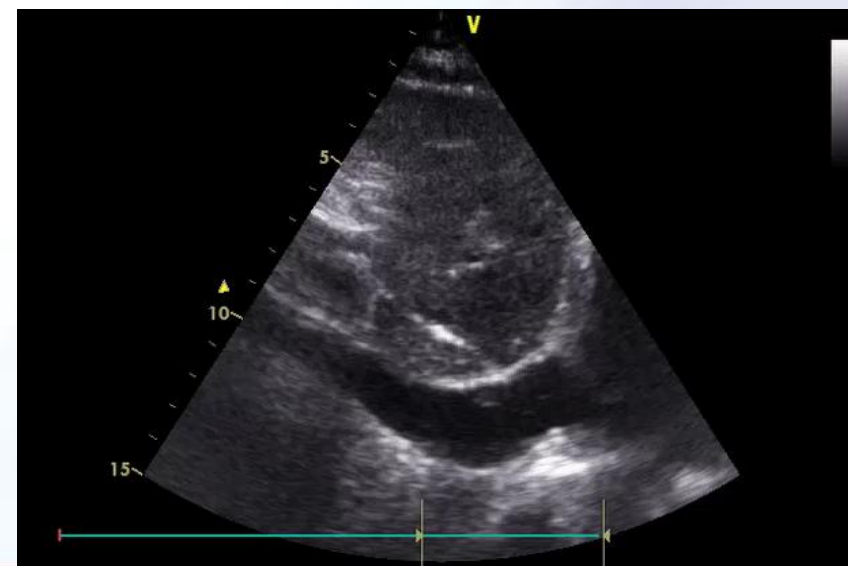
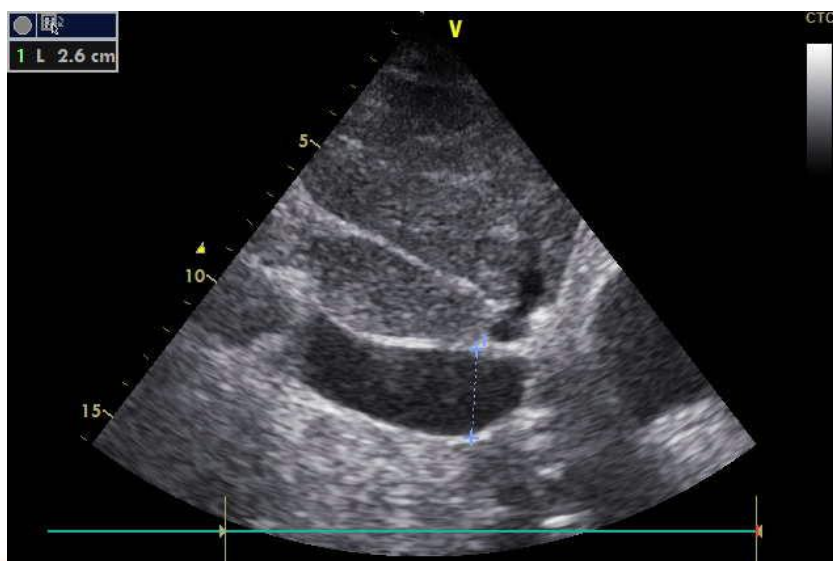


Umělá plicní ventilace

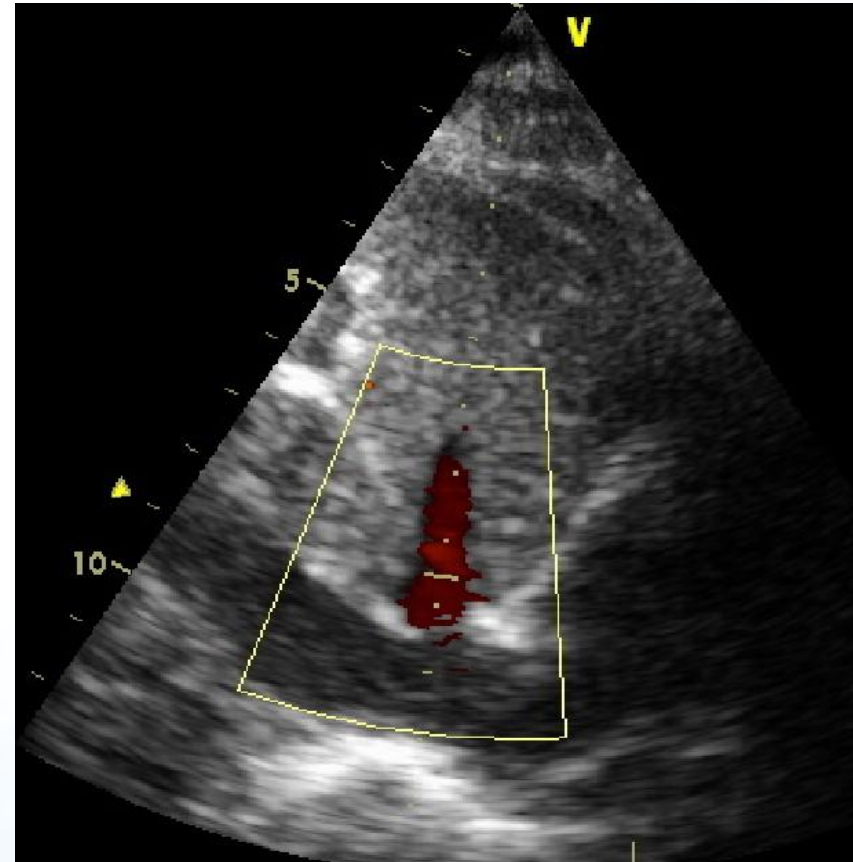
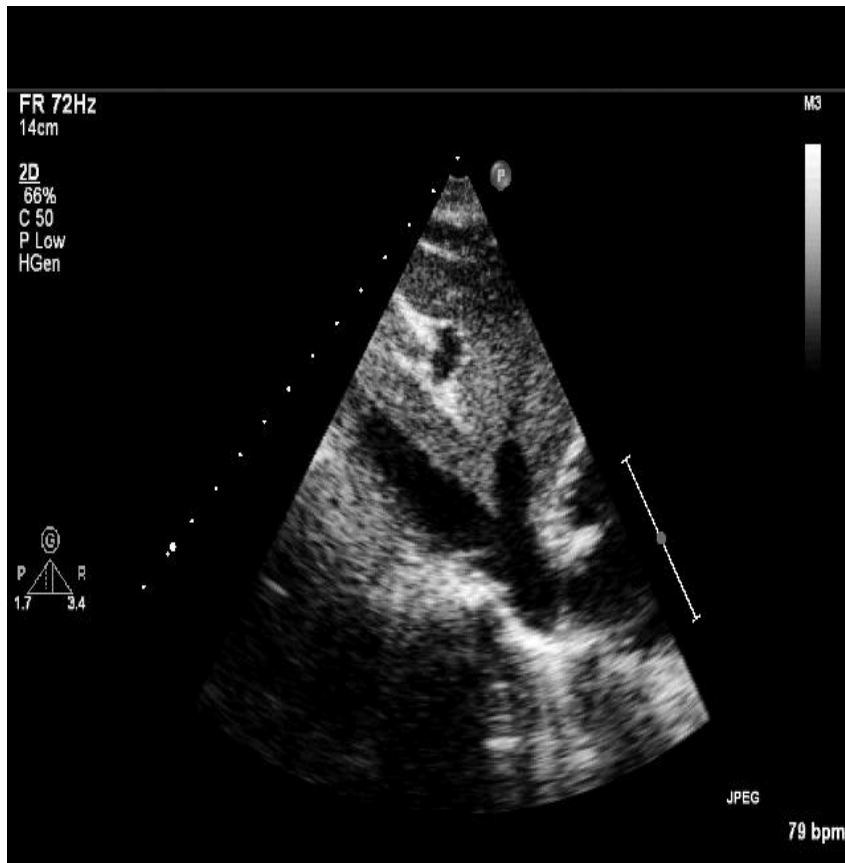
- uvedený postup nepoužitelný

$$DD\check{Z} \leq 10\text{mm} \Rightarrow \text{RAP} < 10\text{mmHg}$$

DDŽ štíhlá a kolabuje => hypovolemie

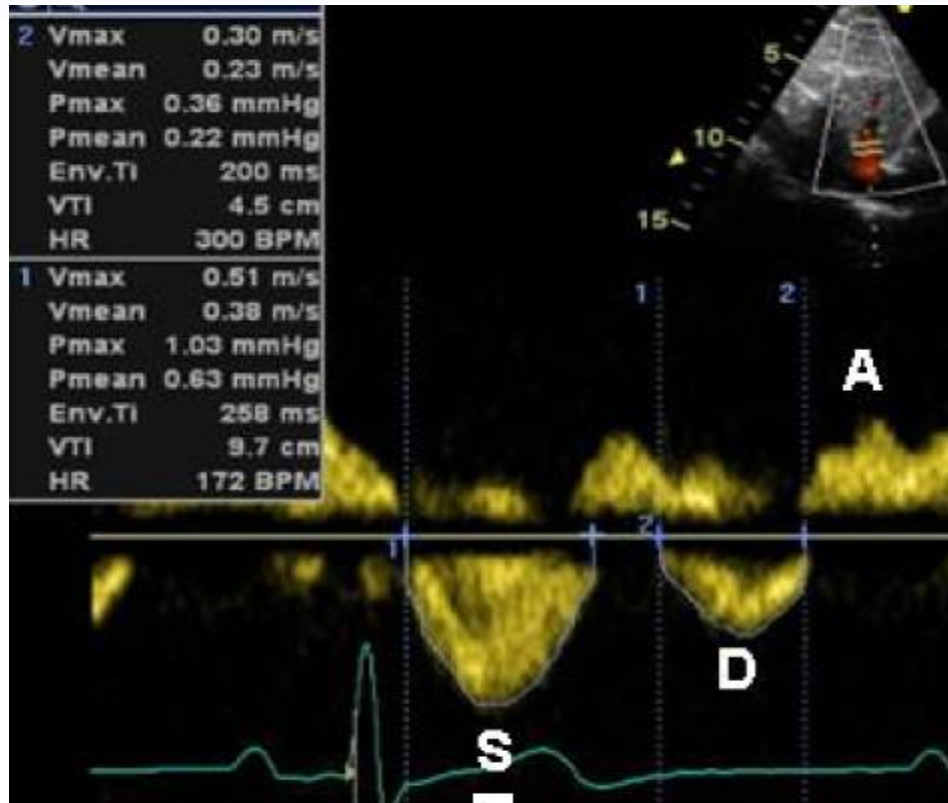


CVP / RAP – dle průtoku jaterní žilou

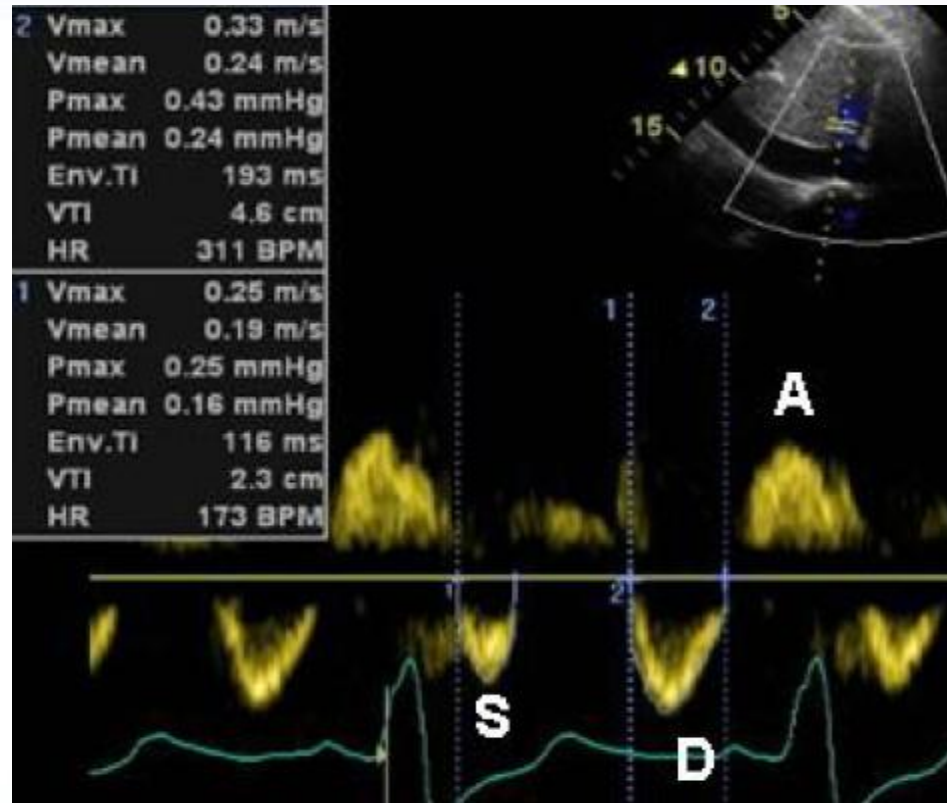


CŽT dle průtoku jaterní žilou

nízký $\rightarrow S > D$



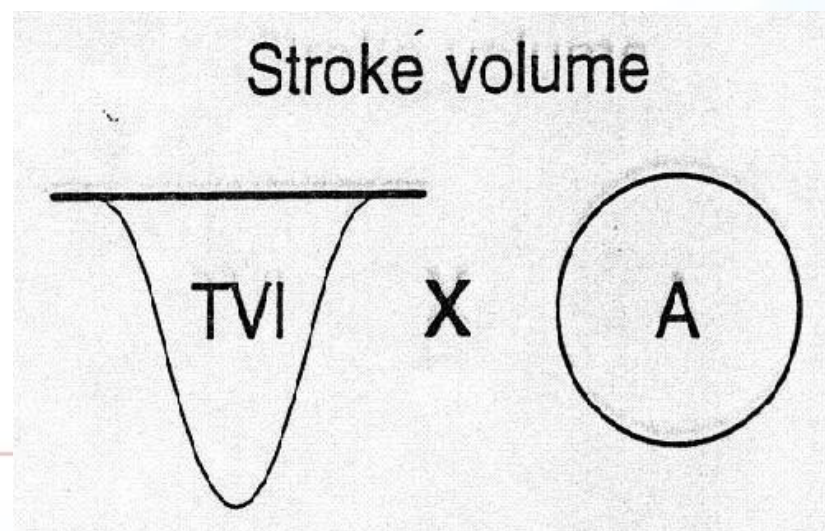
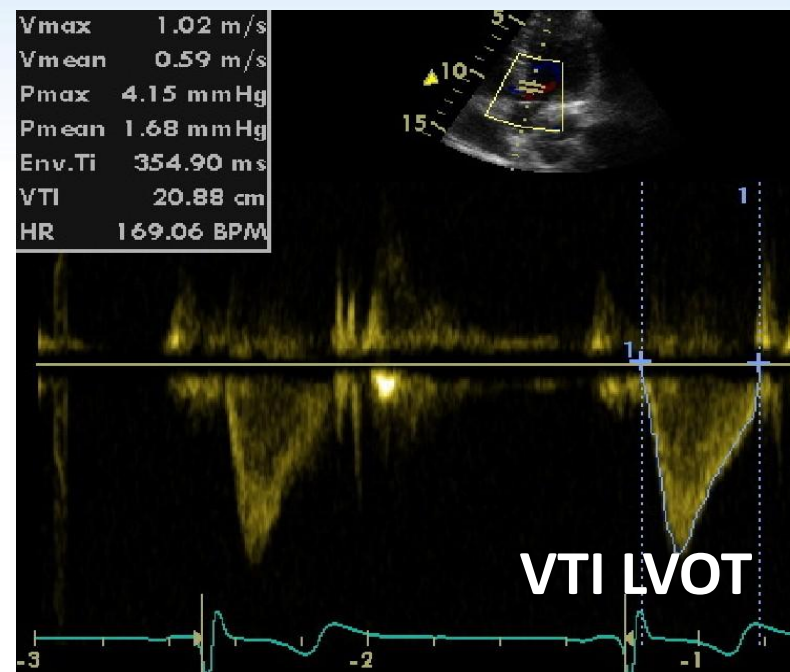
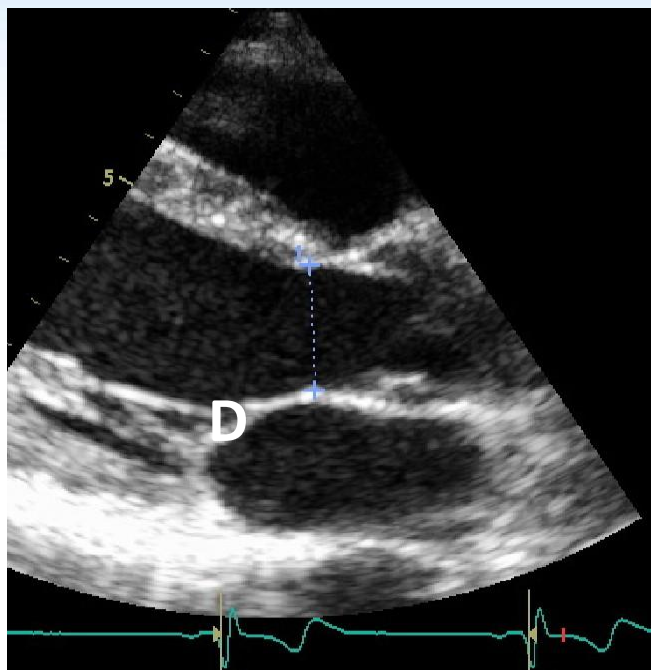
zvýšený $\rightarrow S < D$



$V-S / (V-S + V-D) < 55\% = > \text{vysoký RAP}$

Potvrzeno i pro UPV.

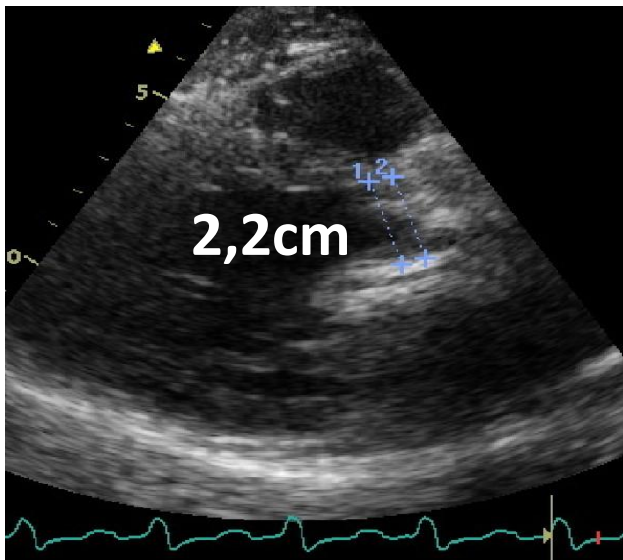
Tepový objem (SV), srdeční výdej (CO)



Velocity time integral (VTI)

Tepový objem (SV) = plocha LVOT (konstatní) x **VTI LVOT**

variabilní

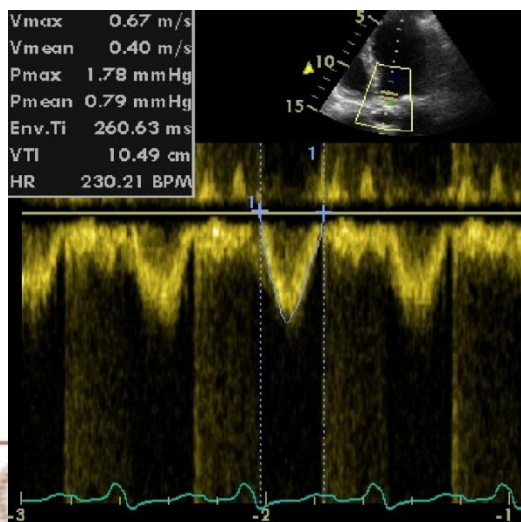


$$\pi \times (D/2)^2$$
$$3.14 \times (2,2/2)^2 = 3,8 \text{ cm}^2$$

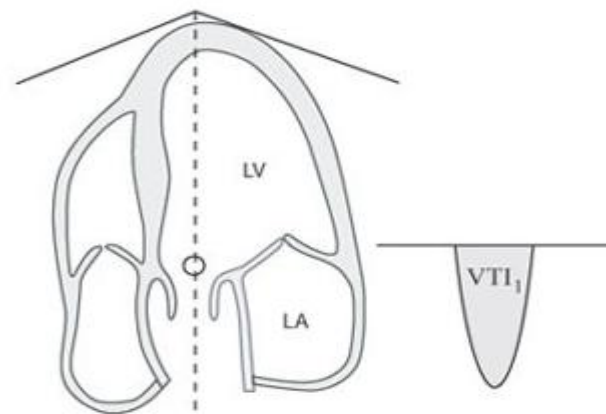
$$CO = SV \times \text{srd. frekv.} \rightarrow 40 \times 100 = 4\,000 \text{ ml/min} = 4 \text{ l/min}$$

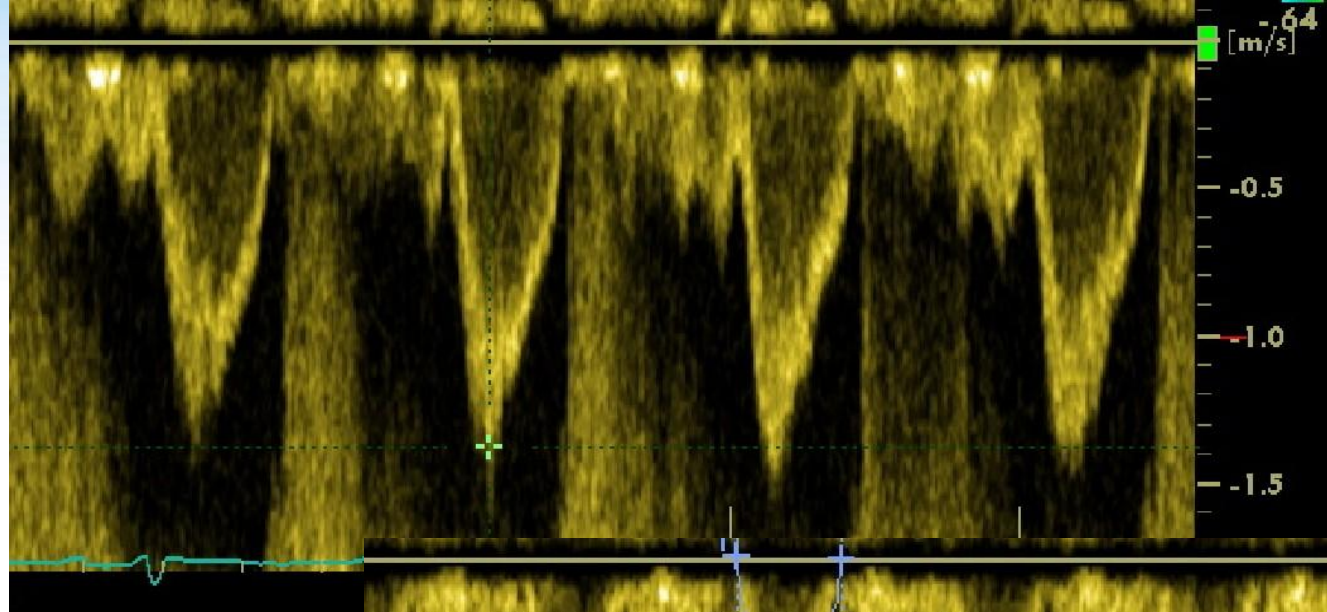
TTE – apikální pětidutinová projekce

- PW do oblasti výtokového traktu LK



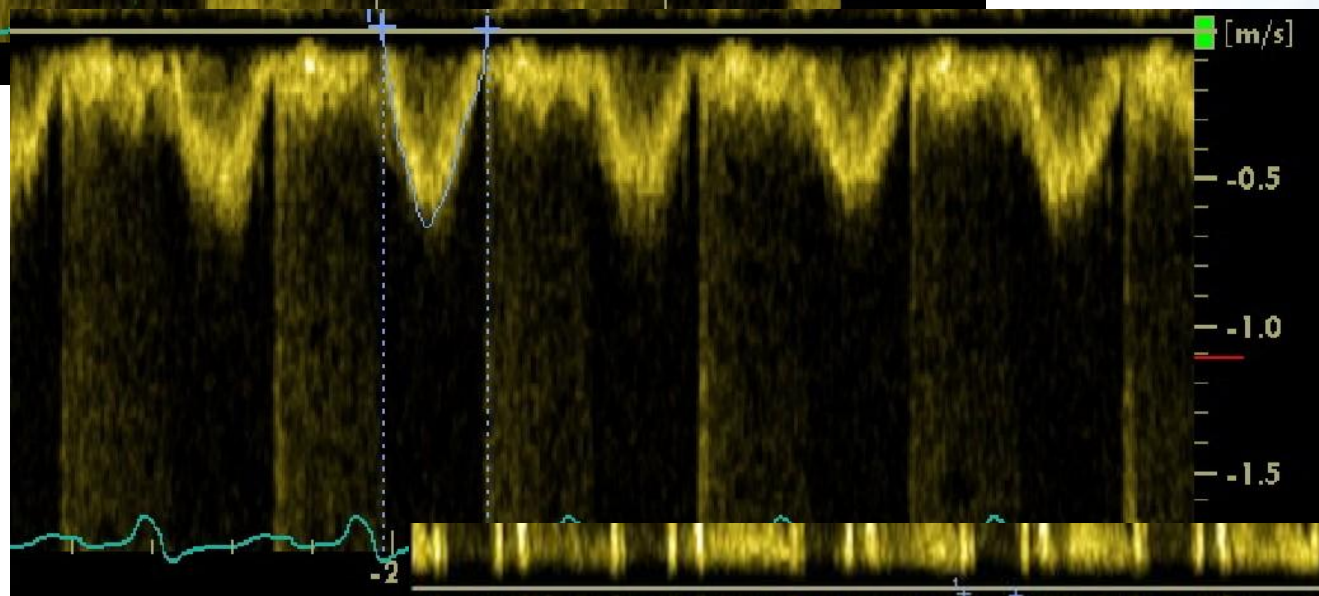
norma VTI
> 18cm



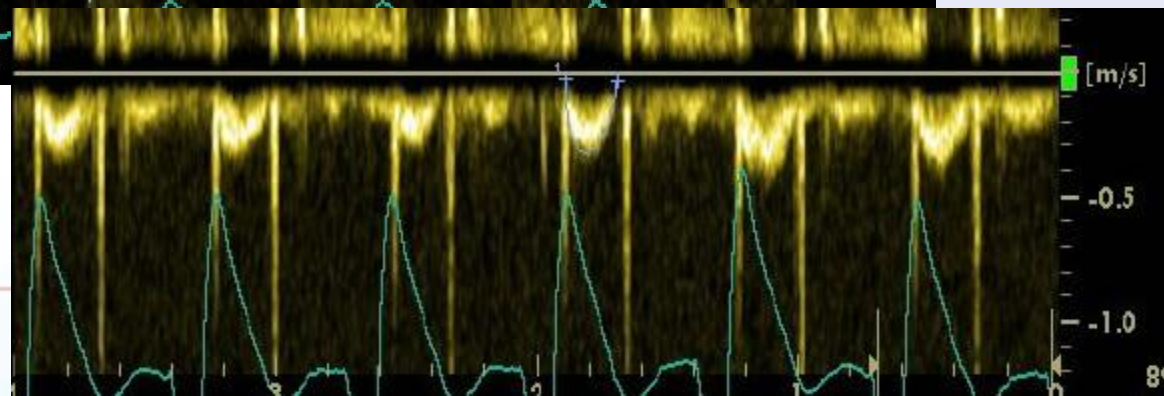


norm.

DKMP

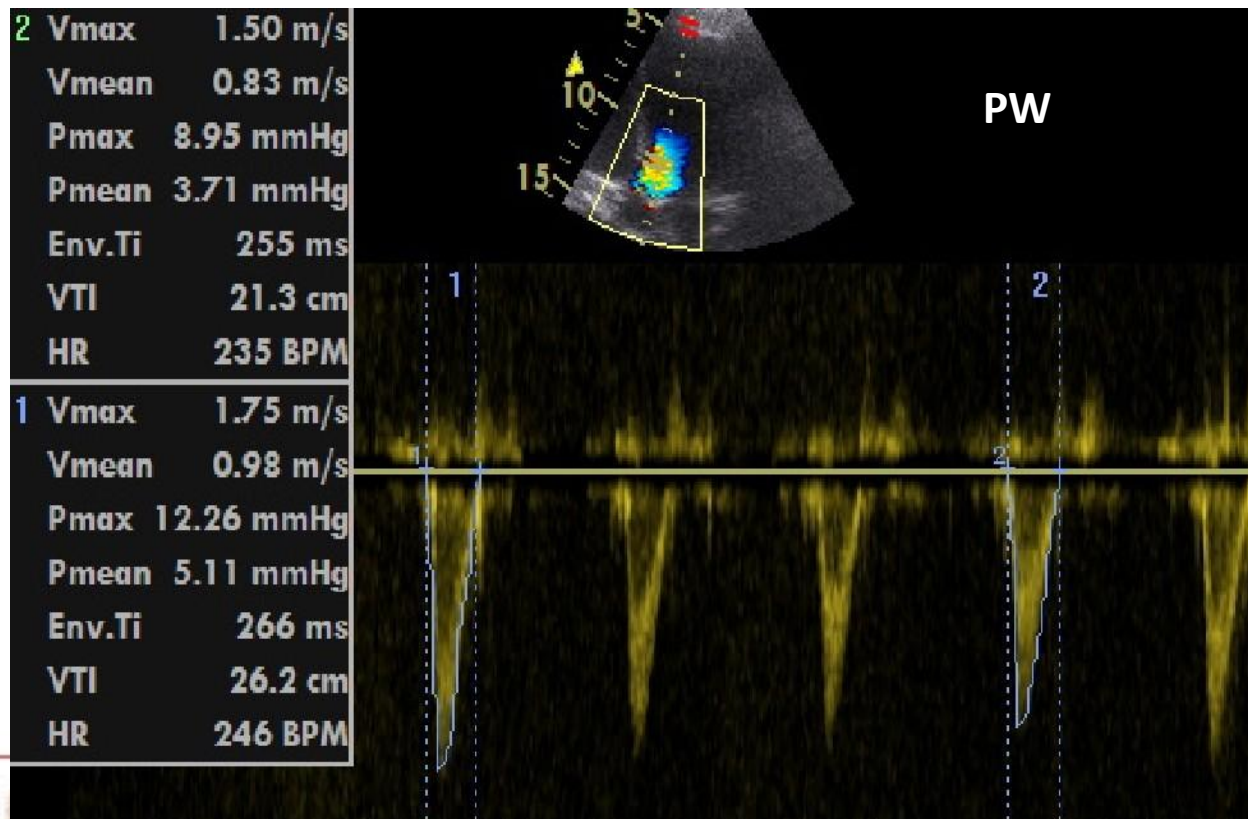


kardiogenní šok



Variace VTI LVOT, příp. Vmax LVOT

- pokud během mech. ventilace => **závislost komor na preloadu**
- variace **VTI LVOT** > **20%** => „+“ odpověď na tekutiny
(pro **Vmax LVOT** > **12%**)
- $(\text{max.} - \text{min.}) / [(\text{max.} + \text{min.}) / 2] \times 100\%$



Variace Vmax:

$$(1,75 - 1,50) / [(1,75 + 1,50) / 2] = 15\%$$

Variace VTI LVOT:

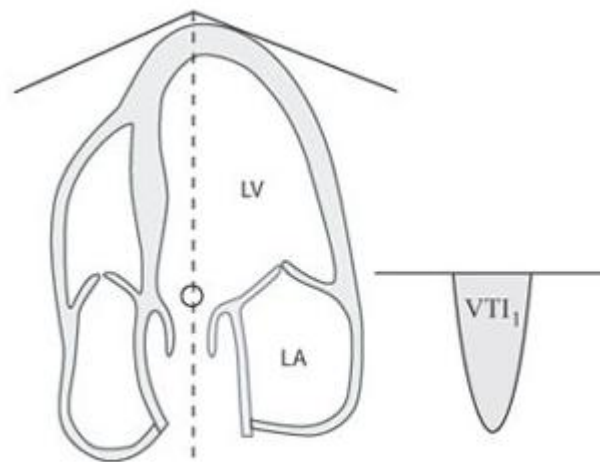
$$(26,2 - 21,3) / [(26,2 + 21,3) / 2] = 21\%$$

Variace VTI LVOT, příp. Vmax LVOT

- změny preloadu → změny SV
- změny SV → $V_{\max}$ / VTI
v oblasti výtokového traktu LK

TTE – apikální pětidutinová projekce

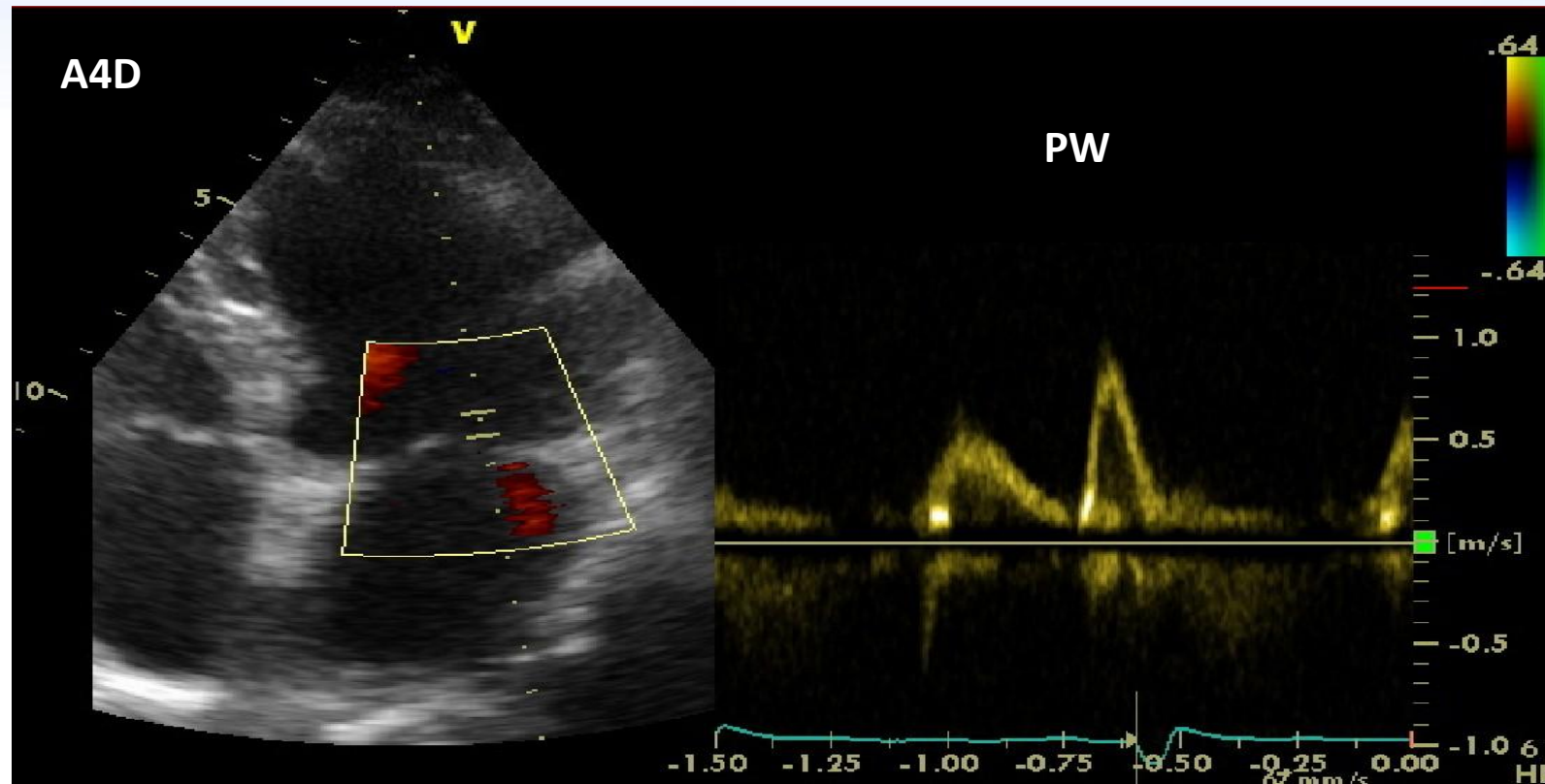
- PW do oblasti výtokového traktu LK



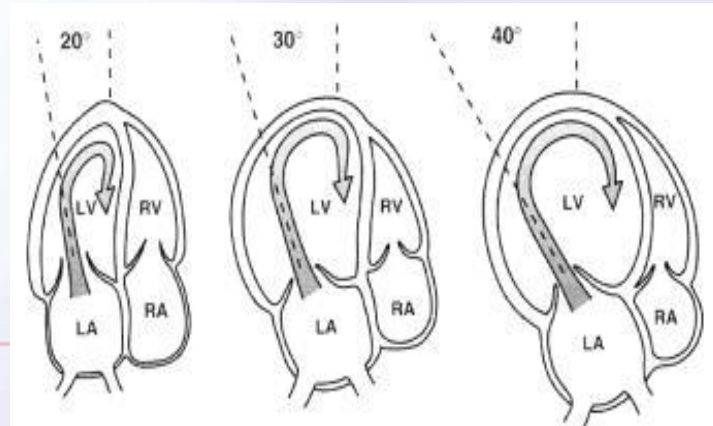
- Spolehlivost měření:
- minimální/žádná interference s UPV
 - dostatečný dechový objem 6 - 8 - 10 ml/kg
 - nízká u arytmií (FiS)
 - výrazné zvýšení nitrobřišního tlaku



Mitrální vtok

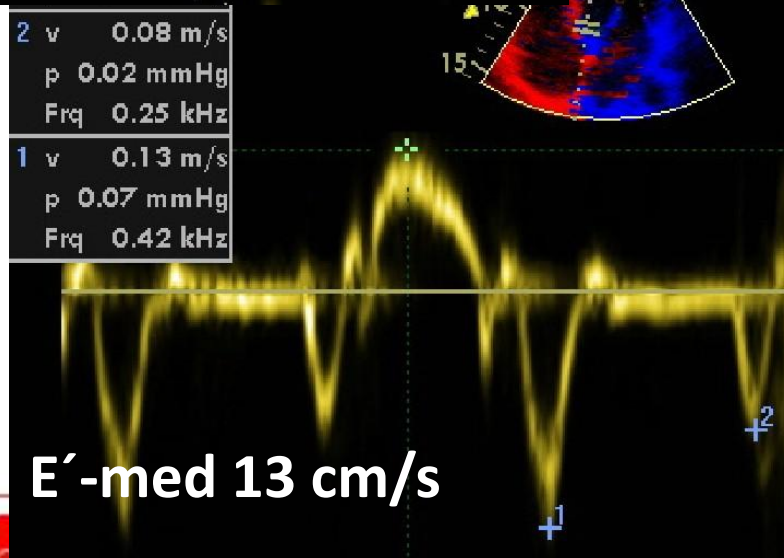
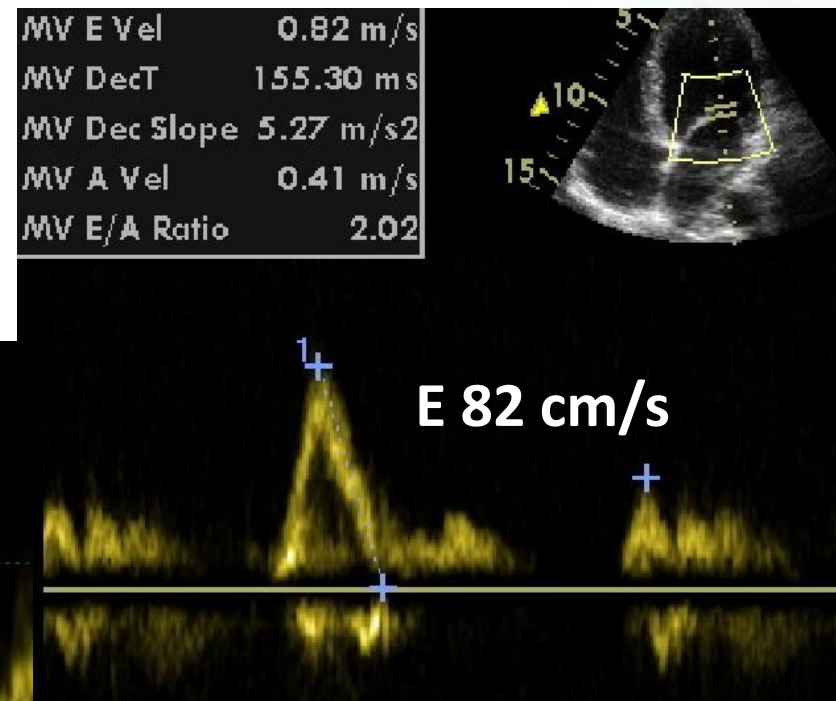
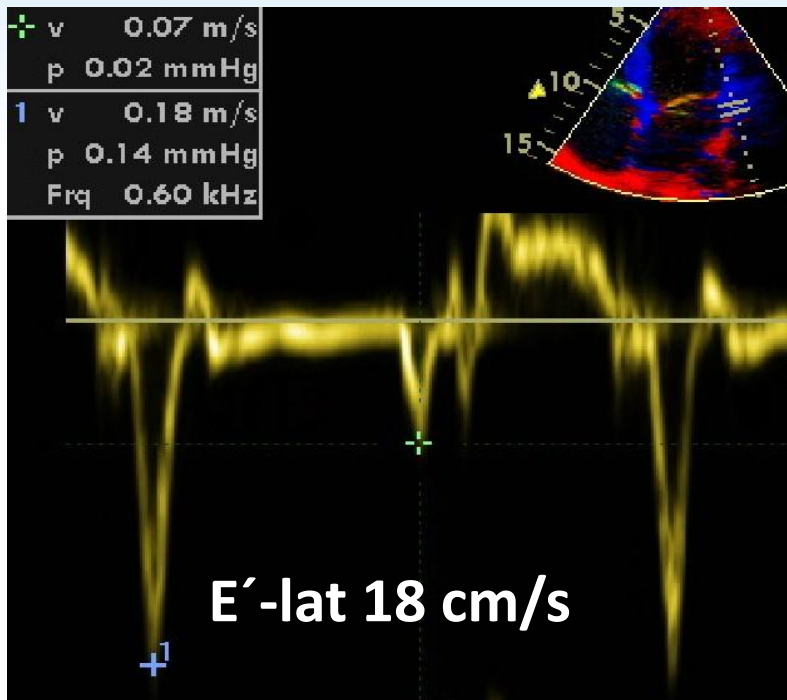


- vzorkovací objem mezi okraje cípů
- CFM → kurzor paralelní s proudem
- na konci lehkého expiria



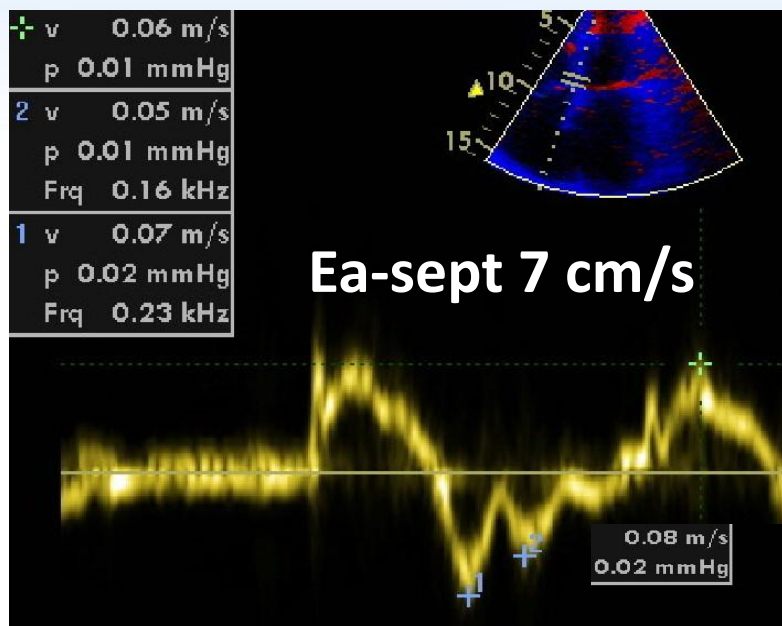
Normální plnicí tlak

- $E/E' \leq 8$
 - $\downarrow EF \rightarrow$ průměrné E'
 - norm. EF $\rightarrow$ prům, sept, lat

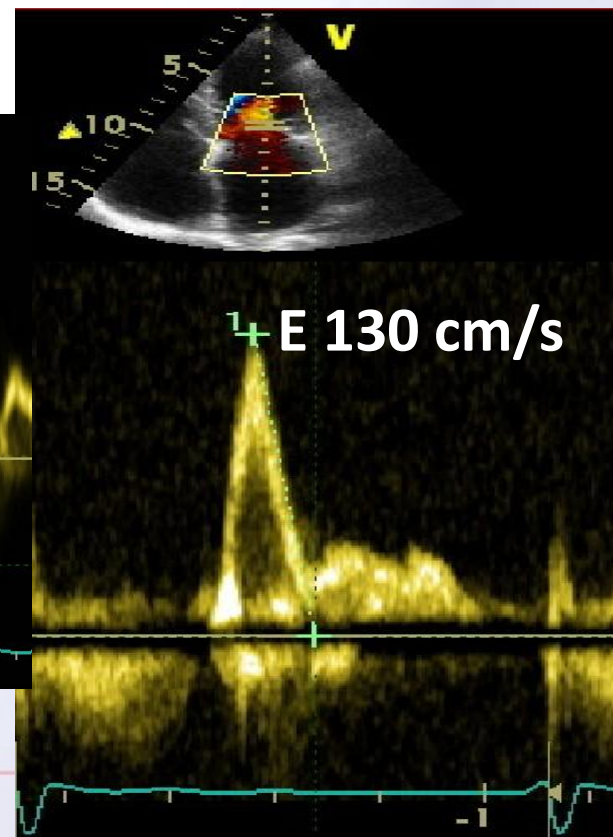
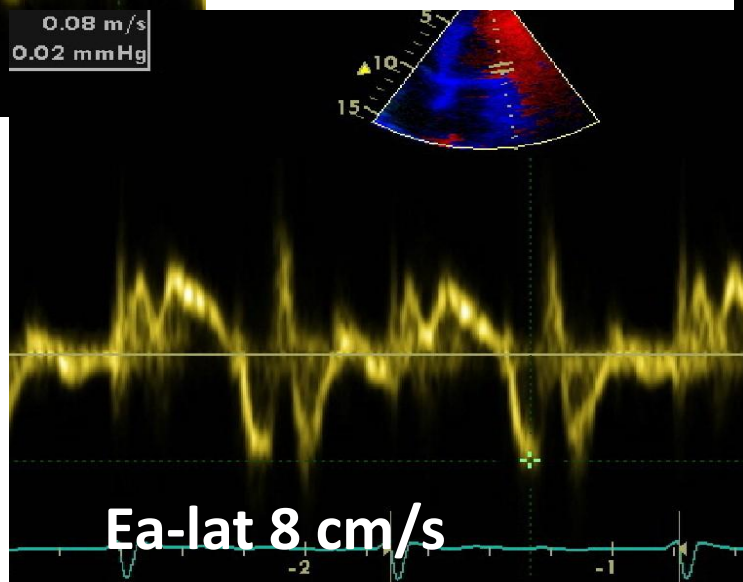


E/E' sept = 6,3
 E/E' lat = 4,6
 E/E' prům = 5,3

Zvýšený plicní tlak



- $\downarrow$ EF $\rightarrow$ $E/E' - \text{prům} \geq 15$
- norm. EF $\rightarrow$ $E/E' - \text{sept} \geq 15$
 - $\rightarrow E/E' - \text{lat} \geq 13$
 - $\rightarrow E/E' - \text{prům} \geq 14$



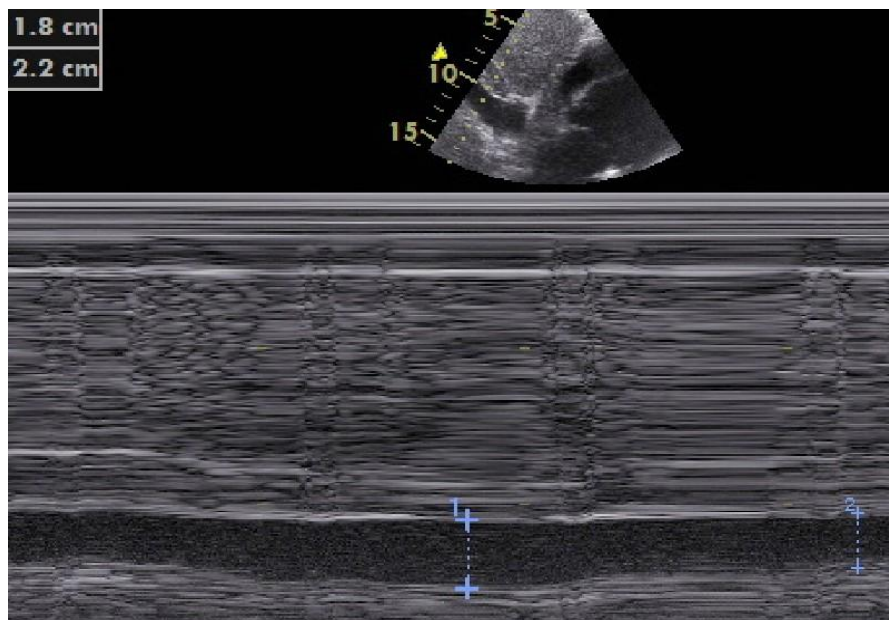
Index distensibility DDŽ

Insuflice (UPV) → ↑ tlak intrathorakál. > intraabdominál.

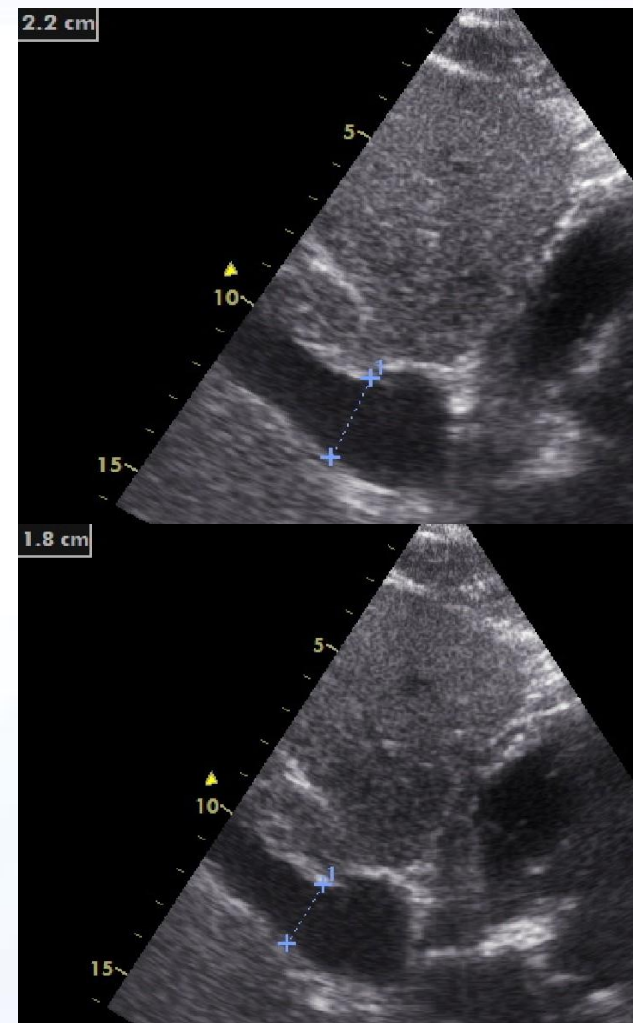
→ pokud dilatování DDŽ

=> **schopnost DDŽ přijmout tekutinu**
(„preload reserve“)

- > **18%** => „+“ odpověď na tekutiny
- $D_{max} - D_{min} / D_{min} \times 100 \%$



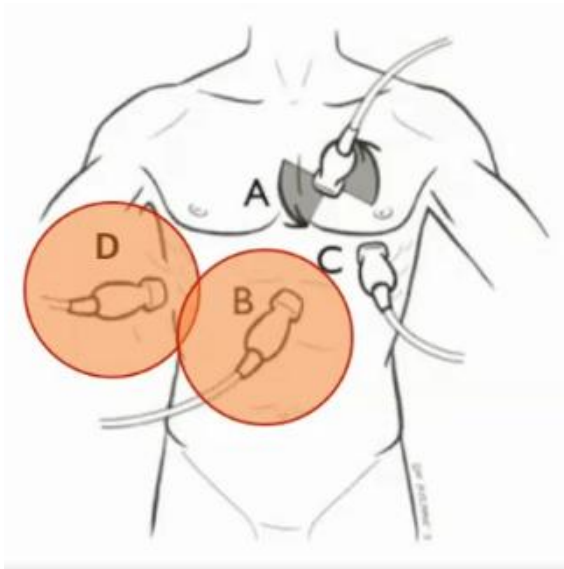
$$22-18 / 18 \times 100 = \mathbf{22\%}$$



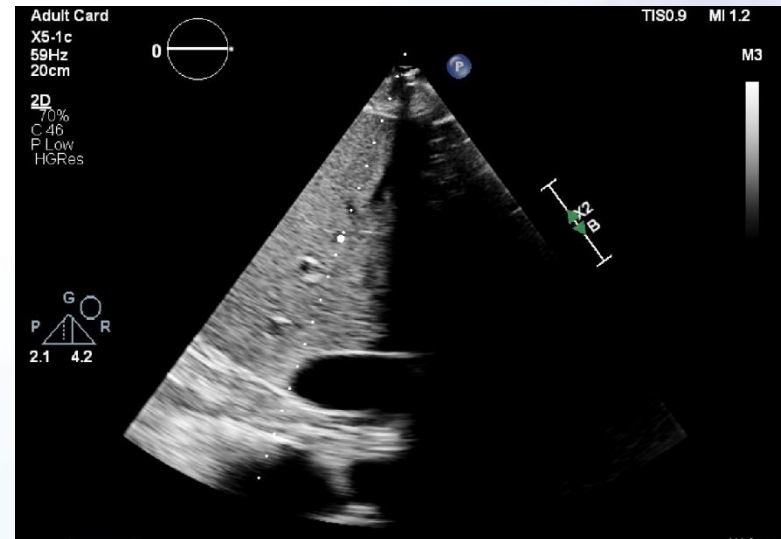
Index distensibility DDŽ

Ke správnému zhodnocení nezbytná:

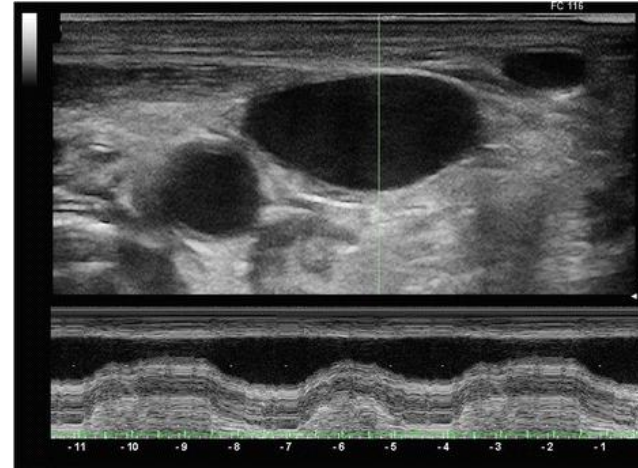
- dobrá vizualizace DDŽ v průběhu celého dechového cyklu
- UPV (Vt 8ml/kg) bez spontánní dechové aktivity
- menší ovlivnění poruchou srdečního rytmu než LVOT VTI / Vmax.



D - transhepatální projekce DDŽ



Index distensibility VJI



- lineární USG sonda
- elevace hlavy 30°
- **> 18%** => „+“ odpověď na tekutiny



Obraz restriktivního plnění LK

dle parametrů mitrálního vtoku

E.....vrcholová rychlost časného plnění LK

A.....vrcholová rychlost pozdního plnění LK

E/A ≥ 2 a DT < 150 ms
=> zvýšený pl. tlak

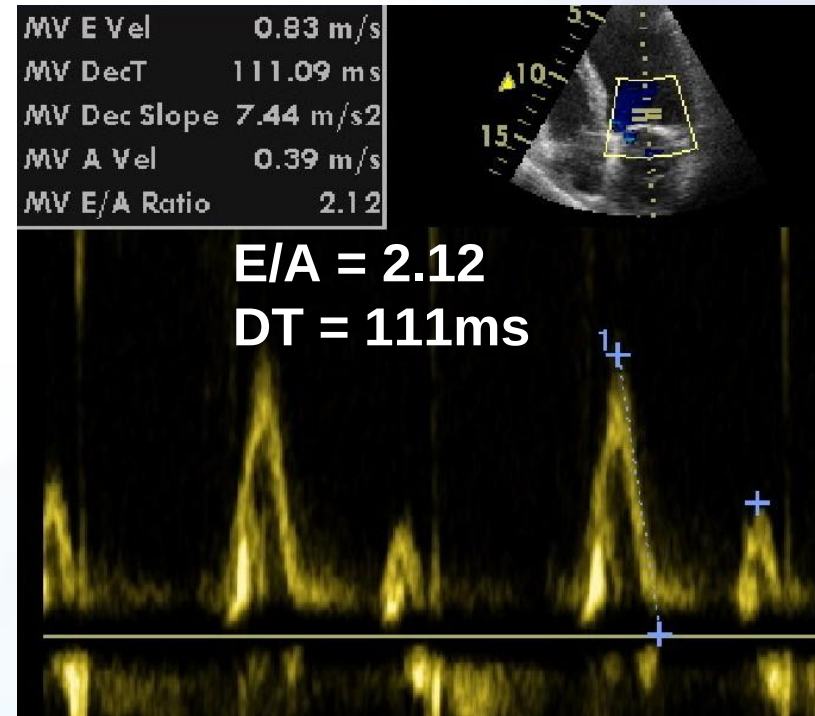
tekutiny +/- NE

Významné zvýšení plnicího tlaku napomáhá identifikaci vysoce rizikových pacientů:

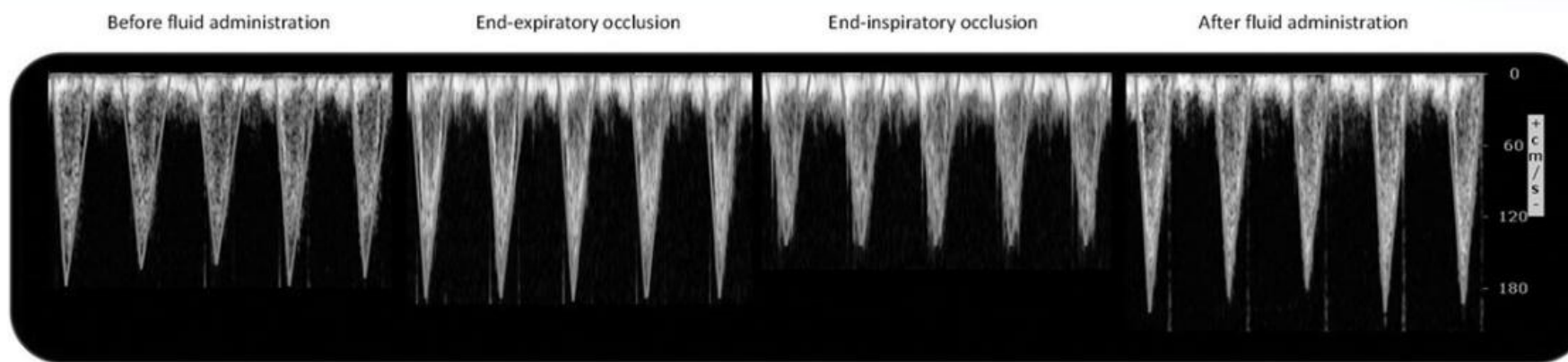
např.:

- ↓ prognoza těžké sepsy
- ↓ weaning od UPV
- ↓ k tekutinové resuscitaci

► DDŽ > 2,5cm (bez resp. variability)

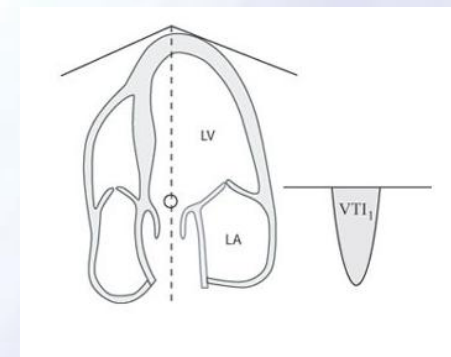


Manévry EEO, EIO



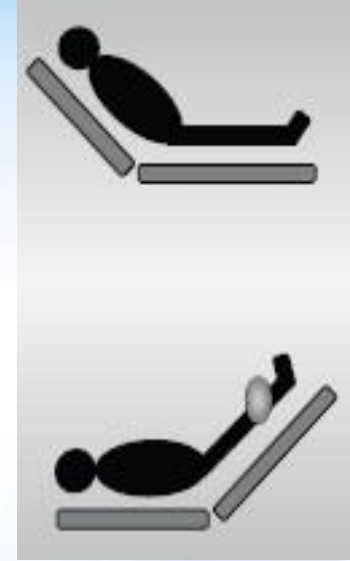
- EEO
- EIO

- trvání manevru 15s (následně změření VTI)
- změna $VTI \geq 13\%$ = volumresponzibilita
(senzitivita 93%, specificita 93%)
- bez interference s UPV



Pasivní elevace DK (PLR – passive leg raising)

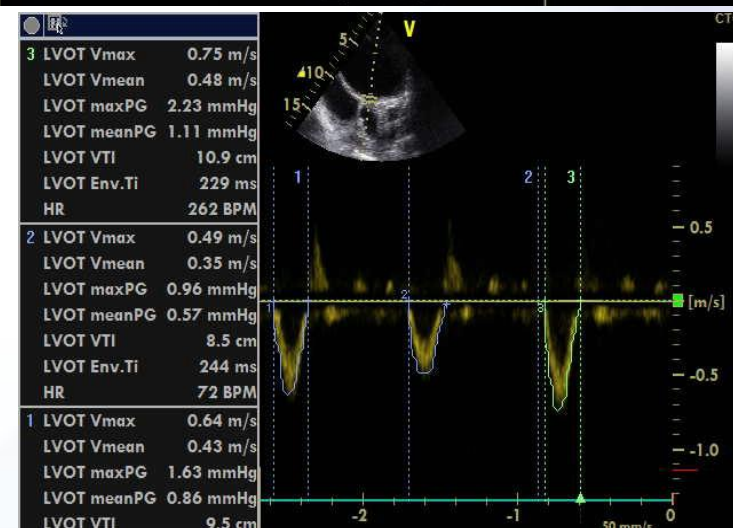
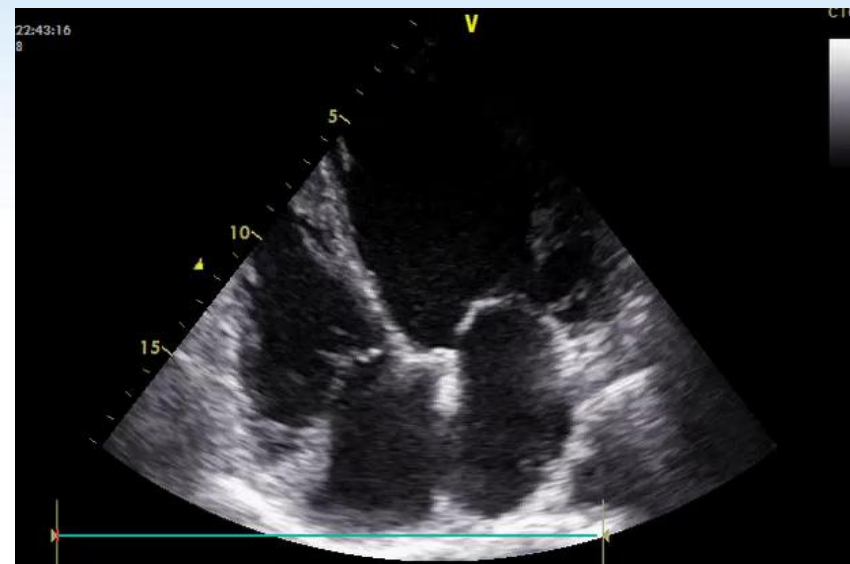
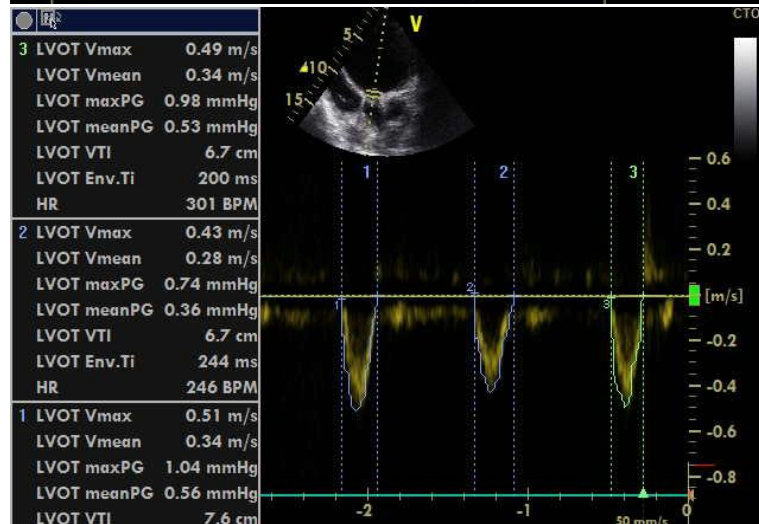
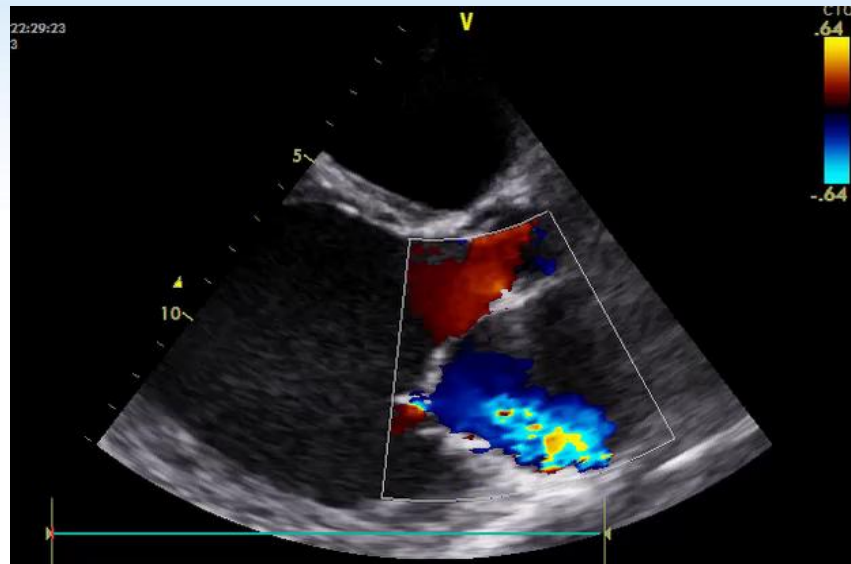
- mobilizuje 300 – 500 ml krve z DK
- obdoba bolusu tekutin – ale **reverzibilní** !!
- pac. naznak → DK do 45 st.
- tep. objem (n. VTI LVOT) před a 1-3min. po manévru
- **↑ VTI o 15%** => „+“ odpověď na tekutiny



Pasivní elevace DK (PLR – passive leg raising)

- zhodnocení volumresponze u spontánně ventilujících
u pacientů s poruchami srdečního rytmu
- limitující - dyskomfort / bolest v průběhu testu
 - amputace DK
 - zvýšený nitrolební TK
 - těžká ICHDK
 - bandáže DK





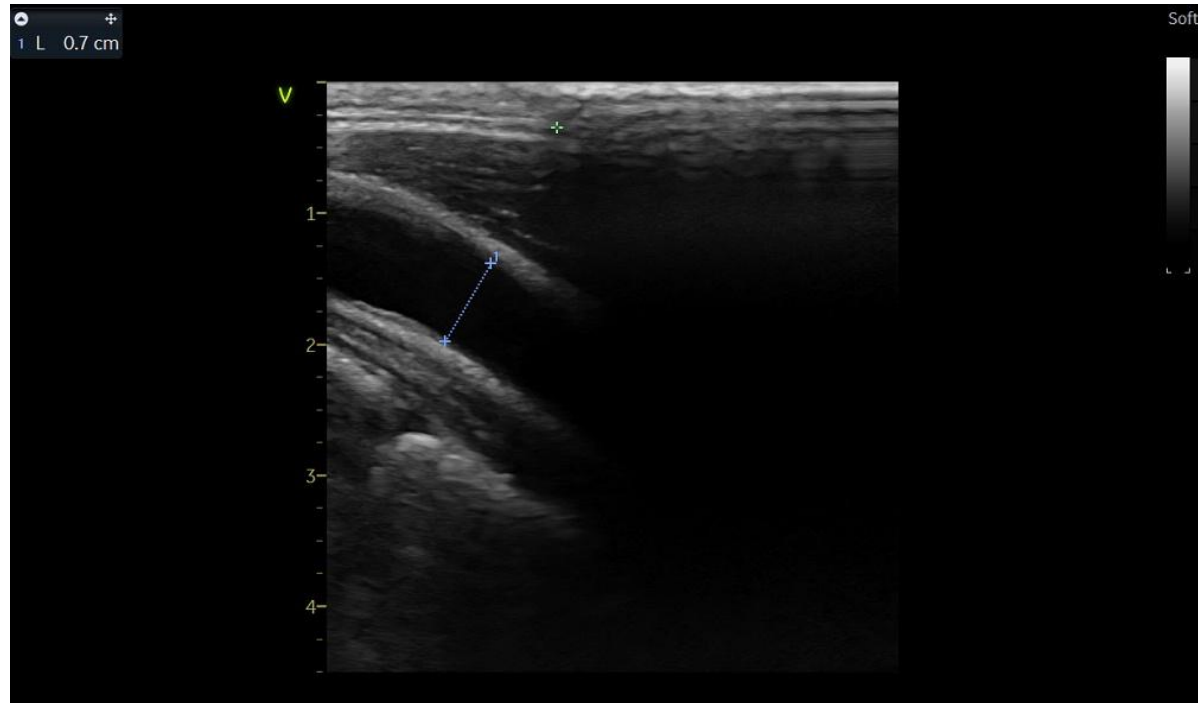
↑ 26%



„Ize to i bez echokardiografie“ 😊



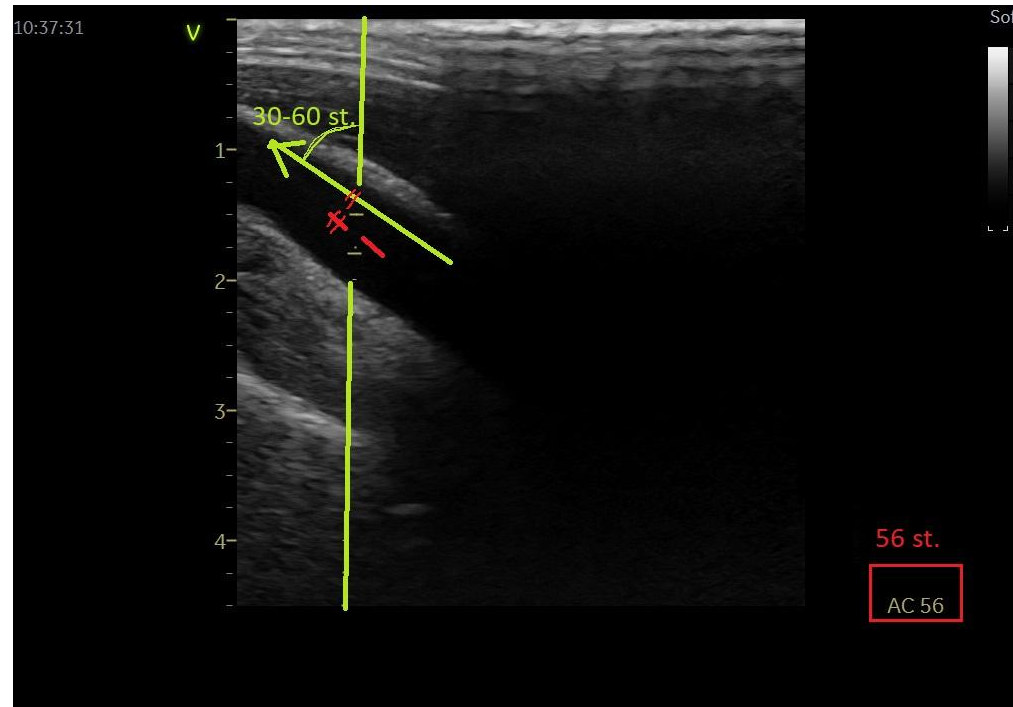
Carotid flow



- podélný řez cévou, identifikace bulbus karotidy, cca 1.0-1.5 cm za bulbem se změří příčný rozměr karotidy technikou inner-to-inner



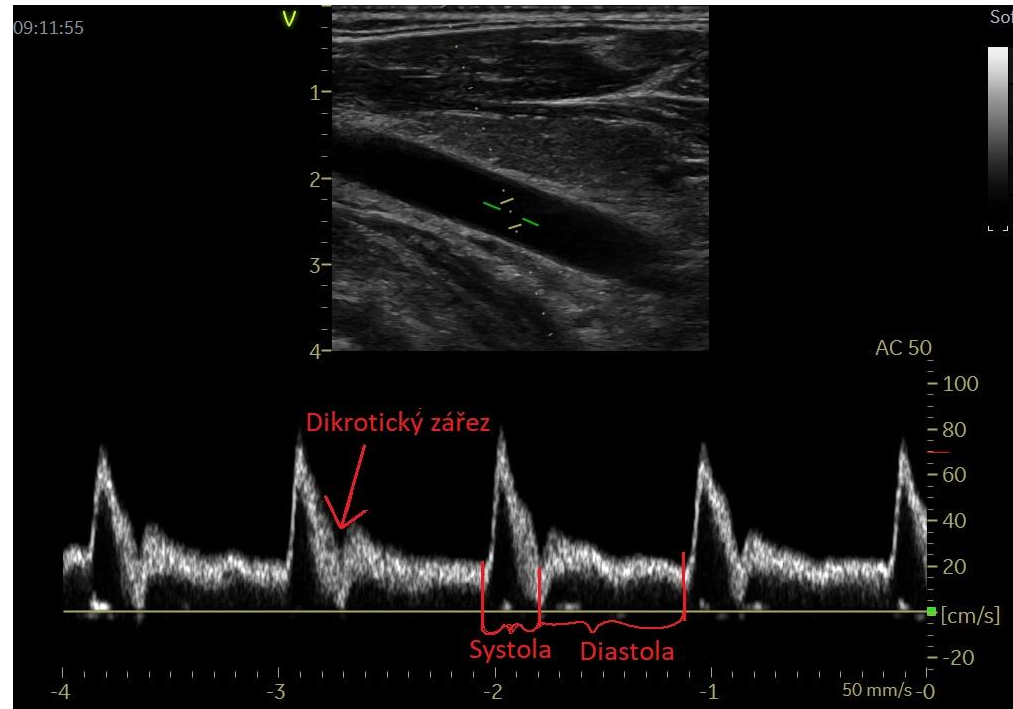
PW



- Je důležité, aby USG paprsek svíral s linií toku krve úhel 30-60 stupňů (steer angle, zelene linie na obr. níže). Úhel vzorkovacího objemu se nastaví tak, aby byl paralelní s linií toku krve (angle correction, červená linie na obr. níže). Angle correction se pak rovna steer angle a jeho hodnota je na levém dolním okraji monitoru (červený rámeček, hodnota 56 stupňů na obrázku níže).



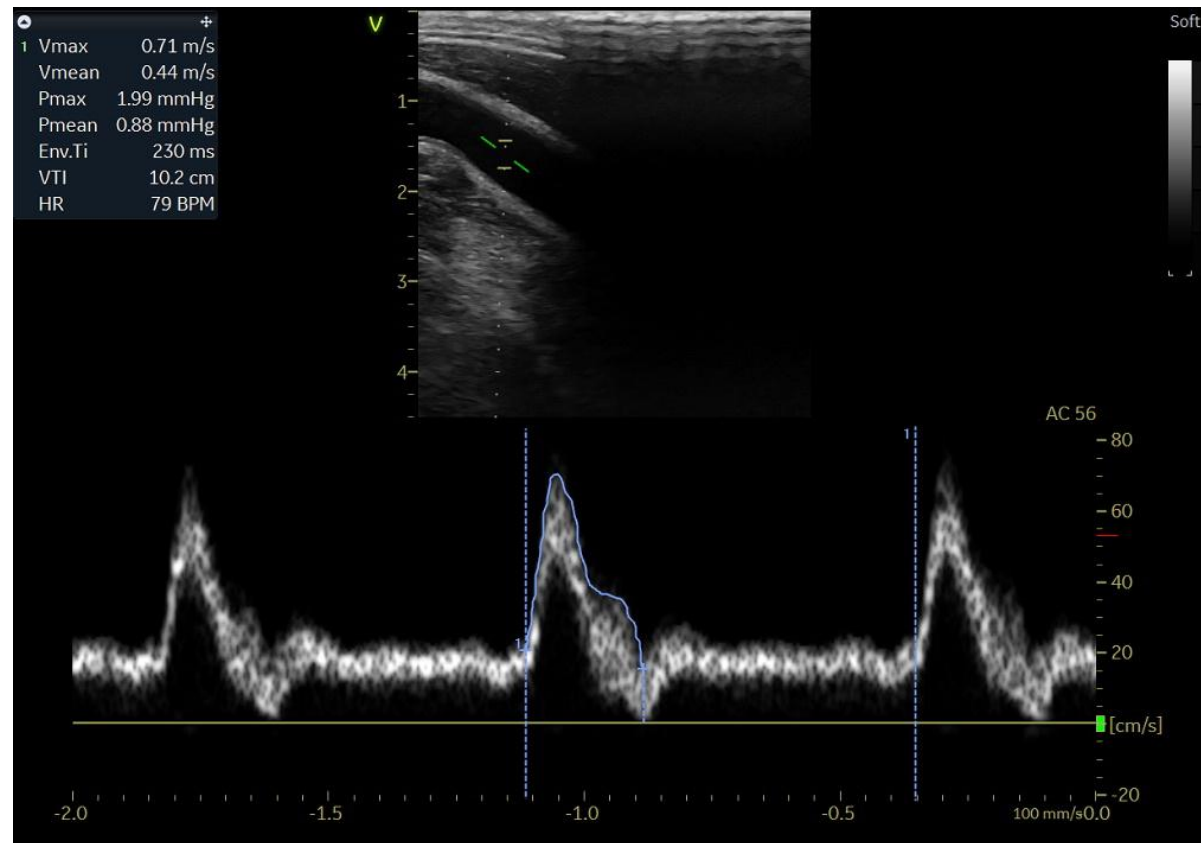
Změření VTI



- Následně se změří VTI toku v karotidě v systole. Systola je definovaná jako časový úsek od začátku vzestupu křivky po dikrotický zářez.



Vyhodnocení VTI



Systolický tok karotidou

Systolický tok karotidou (SCF) je možno vypočítat jako:

$$SCF = \frac{\pi D^2 \times VTIs \times HR}{4}$$

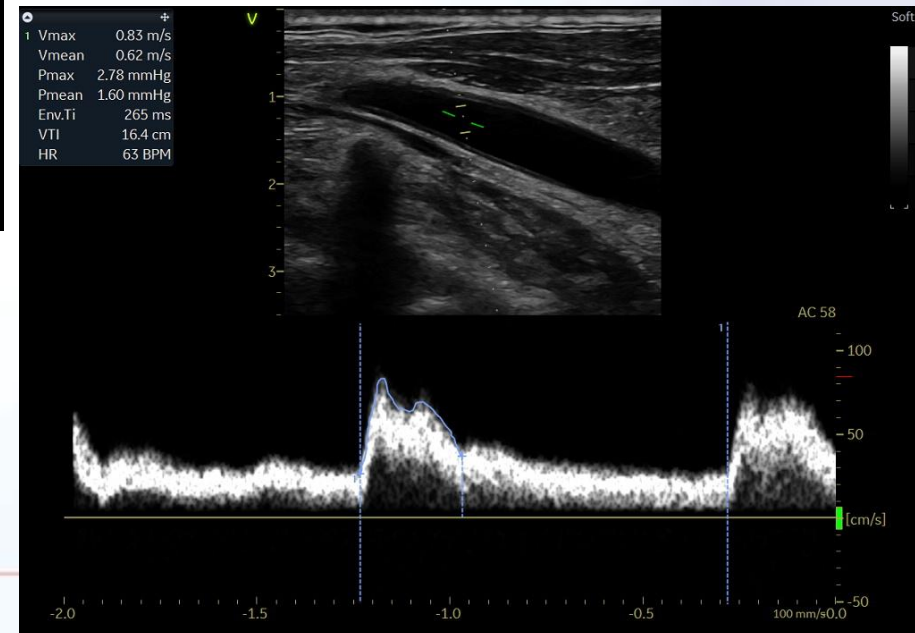
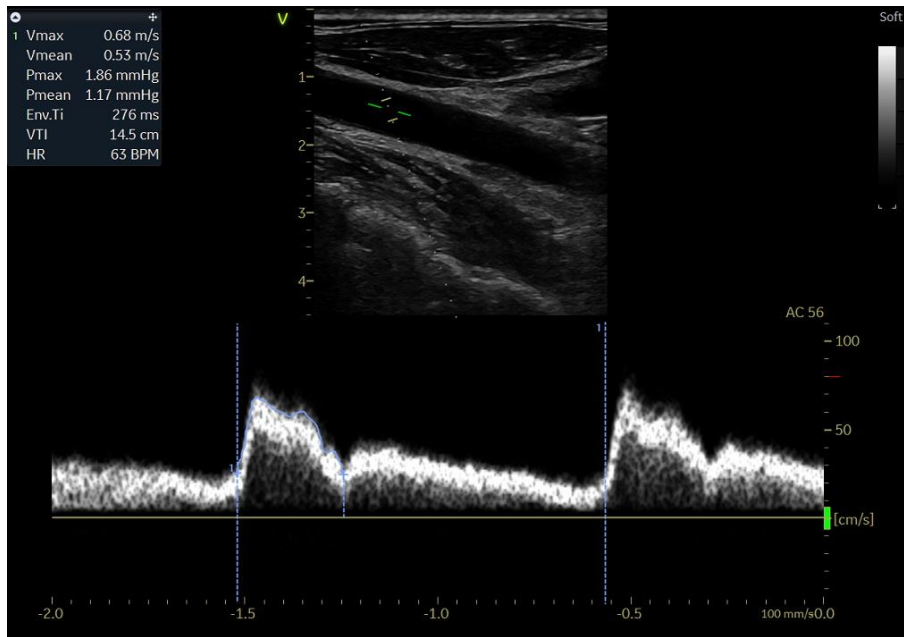
D je diameter karotidy

VTIs je VTI v systole

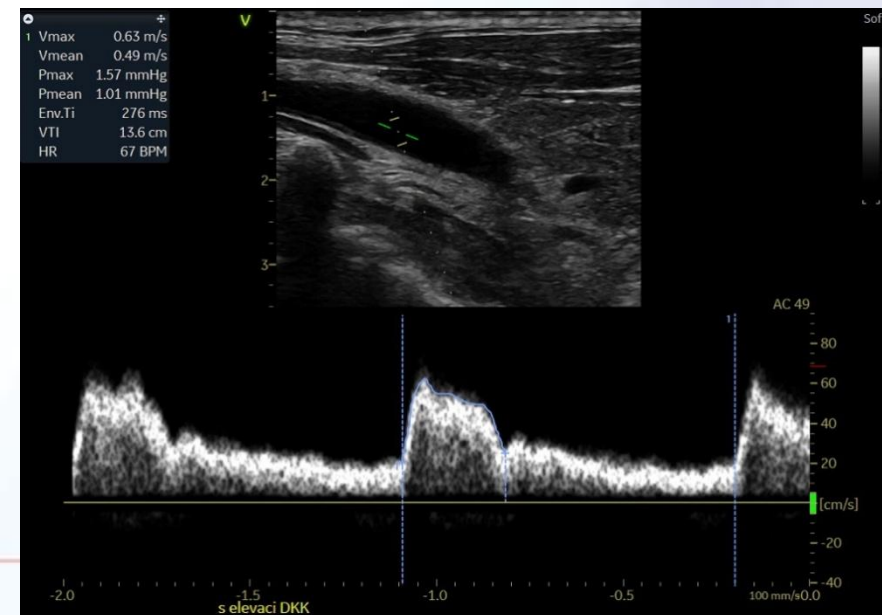
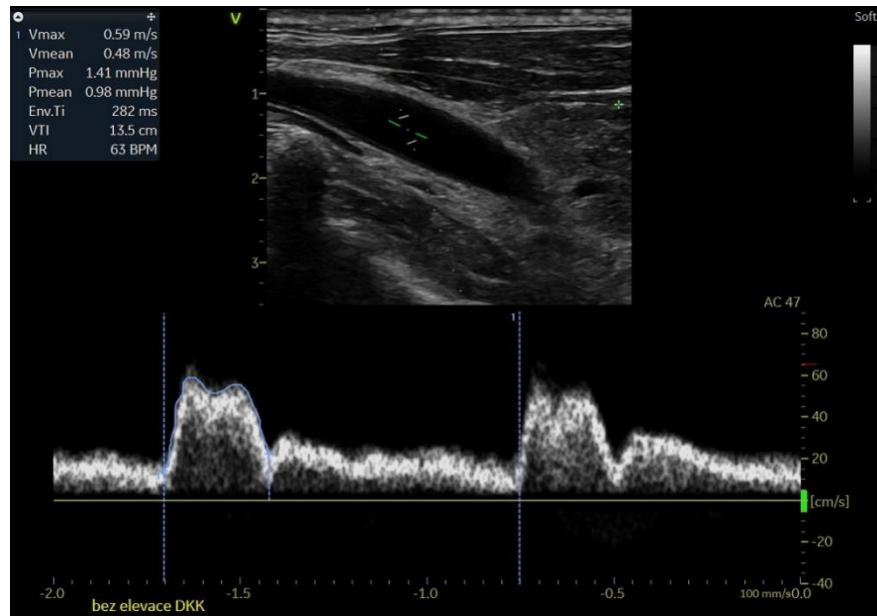
HR srdeční frekvence.



VTI před a po elevaci DK



VTI před a po elevaci DK



Děkuji za pozornost...



Odhad centrálního žilního tlaku

CVP	průměr DDŽ	kolaps (usilovný nádech)
3mmHg	$\leq 21\text{mm}$	$> 50 \%$
8mmHg	$\leq 21\text{mm}$	$< 50 \%$
8mmHg	$> 21 \text{ mm}$	$> 50 \%$
15mmHg	$> 21 \text{ mm}$	$< 50 \%$

ventilovaní nemocní – posouzení pouze kolabování DDŽ



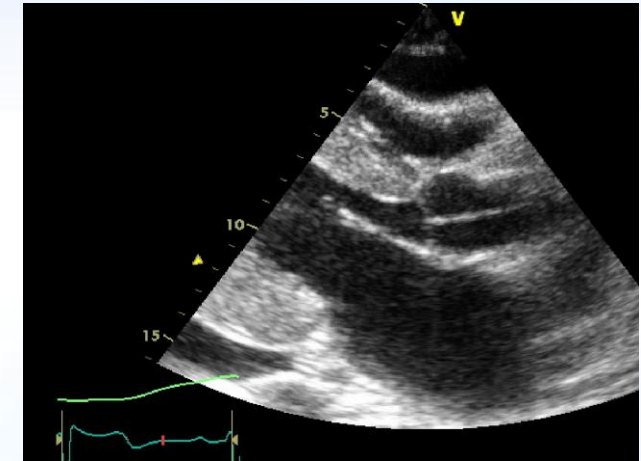
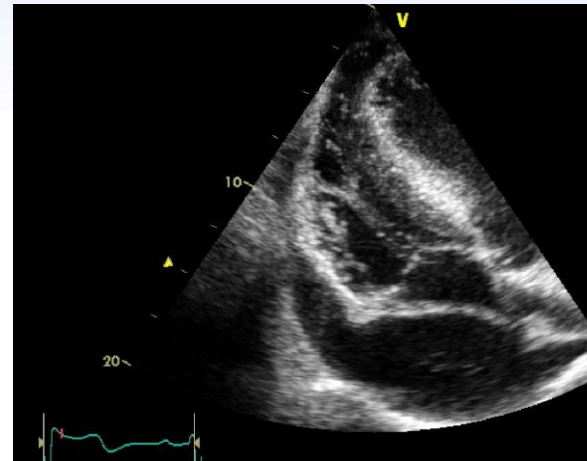
Srdeční tamponáda



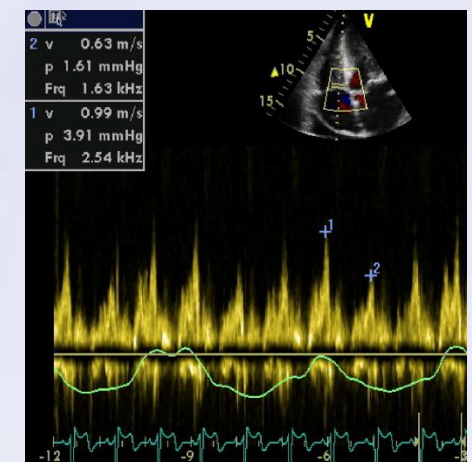
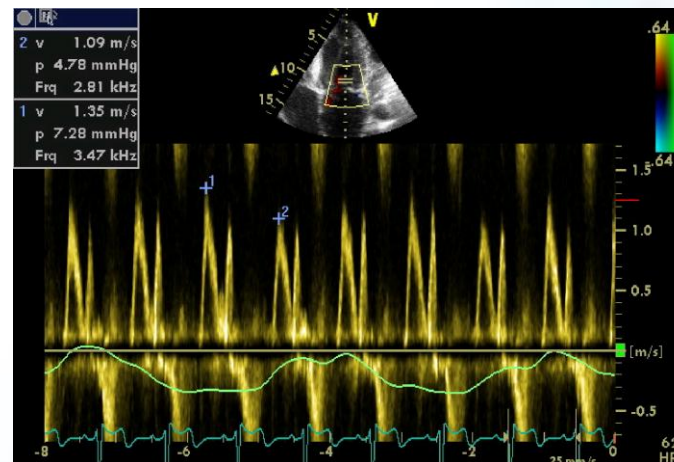
- Akutní x chronicky vzniklá
- Vzestup žilního tlaku, progresse zn. tkáňové hypoperfuze a sympatoadrenální odpověď
- Oslabení srdečních ozev
- Hypotenze
- Distendované krční žíly
- Rychlé podání bolusu tekutin
- Perikardiocentéza
- Definitivní kardiochirurgické ošetření ze sternotomie



Tamponáda



Komprese PS, PK



Kolísání vtokových rychlostí na AV ústích

Plicní embolie

Klinika:

- **Náhle vzniklá dušnost**
- Bolest na hrudi
- Kašel
- Hemoptýza
- Snížení srdečního výdeje, může být zvýšený CVP, PCWP je nízký, přítomna prekapilární plicní hypertenze
- Tachykardie
- Tachypnoe
- Hypotenze

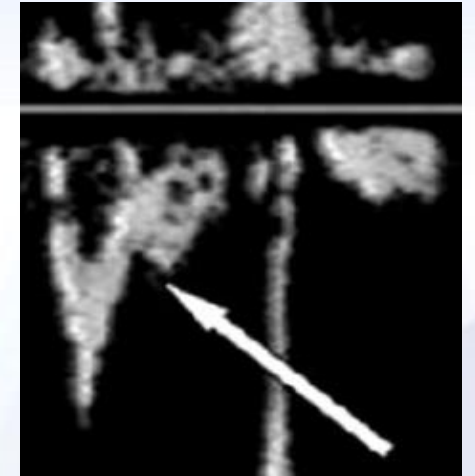
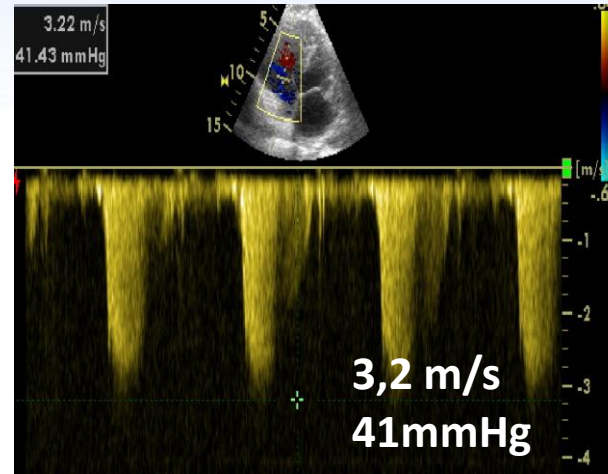
Diagnostika:

- EKG
- Laboratoř
- ECHO + DUSG žil
- CT angiografie



Plicní embolie

- $\uparrow$ PK, $\uparrow$ PK/LK, dysf-ce PK, „D – shape“
- McConnell's sign
- hyperdynamická LK
- pravostr. tromby
- $\uparrow$ grad. Trikuspid. regurgitace
- $\downarrow$ ACT a „notching“ křivky v RVOT
- rozšíření a $\downarrow$ kolaps DDŽ

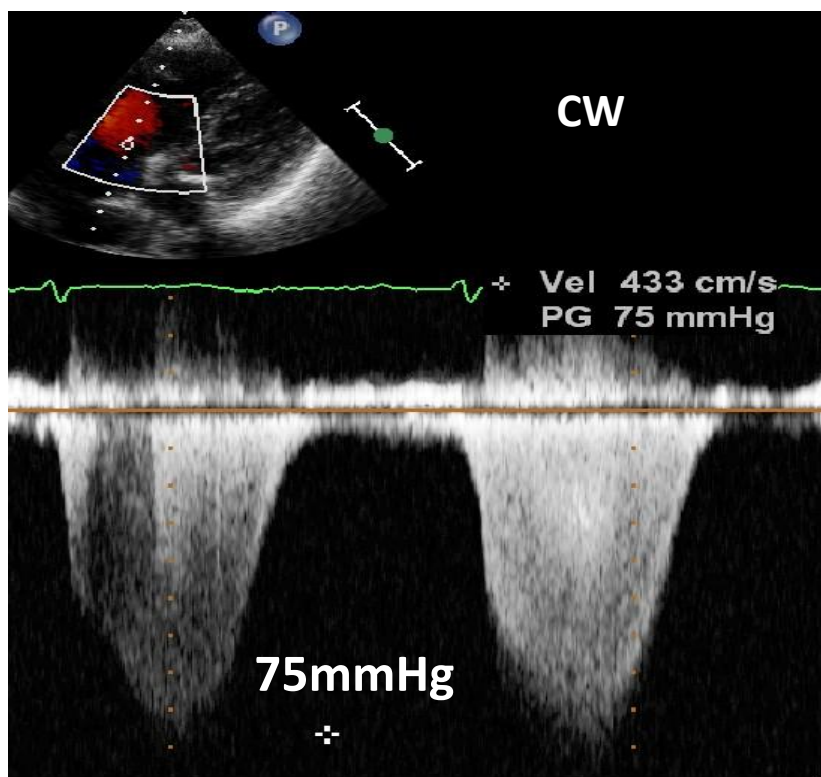


Systolický tlak v plicnici (SPAP)

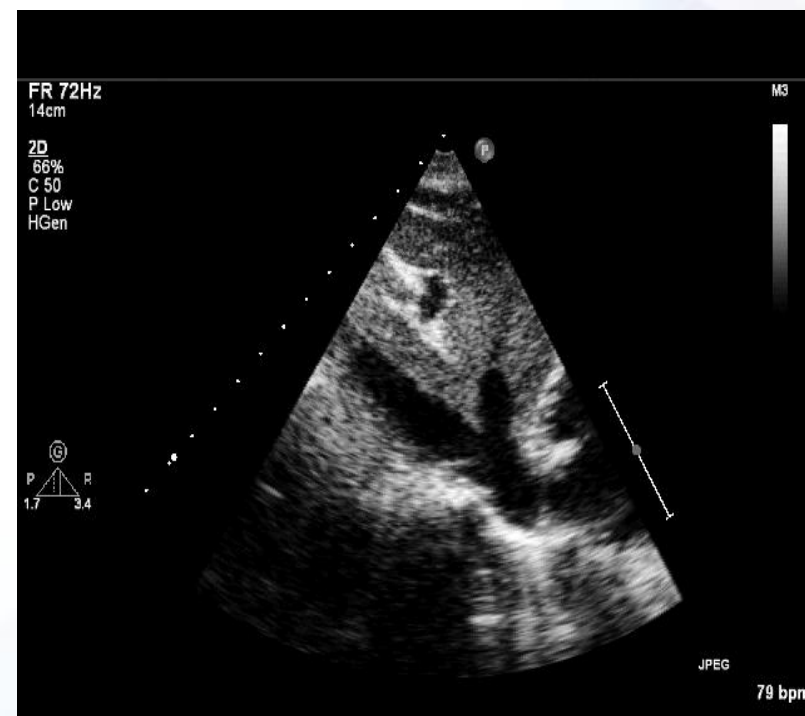
= systolický tlak v PK (RVSP)

(výjimka = stenóza pulm. chl. či RVOT)

max. gradient TR



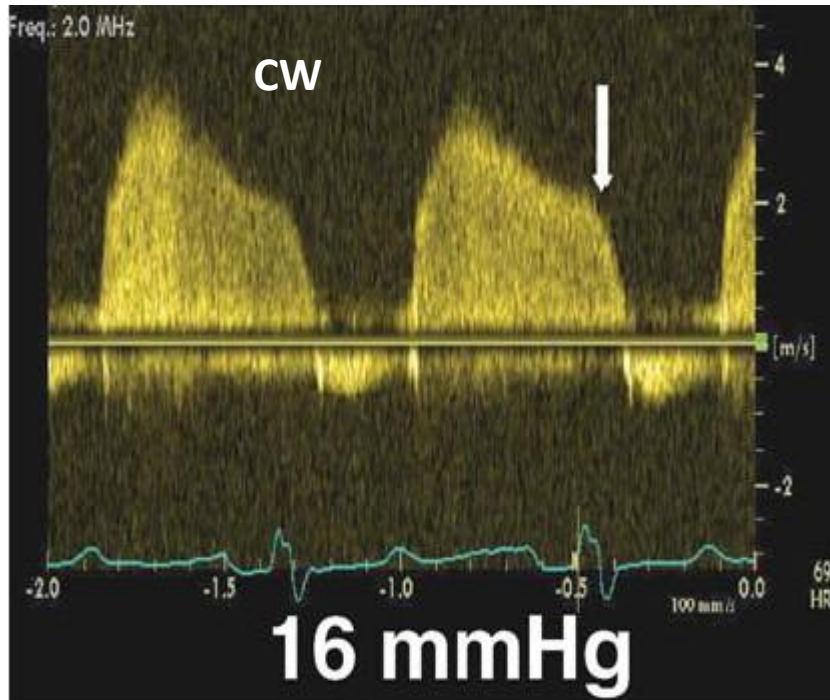
CVP / RAP



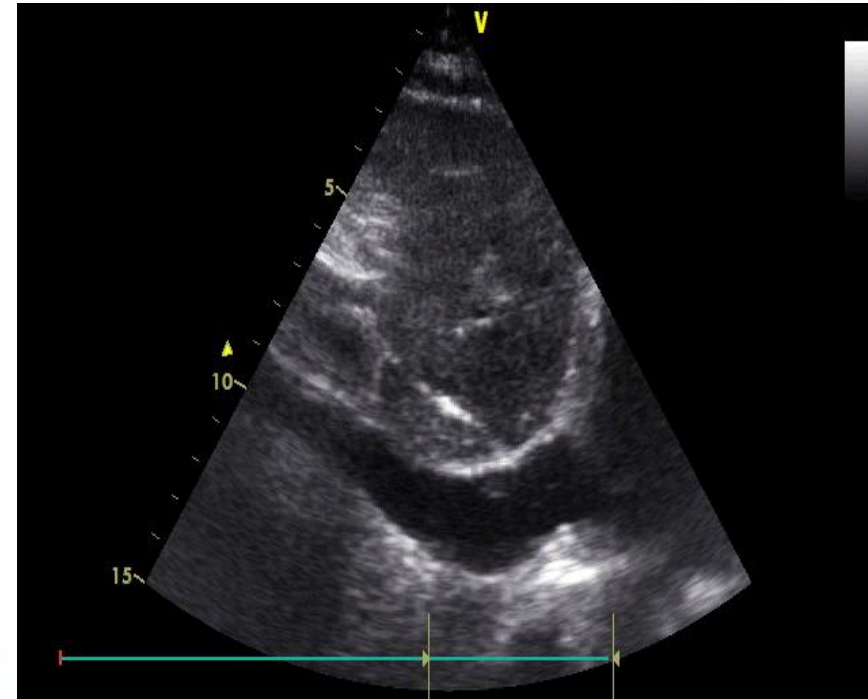
78mmHg

Diastolický tlak v plicnici (PADP)

end-diastol. gradient PR



CVP / RAP



mmHg