

# HODNOCENÍ PRELOADU

Dušan Merta

březen 2012



# OBSAH

- 1 PRELOAD
- 2 FRANK–STARLINGŮV ZÁKON
  - Historie
  - Sarkomera
- 3 K ČEMU TO JE?
- 4 DEHONESTACE CVP
- 5 DYNAMICKÉ PARAMETRY
  - Fyziologické pozadí
  - Definice parametrů
- 6 SPONTÁNNÍ VENTILACE
- 7 OSTATNÍ
- 8 SHRUTÍ

# PRELOAD

## PRELOAD – „přetížení“

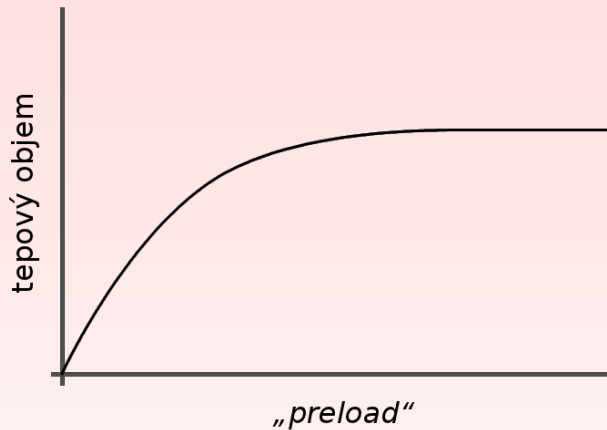
- napětí srdečního svalu před zahájením stahu (na konci diastoly)
  - je určen enddiastolickým objemem (*EDV*)
  - klinicky spíše nahrazován enddiastolickým tlakem (*EDP*)
    - *PCWP (PAOP)* – tlak v „zaklínění“ (levá komora)
    - *CVP* – **centrální žilní tlak (pravá komora)**

# PRELOAD

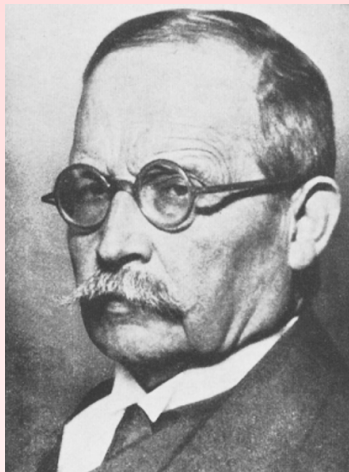
## PRELOAD – „přetížení“

- napětí srdečního svalu před zahájením stahu (na konci diastoly)
  - je určen enddiastolickým objemem (*EDV*)
  - klinicky spíše nahrazován enddiastolickým tlakem (*EDP*)
    - *PCWP (PAOP)* – tlak v „zaklínění“ (levá komora)
    - ***CVP*** – **centrální žilní tlak (pravá komora)**

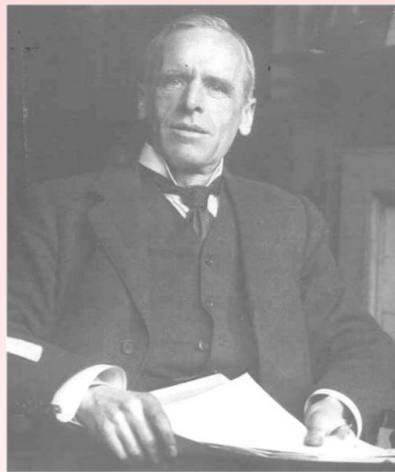
## FRANK–STARLINGŮV ZÁKON



# FRANK–STARLINGŮV ZÁKON



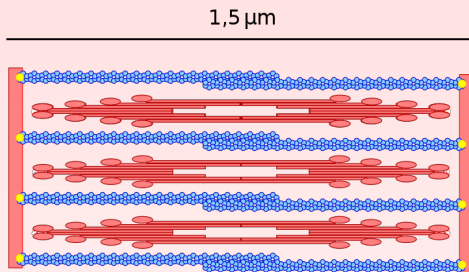
**OTTO FRANK (1865 – 1944)**



**ERNEST STARLING (1866 – 1927)**

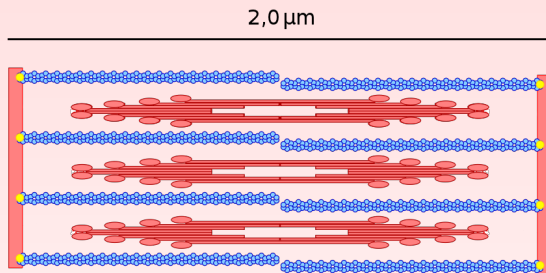
# FRANK–STARLINGŮV ZÁKON

## SARKOMERA



# FRANK–STARLINGŮV ZÁKON

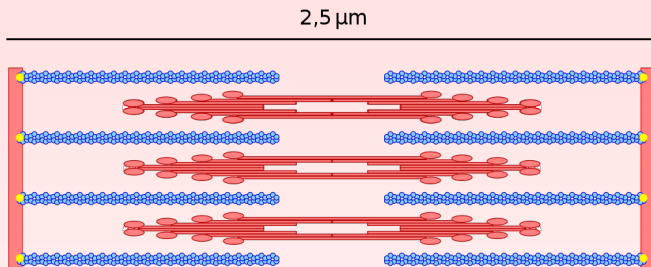
## SARKOMERA





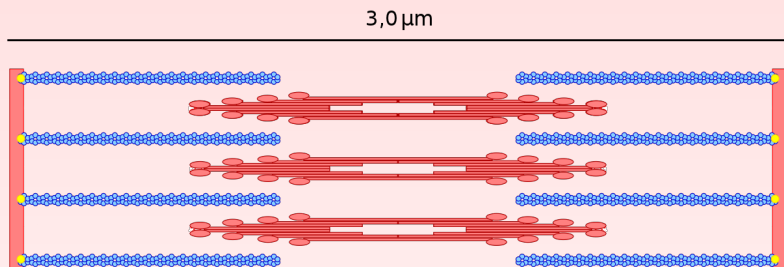
# FRANK–STARLINGŮV ZÁKON

## SARKOMERA



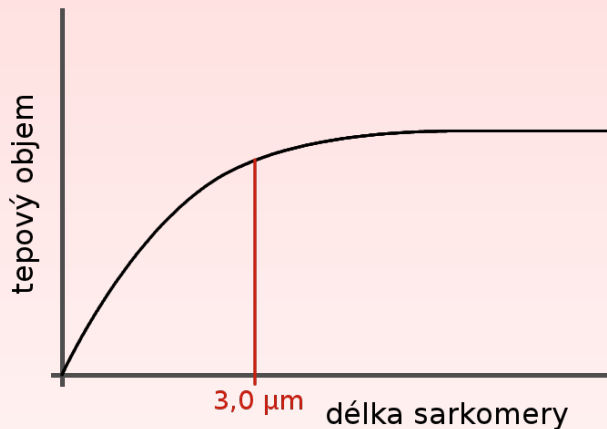
# FRANK–STARLINGŮV ZÁKON

## SARKOMERA



# FRANK–STARLINGŮV ZÁKON

## SARKOMERA



# K ČEMU TO JE?

- pokud se pacient „nachází“ na vzestupné části křivky, můžeme podáním tekutin docílit zvýšení tepového objemu
  - možnost zvýšit tepový objem (srdeční výdej) podáním tekutin  
neznamená nutnost tekutiny podat

## OBJEMOVÁ VÝZVA

je rychlé podání bolusu tekutin  $7\text{ ml/kg}$  ( $\sim 500\text{ ml}$ ) během krátké doby ( $\sim 20\text{ min}$ )

- navýšení **SV** ( $CO$ ,  $CI$ ) o  $\geq 15\%$  – pozitivní reakce
  - monitorace SG, LiDCO, ...

# K ČEMU TO JE?

- pokud se pacient „nachází“ na vzestupné části křivky, můžeme podáním tekutin docílit zvýšení tepového objemu
  - **možnost** zvýšit tepový objem (srdeční výdej) podáním tekutin  
**neznamená nutnost** tekutiny podat

## OBJEMOVÁ VÝZVA

je rychlé podání **bolusu tekutin**  $7\text{ ml/kg}$  ( $\sim 500\text{ ml}$ ) během krátké doby ( $\sim 20\text{ min}$ )

- navýšení **SV** ( $CO$ ,  $CI$ ) o  $\geq 15\%$  – pozitivní reakce
  - monitorace SG, LiDCO, ...

# K ČEMU TO JE?

- pokud se pacient „nachází“ na vzestupné části křivky, můžeme podáním tekutin docílit zvýšení tepového objemu
  - **možnost** zvýšit tepový objem (srdeční výdej) podáním tekutin  
**neznamená nutnost** tekutiny podat

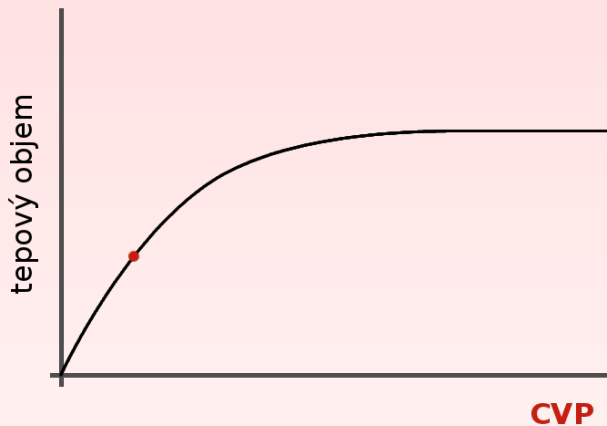
## OBJEMOVÁ VÝZVA

je rychlé podání **bolusu tekutin**  $7\text{ ml/kg}$  ( $\sim 500\text{ ml}$ ) během krátké doby ( $\sim 20\text{ min}$ )

- navýšení **SV** ( $CO$ ,  $CI$ ) o  $\geq 15\%$  – pozitivní reakce
  - monitorace SG, LiDCO, ...

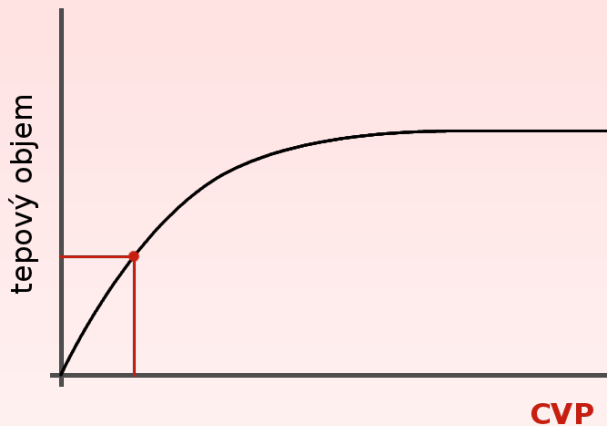
# CVP

zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preladu



# CVP

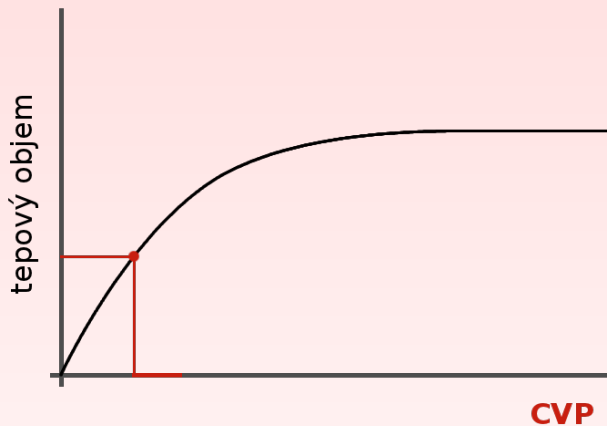
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preladu





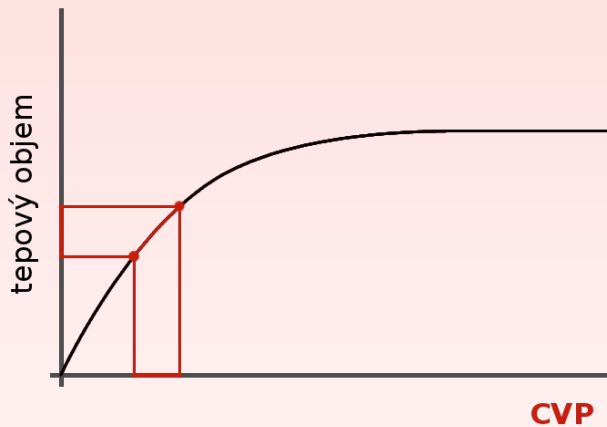
## CVP

zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preladu



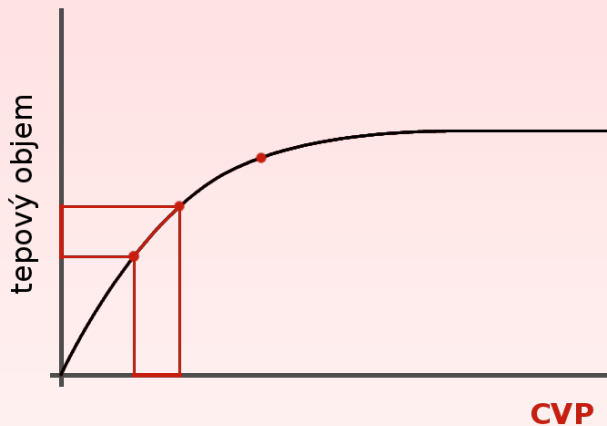
## CVP

zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preladu



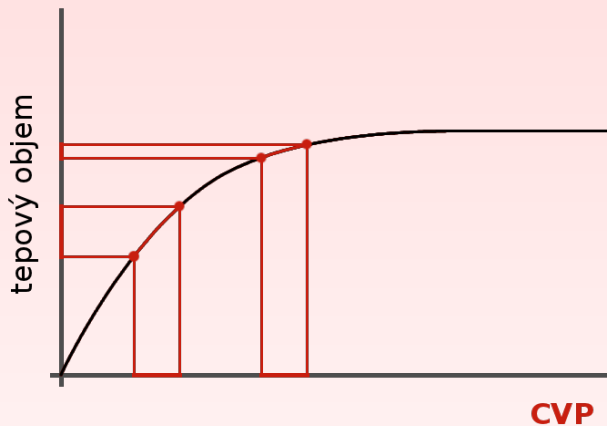
## CVP

zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preladu



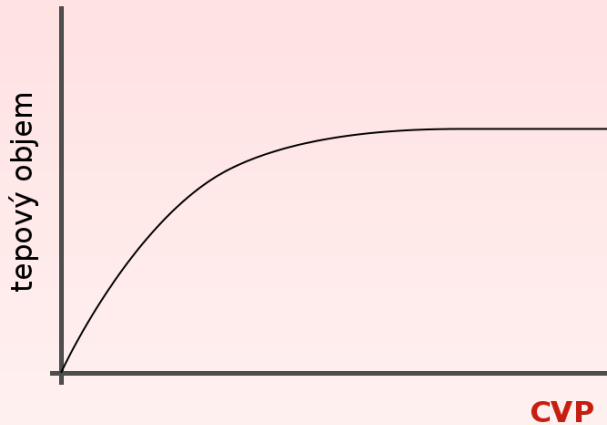
## CVP

zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preladu



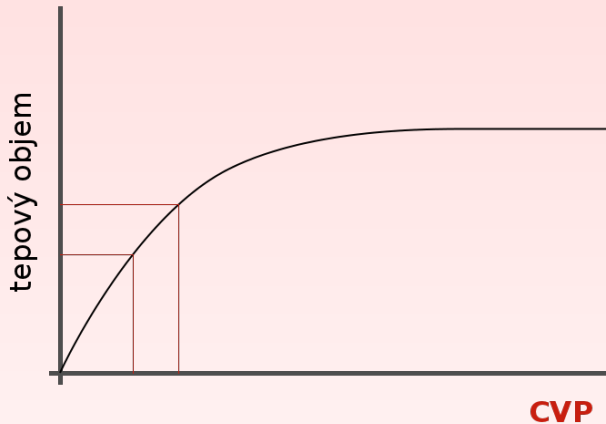
## CVP

Nevíme, jak vypadá křivka!



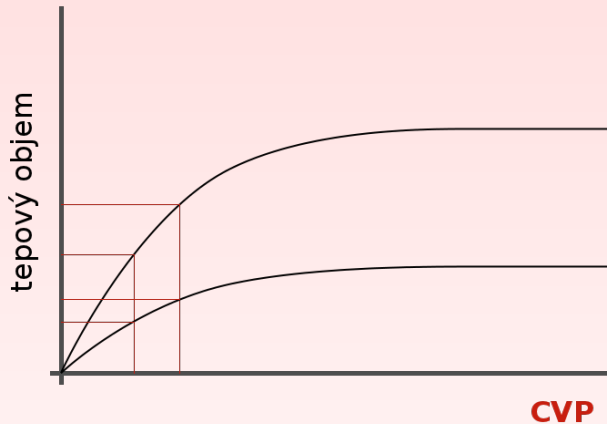
## CVP

Nevíme, jak vypadá křivka!

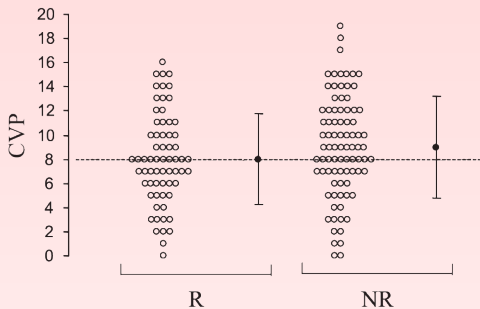


## CVP

Nevíme, jak vypadá křivka!



## CVP



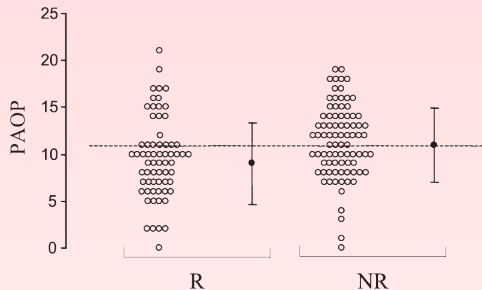
- 150× objemová výzva
- 96 pacientů
- CVP
  - $8 \pm 4 \text{ mmHg}$  responderi
  - $9 \pm 4 \text{ mmHg}$  non-responderi
- podobně PAOP

**CVP ani PAOP nejsou dobrými parametry k rozhodování o podání nebo nepodání tekutin!**

<sup>1</sup>OSMAN D, ET AL



## CVP

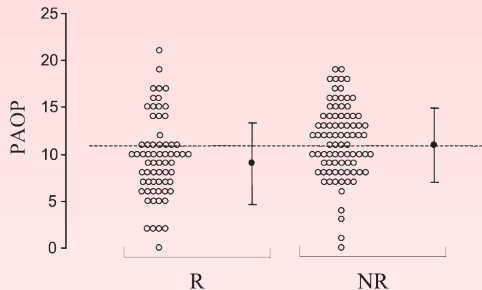


- 150× objemová výzva
- 96 pacientů
- CVP
  - $8 \pm 4 \text{ mmHg}$  responderi
  - $9 \pm 4 \text{ mmHg}$  non-responderi
- podobně PAOP

CVP ani PAOP nejsou dobrými parametry k rozhodování o podání nebo nepodání tekutin!

<sup>1</sup>OSMAN D, ET AL

## CVP



- 150× objemová výzva
- 96 pacientů
- CVP
  - $8 \pm 4 \text{ mmHg}$  responderi
  - $9 \pm 4 \text{ mmHg}$  non-responderi
- podobně PAOP

**CVP ani PAOP nejsou dobrými parametry k rozhodování o podání nebo nepodání tekutin!**

<sup>1</sup>OSMAN D, ET AL

# CVP

## ÚVAHY O PŘESNOSTI

- správná poloha *kapsle* – střední axilární čára (pravá komora) u horizontálně ležícího pacienta
- $1\text{ cmH}_2\text{O} = 0,75\text{ mmHg}$
- poloha o  $6\text{ cm}$  špatně  $\Rightarrow$  CVP s odchylkou  $\pm 4,5\text{ mmHg}$
- CVP  $8\text{ mmHg}$   $\Rightarrow$  naměřeno  $4 - 12\text{ mmHg}$

Absolutní hodnota CVP nemá prakticky žádný význam.

# CVP

## ÚVAHY O PŘESNOSTI

- správná poloha *kapsle* – střední axilární čára (pravá komora) u horizontálně ležícího pacienta
- $1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0,75 \text{ mmHg}$
- poloha o  $6 \text{ cm}$  špatně  $\Rightarrow$  *CVP* s odchylkou  $\pm 4,5 \text{ mmHg}$
- *CVP*  $8 \text{ mmHg} \Rightarrow$  naměřeno  $4 - 12 \text{ mmHg}$

Absolutní hodnota *CVP* nemá prakticky žádný význam.

# CVP

## ÚVAHY O PŘESNOSTI

- správná poloha *kapsle* – střední axilární čára (pravá komora) u horizontálně ležícího pacienta
- $1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0,75 \text{ mmHg}$
- poloha o  $6 \text{ cm}$  špatně  $\Rightarrow$  *CVP* s odchylkou  $\pm 4,5 \text{ mmHg}$
- *CVP*  $8 \text{ mmHg} \Rightarrow$  naměřeno  $4 - 12 \text{ mmHg}$

Absolutní hodnota *CVP* nemá prakticky žádný význam.

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

- během dechového cyklu dochází ke změnám tlaku v hrudníku
- řízené inspirium → zvýšení tlaku v hrudníku → snížení žilního návratu → snížení preloadu
- expirium naopak
- během dechového cyklu dochází ke změnám v preloadu ⇒ z dynamických změn se dá odhadnout, jestli je pacient na vzestupné části křivky

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

- během dechového cyklu dochází ke změnám tlaku v hrudníku
- **řízené** inspirium → zvýšení tlaku v hrudníku → snížení žilního návratu → snížení preloadu
- expirium naopak
- během dechového cyklu dochází ke změnám v preloadu ⇒ z dynamických změn se dá odhadnout, jestli je pacient na vzestupné části křivky

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

- během dechového cyklu dochází ke změnám tlaku v hrudníku
- **řízené** inspirium → zvýšení tlaku v hrudníku → snížení žilního návratu → snížení preloadu
- expirium naopak
- během dechového cyklu dochází ke změnám v preloadu ⇒ z dynamických změn se dá odhadnout, jestli je pacient na vzestupné části křivky



# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## TEPOVÝ OBJEM

je množství krve vypuzené srdcem během jednoho stahu.

- **Stroke Volume – SV [ml]**

## VARIABILITA TEPOVÉHO OBJEMU – STROKE VOLUME VARIATION

$$SVV = \frac{SV_{max} - SV_{min}}{(SV_{max} + SV_{min})/2} \cdot 100 [\%]$$

## PULZOVÁ AMPLITUDA

je rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem.

- *Pulse Pressure – PP [mmHg]*
- *PPV* analogicky

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## TEPOVÝ OBJEM

je množství krve vypuzené srdcem během jednoho stahu.

- **Stroke Volume** – *SV* [ml]

## VARIABILITA TEPOVÉHO OBJEMU – STROKE VOLUME VARIATION

$$SVV = \frac{SV_{max} - SV_{min}}{(SV_{max} + SV_{min})/2} \cdot 100 [\%]$$

## PULZOVÁ AMPLITUDA

je rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem.

- *Pulse Pressure* – *PP* [mmHg]
- *PPV* analogicky

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## TEPOVÝ OBJEM

je množství krve vypuzené srdcem během jednoho stahu.

- **Stroke Volume** – *SV* [ml]

## VARIABILITA TEPOVÉHO OBJEMU – STROKE VOLUME VARIATION

$$SVV = \frac{SV_{max} - SV_{min}}{(SV_{max} + SV_{min})/2} \cdot 100 [\%]$$

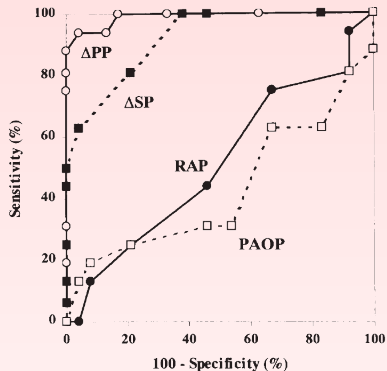
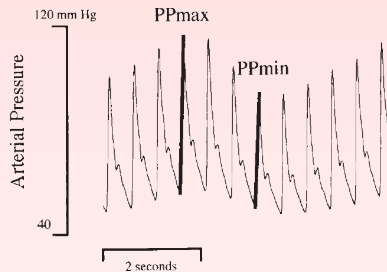
## PULZOVÁ AMPLITUDA

je rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem.

- **Pulse Pressure** – *PP* [mmHg]
- *PPV* analogicky

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

- nejčastěji používané dynamické parametry – PPV, SPV, SVV (vyžaduje LiDCO, SG, PiCCO, ...)



# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## NEZBYTNÉ PŘEDPOKLADY

- pravidelný rytmus ( $HRV < 10\%$ )
  - uzavřený hrudníku
  - plně řízená ventilace
  - dostatečný dechový objem
    - 8 – 10ml/kg
    - problém s protektivní ventilací
  - každý parametr má vlastní *cut off*
- sustained arrhythmia
  - open chest
  - spontaneous breathing

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## NEZBYTNÉ PŘEDPOKLADY

- pravidelný rytmus ( $HRV < 10\%$ )
  - uzavřený hrudníku
  - plně řízená ventilace
  - dostatečný dechový objem
    - 8 – 10ml/kg
    - problém s protektivní ventilací
  - každý parametr má vlastní *cut off*
- sustained arrhythmia
  - open chest
  - spontaneous breathing

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## NEZBYTNÉ PŘEDPOKLADY

- pravidelný rytmus ( $HRV < 10\%$ )
  - uzavřený hrudníku
  - **plně** řízená ventilace
  - dostatečný dechový objem
    - 8 – 10ml/kg
    - problém s protektivní ventilací
  - každý parametr má vlastní *cut off*
- **s**ustained arrhythmia
  - **o**pen chest
  - **s**pontaneous breathing

# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## NEZBYTNÉ PŘEDPOKLADY

- pravidelný rytmus ( $HRV < 10\%$ )
- uzavřený hrudníku
- **plně** řízená ventilace
- dostatečný dechový objem
  - 8 – 10ml/kg
  - problém s protektivní ventilací
- každý parametr má vlastní *cut off*
- **s**ustained arrhythmia
- **o**pen chest
- **s**pontaneous breathing

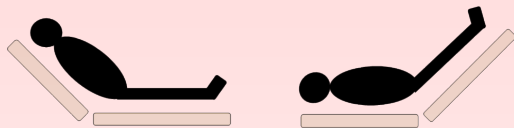


# DYNAMICKÉ PARAMETRY

## NEZBYTNÉ PŘEDPOKLADY

- pravidelný rytmus ( $HRV < 10\%$ )
  - uzavřený hrudníku
  - **plně** řízená ventilace
  - dostatečný dechový objem
    - 8 – 10ml/kg
    - problém s protektivní ventilací
  - každý parametr má vlastní *cut off*
- **s**ustained arrhythmia
  - **o**pen chest
  - **s**pontaneous breathing

# SPONTÁNNĚ VENTILUJÍCÍ PACIENT

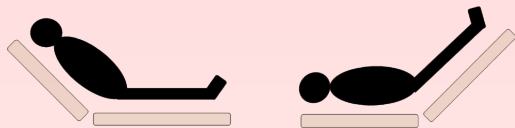


- pasivní zvednutí dolních končetin (*passive leg raising*)
  - ~ 150 – 300ml
  - správné provedení (přesun tekutiny i z oblasti splachniku)
  - problém při  $\uparrow$  IAP
  - není jasná evidence
- mini volume challenge
  - < 100ml
  - no data

---

<sup>4</sup>Marik PE, et al

# SPONTÁNNĚ VENTILUJÍCÍ PACIENT



- pasivní zvednutí dolních končetin (*passive leg raising*)
  - ~ 150 – 300ml
  - správné provedení (přesun tekutiny i z oblasti splachniku)
  - problém při  $\uparrow$  IAP
  - není jasná evidence
- mini volume challenge
  - < 100ml
  - *no data*

---

<sup>4</sup>Marik PE, et al



# ZŮSTALO NEZMÍNĚNO ...

- end expiratory occlusion test
- ECHO
  - index kolapsibility v. cava inferior
  - $CI = (D_{max} - D_{min}) / D_{max} \cdot 100\%$
  - v mnoha ohledech nejlepší parametr
- hrudní elektrická bioimpedance
- PEEP/CVP test

# SHRNUTÍ

- **Jakákoliv rozhodnutí ohledně podání tekutin by neměla být dělána s ohledem na *CVP*.**
- Hodnocení dynamických parametrů je možné jen za plně řízené ventilace a při pravidelném rytmu.
- U pasivního zvednutí DKK je důležité správné provedení.
- Možnost zvýšit tepový objem podáním tekutin neznamena nutnost to udělat.

# SHRNUTÍ

- **Jakákoliv rozhodnutí ohledně podání tekutin by neměla být dělána s ohledem na *CVP*.**
- **Hodnocení dynamických parametrů je možné jen za plně řízené ventilace a při pravidelném rytmu.**
- U pasivního zvednutí DKK je důležité správné provedení.
- Možnost zvýšit tepový objem podáním tekutin neznamena nutnost to udělat.

# SHRNUTÍ

- **Jakákoliv rozhodnutí ohledně podání tekutin by neměla být dělána s ohledem na *CVP*.**
- **Hodnocení dynamických parametrů je možné jen za plně řízené ventilace a při pravidelném rytmu.**
- **U pasivního zvednutí DKK je důležité správné provedení.**
- **Možnost zvýšit tepový objem podáním tekutin neznámá nutnost to udělat.**



# SHRNUTÍ

- **Jakákoliv rozhodnutí ohledně podání tekutin by neměla být dělána s ohledem na *CVP*.**
- **Hodnocení dynamických parametrů je možné jen za plně řízené ventilace a při pravidelném rytmu.**
- **U pasivního zvednutí DKK je důležité správné provedení.**
- **Možnost zvýšit tepový objem podáním tekutin neznamená nutnost to udělat.**



# K DALŠÍMU ČTENÍ



OSMAN D, ET AL

*Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge*

Crit Care Med 2007 Vol. 35, No. 1



MICHARD F, ET AL

*Relation between Respiratory Changes in Arterial Pulse Pressure and Fluid Responsiveness in Septic Patients with Acute Circulatory Failure*

Am J Respir Crit Care Med Vol 162. pp 134–138, 2000



COUDRAY A, ET AL

*Fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: A review of indexes used in intensive care*

Crit Care Med 2005 Vol. 33, No. 12



MARIK PE, ET AL

*Hemodynamic parameters to guide fluid therapy*

Annals of Intensive Care 2011, 1:1