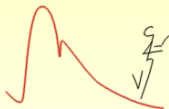


PERIOPERAČNÍ HEMODYNAMICKÁ OPTIMALIZACE

Dušan Merta



Celková anestezie up to date 2013

- 1 KOHO MONITOROVAT?
- 2 CO MONITOROVAT?
- 3 JAKÉ ZVOLIT CÍLE?
- 4 JAK JICH DOSÁHNOUT?
- 5 ČÍM MONITOROVAT?
- 6 SHRNUÍ

- optimalizace hemodynamiky – téma posledních 20 let
 - „goal-directed therapy“
- nedávná historie
 - velké dávky krystaloidů
 - ztráty do nejasně definovaného *třetího prostoru*
- liberální × restriktivní?
- individualizovaná terapie
 - zaměření na dostatečnou dodávku O_2

- optimalizace hemodynamiky – téma posledních 20 let
 - „goal-directed therapy“
- nedávná historie
 - velké dávky krystaloidů
 - ztráty do nejasně definovaného *třetího prostoru*
- liberální × restriktivní?
- individualizovaná terapie
 - zaměření na dostatečnou dodávku O_2

- optimalizace hemodynamiky – téma posledních 20 let
 - „goal-directed therapy“
- nedávná historie
 - velké dávky krystaloidů
 - ztráty do nejasně definovaného *třetího prostoru*
- liberální × restriktivní?
- individualizovaná terapie
 - zaměření na dostatečnou dodávku O_2

- optimalizace hemodynamiky – téma posledních 20 let
 - „goal-directed therapy“
- nedávná historie
 - velké dávky krystaloidů
 - ztráty do nejasně definovaného *třetího prostoru*
- liberální × restriktivní?
- individualizovaná terapie
 - zaměření na dostatečnou dodávku O_2

- obecně je peroperační mortalita nízká (< 1 %)
- existuje skupina s vysokým rizikem ¹
 - starší pacienti (pacienti s omezenou fyziologickou rezervou)
 - komorbidity
 - „velké“ chirurgické výkony

 - 12,5 % výkonů
 - 80 % úmrtí

¹ PEARSE ET AL: Identification and Characterisation of the High-risk Surgical Population in the United Kingdom

- obecně je peroperační mortalita nízká (< 1 %)
- existuje skupina s vysokým rizikem ¹
 - starší pacienti (pacienti s omezenou fyziologickou rezervou)
 - komorbidity
 - „velké“ chirurgické výkony

 - **12,5 % výkonů**
 - **80 % úmrtí**

¹ PEARSE ET AL: Identification and Characterisation of the High-risk Surgical Population in the United Kingdom

pacient

- významné snížení kardiorepirační rezervy ($EF < 40\%$)
- starší pacienti (> 70 let)
- renální insuficience
- jaterní onemocnění (Child B, C)
- sepse

výkon

- velká krevní ztráta (≥ 2 l)
- „břišní katastrofa“ (pankreatitida, peritonitida)
- velké cévní výkony
- hemihepatektomie
- „dlouhé“ výkony

Obecně to má smysl v situacích, kdy riziko dosahuje 10–15%.

pacient

- významné snížení kardiorepirační rezervy ($EF < 40\%$)
- starší pacienti (> 70 let)
- renální insuficience
- jaterní onemocnění (Child B, C)
- sepse

výkon

- velká krevní ztráta (≥ 2 l)
- „břišní katastrofa“ (pankreatitida, peritonitida)
- velké cévní výkony
- hemihepatektomie
- „dlouhé“ výkony

Obečně to má smysl v situacích, kdy riziko dosahuje 10–15%.

pacient

- významné snížení kardiorepirační rezervy ($EF < 40\%$)
- starší pacienti (> 70 let)
- renální insuficience
- jaterní onemocnění (Child B, C)
- seprese

výkon

- velká krevní ztráta (≥ 2 l)
- „břišní katastrofa“ (pankreatitida, peritonitida)
- velké cévní výkony
- hemihepatektomie
- „dlouhé“ výkony

Obecně to má smysl v situacích, kdy riziko dosahuje 10–15%.

- technický pokrok zvyšuje nabídku parametrů k monitoraci
- *TK*, *HR*, *S_PO₂*, diuréza, *CVP* – neliší se u pacientů s komplikacemi a bez nich
- plicnice – nízký *CO* ⇒ ↓ *DO₂* ⇒ ↓ *VO₂*
⇒ zvýšená perioperační morbidita a mortalita

- technický pokrok zvyšuje nabídku parametrů k monitoraci
- TK , HR , S_pO_2 , diuréza, CVP – neliší se u pacientů s komplikacemi a bez nich
- plicnice – nízký $CO \Rightarrow \downarrow DO_2 \Rightarrow \downarrow VO_2$
 \Rightarrow zvýšená perioperační morbidita a mortalita

DODÁVKA O_2 (*Delivery*)

$$\dot{D}O_2 [ml/min] = CO [l/min] \cdot Hb [g/l] \cdot S_aO_2 \cdot 1,39 [ml/g]$$

$$\dot{D}O_2 = CO \cdot (Hb \cdot S_aO_2 \cdot 1,39 + \underbrace{P_aO_2 \cdot 0,0225}_{\text{rozpuštěný } O_2})$$

CO MONITOROVAT?

FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

DODÁVKA O_2 (Delivery)

$$\dot{D}O_2 [ml/min] = CO [l/min] \cdot Hb [g/l] \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 [ml/g]$$



$$\dot{D}O_2 = CO \cdot (Hb \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 + \underbrace{P_a O_2 \cdot 0,0225}_{\text{rozpuštěný } O_2})$$

CO MONITOROVAT?

FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

DODÁVKA O_2 (Delivery)

$$\dot{D}O_2 [ml/min] = CO [l/min] \cdot Hb [g/l] \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 [ml/g]$$



$$\dot{D}O_2 = CO \cdot (Hb \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 + \underbrace{P_a O_2 \cdot 0,0225}_{\text{rozpuštěný } O_2})$$

CO MONITOROVAT?

FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

DODÁVKA O_2 (Delivery)

$$\dot{D}O_2 [ml/min] = CO [l/min] \cdot Hb [g/l] \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 [ml/g]$$



$$\dot{D}O_2 = CO \cdot (Hb \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 + \underbrace{P_a O_2 \cdot 0,0225}_{\text{rozpuštěný } O_2})$$

CO MONITOROVAT?

FYZIOLOGICKÉ POZADÍ

DODÁVKA O_2 (Delivery)

$$\dot{D}O_2 [ml/min] = CO [l/min] \cdot Hb [g/l] \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 [ml/g]$$



$$\dot{D}O_2 = CO \cdot (Hb \cdot S_a O_2 \cdot 1,39 + \underbrace{P_a O_2 \cdot 0,0225}_{\text{rozpuštěný } O_2})$$









- „běžná“ monitorace (TK , HR , S_pO_2) – normální hodnoty
 - není rozdíl u přeživších a nepřeživších
- CO , DO_2 – vykazují rozdíly
 - 80. léta – SHOEMAKER – supranormální hodnoty – později kritizováno
 - pozdější práce – četnost komplikací souvisí s velikostí kyslíkového dluhu¹²

¹ LUGO ET AL: Relationship Between Oxygen Consumption and Oxygen Delivery During Anesthesia in High-risk Surgical Patients

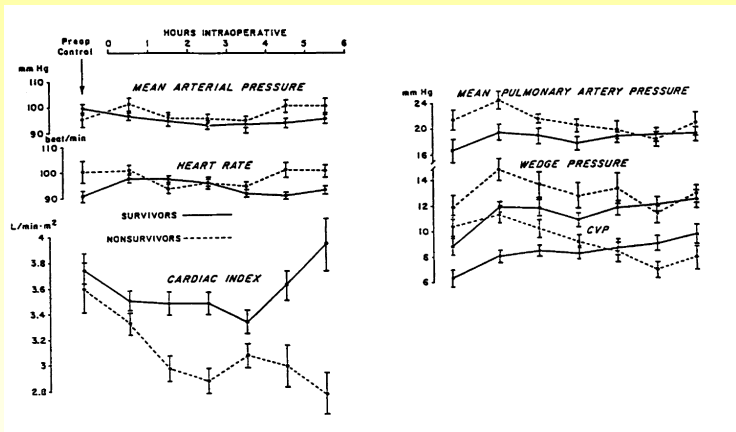
² BLAND ET AL: Hemodynamic and Oxygen Transport Patterns in Surviving and Nonsurviving Postoperative Patients

- „běžná“ monitorace (TK , HR , S_pO_2) – normální hodnoty
 - není rozdíl u přeživších a nepřeživších
- CO , DO_2 – vykazují rozdíly
 - 80. léta – SHOEMAKER – supranormální hodnoty – později kritizováno
 - pozdější práce – četnost komplikací souvisí s velikostí kyslíkového dluhu¹²

¹ LUGO ET AL: Relationship Between Oxygen Consumption and Oxygen Delivery During Anesthesia in High-risk Surgical Patients

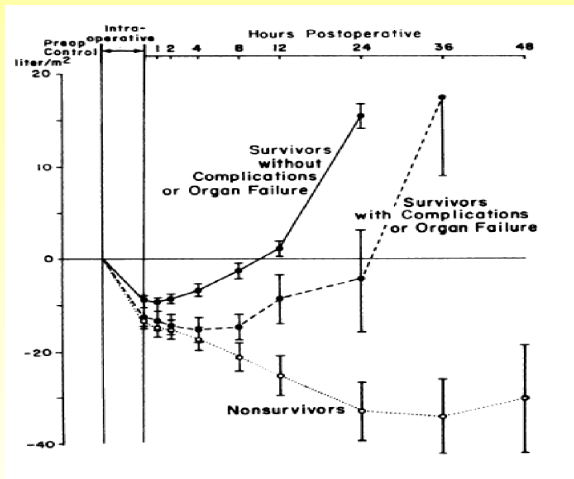
² BLAND ET AL: Hemodynamic and Oxygen Transport Patterns in Surviving and Nonsurviving Postoperative Patients

JAKÉ ZVOLIT CÍLE?



¹ SCHOEMAKER ET AL: Hemodynamic Patterns of Survivors and Nonsurvivors during High Risk Elective Surgical Operations

JAKÉ ZVOLIT CÍLE?



¹ SCHOEMAKER ET AL: Role of Oxygen Debt in the Development of Organ Failure Sepsis, and Death in High-risk Surgical Patients

JAK DOSÁHNOUT ZVOLENÝCH CÍLŮ?

- preload
- kontraktilita
- afterload
- tekutiny
- inotropika
- vazopresory

JAK DOSÁHNOUT ZVOLENÝCH CÍLŮ?

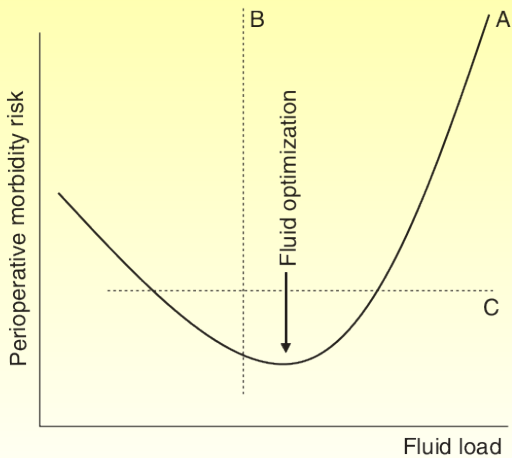
- preload
- kontraktilita
- afterload
- tekutiny
- inotropika
- vazopresory

restriktivní

- hypotenze
- hypoperfúze
- tkáňová hypoxie
- hypovolémie

liberální

- otok tkání \Rightarrow zhoršené hojení
- opožděný rozvoj peristaltiky
- městnavé srdeční selhání

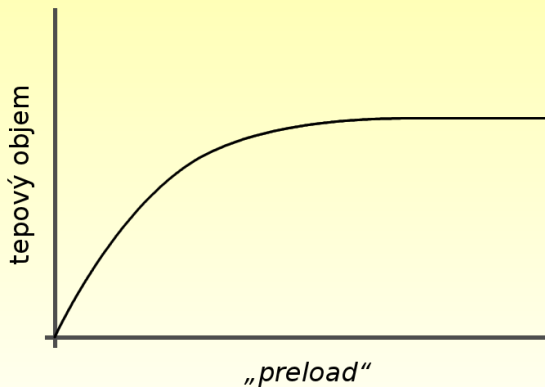


PRELOAD – „předtížení“

- 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)

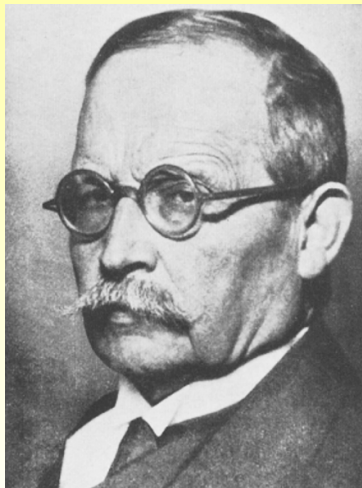
PRELOAD – „předtížení“

- 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)**

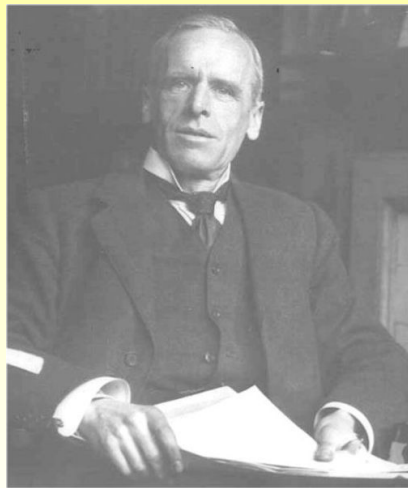


TEKUTINY

FRANK–STARLINGŮV ZÁKON



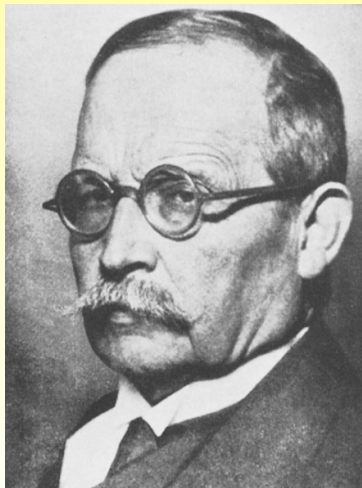
OTTO FRANK (1865 – 1944)



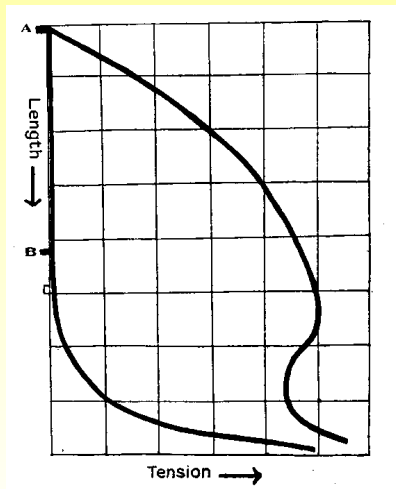
ERNEST STARLING (1866 – 1927)

TEKUTINY

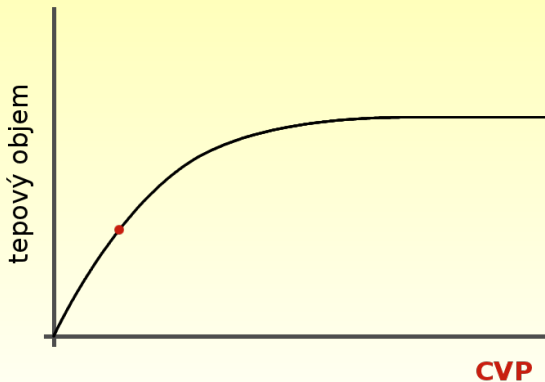
FRANK–STARLINGŮV ZÁKON



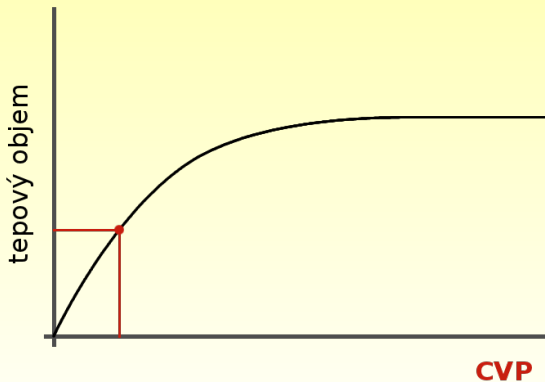
OTTO FRANK (1865 – 1944)



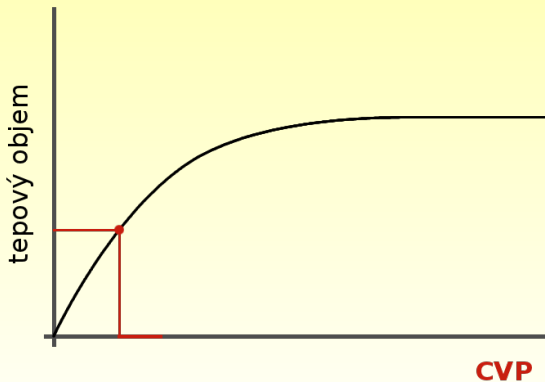
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preloadu



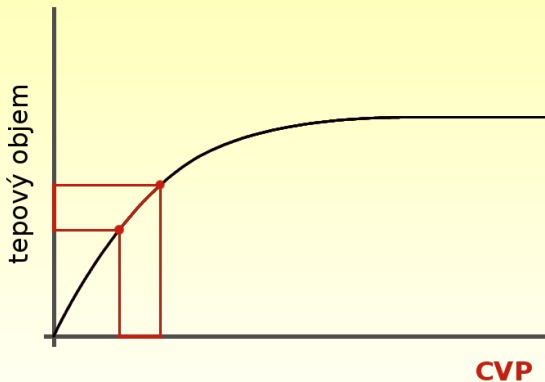
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preloadu



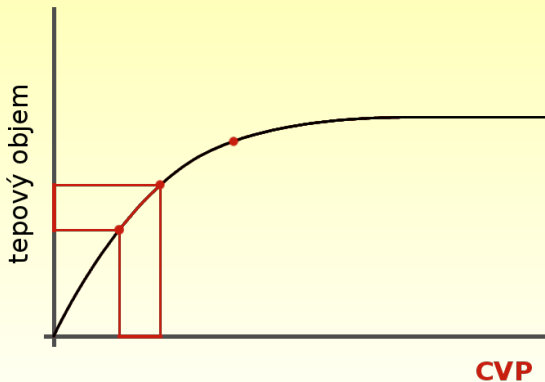
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preloadu



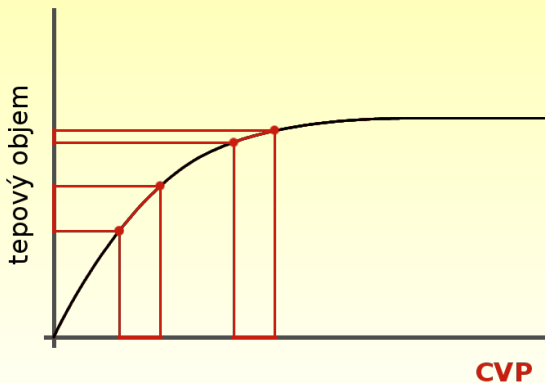
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preloadu



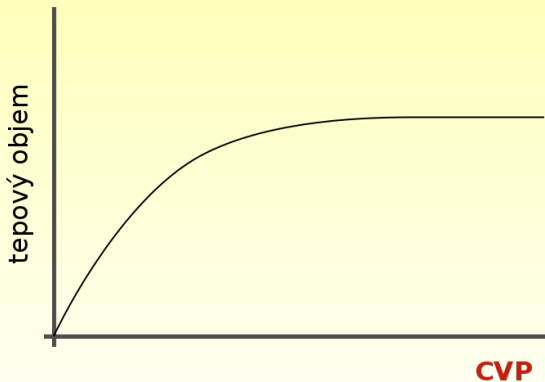
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preloadu



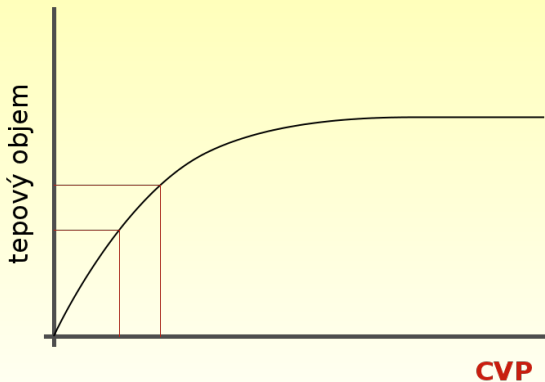
zdánlivě ideální parametr pro hodnocení preloadu



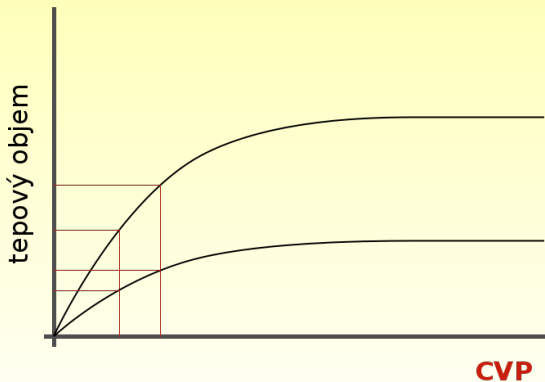
Nevíme, jak vypadá křivka!

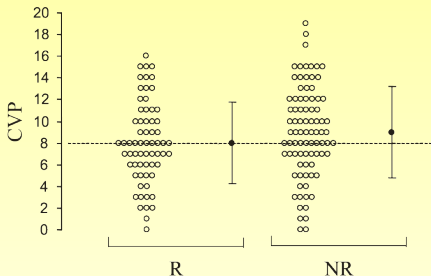


Nevíme, jak vypadá křivka!



Nevíme, jak vypadá křivka!



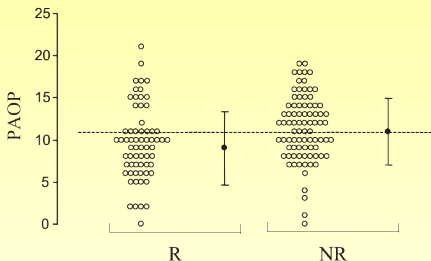


- 150× objemová výzva¹
- 96 pacientů
- CVP
 - $8 \pm 4 \text{ mmHg}$ respondeři
 - $9 \pm 4 \text{ mmHg}$ non-responděři
- podobně PAOP

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

- relativně použitelný je časový trend CVP

¹ OSMAN ET AL: Cardiac Filling Pressures Are Not Appropriate to Predict Hemodynamic Response to Volume Challenge

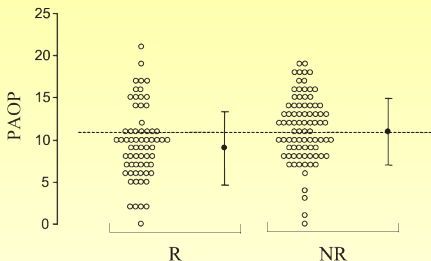


- 150× objemová výzva¹
- 96 pacientů
- CVP
 - $8 \pm 4 \text{ mmHg}$ respondeři
 - $9 \pm 4 \text{ mmHg}$ non-responděři
- podobně PAOP

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

- relativně použitelný je časový trend CVP

¹ OSMAN ET AL: Cardiac Filling Pressures Are Not Appropriate to Predict Hemodynamic Response to Volume Challenge



- 150× objemová výzva¹
- 96 pacientů
- CVP
 - $8 \pm 4 \text{ mmHg}$ respondeři
 - $9 \pm 4 \text{ mmHg}$ non-responděři
- podobně PAOP

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

- relativně použitelný je časový trend CVP

¹ OSMAN ET AL: Cardiac Filling Pressures Are Not Appropriate to Predict Hemodynamic Response to Volume Challenge

- během dechového cyklu dochází ke změnám tlaku v hrudníku (interakce srdce a plic)
- 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

- během dechového cyklu dochází ke změnám tlaku v hrudníku (interakce srdce a plic)
- **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

- během dechového cyklu dochází ke změnám tlaku v hrudníku (interakce srdce a plic)
- **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

VARIABILITA TEPOVÉHO OBJEMU – STROKE VOLUME VARIATION

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

PULZOVÁ AMPLITUDA

- rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem
- *Pulse Pressure – PP [mmHg]*
- *PPV* analogicky

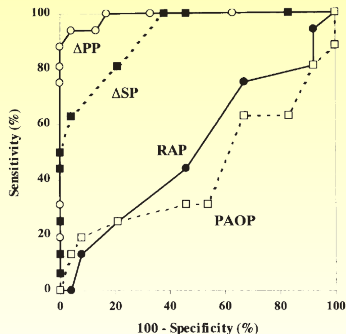
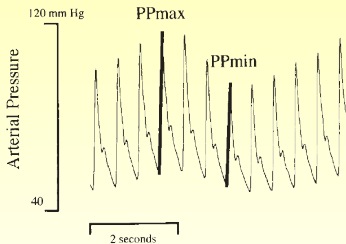
VARIABILITA TEPOVÉHO OBJEMU – STROKE VOLUME VARIATION

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

PULZOVÁ AMPLITUDA

- rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem
- **Pulse Pressure** – *PP* [mmHg]
- *PPV* analogicky

- nejčastěji používané dynamické parametry – PPV, SPV, SVV¹ (vyžaduje LiDCO, SG, PiCCO, ...)



¹ MICHARD ET AL: Pulse Pressure Variation: Beyond the Fluid Management of Patients with Shock

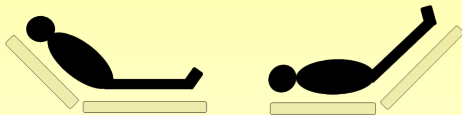
- pravidelný rytmus ($HRV < 10\%$)
- uzavřený hrudníku
- plně řízená ventilace
- dostatečný dechový objem
 - 8 – 10ml/kg
 - problém s protektivní ventilací
- každý parametr má vlastní *cut off*
- **s**ustained arrhythmia
- **o**pen chest
- **s**pontaneous breathing

- 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

- 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

- 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

- 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



- pasivní zvednutí dolních končetin (*passive leg raising*)¹
 - ~ 150 – 300ml
 - správné provedení (přesun tekutiny i z oblasti splachniku)
 - problém při \uparrow IAP
 - není jasná evidence

¹ MARIK ET AL: Hemodynamic parameters to guide fluid therapy

INOTROPIKA

$CI < 2,5 \text{ l/min/m}^2 \Rightarrow$ vhodné zvážit *Dobutamin*

- pokud není volumdependentní

VAZOPRESORY

$MAP < 60 \text{ mmHg} \Rightarrow$ vhodné zvážit *Noradrenalin*

- s ohledem na věk, situaci před výkonem, ...

- dále vhodné zohlednit / monitorovat
 - S_vO_2
 - laktát
 - diurézu

INOTROPIKA

$CI < 2,5 \text{ l/min/m}^2 \Rightarrow$ vhodné zvážit *Dobutamin*

- pokud není volumdependentní

VAZOPRESORY

$MAP < 60 \text{ mmHg} \Rightarrow$ vhodné zvážit *Noradrenalin*

- s ohledem na věk, situaci před výkonem, ...

- dále vhodné zohlednit / monitorovat
 - S_vO_2
 - laktát
 - diurézu

INOTROPIKA

$CI < 2,5 \text{ l/min/m}^2 \Rightarrow$ vhodné zvážit *Dobutamin*

- pokud není volumdependentní

VAZOPRESORY

$MAP < 60 \text{ mmHg} \Rightarrow$ vhodné zvážit *Noradrenalin*

- s ohledem na věk, situaci před výkonem, ...
- dále vhodné zohlednit / monitorovat
 - S_vO_2
 - laktát
 - diurézu

- Swan–Ganzův plicnicový katetr
- analýza pulzové křivky (pseudoneinvazivní)
 - LiDCO
 - PiCCO (EVLW)
- jícnový doppler
 - ΔVTI – *variation of velocity time integral*
 - minimálně invazivní
- pletysmografie

- Swan–Ganzův plicnicový katetr
- analýza pulzové křivky (pseudoneinvazivní)
 - LiDCO
 - PiCCO (EVLW)
- jícnový doppler
 - ΔVTI – *variation of velocity time integral*
 - minimálně invazivní
- pletysmografie

- Swan–Ganzův plicnicový katetr
- analýza pulzové křivky (pseudoneinvazivní)
 - LiDCO
 - PiCCO (EVLW)
- jícnový doppler
 - ΔVTI – *variation of velocity time integral*
 - minimálně invazivní
- pletysmografie

- Swan–Ganzův plicnicový katetr
- analýza pulzové křivky (pseudoneinvazivní)
 - LiDCO
 - PiCCO (EVLW)
- jícnový doppler
 - ΔVTI – *variation of velocity time integral*
 - minimálně invazivní
- pletysmografie



- perioperační optimalizace
 - snižuje četnost komplikací
 - zkracuje délku pobytu v nemocnici
 - „šetří peníze“
 - **ovlivňuje dlouhodobý outcome**
- cílem je dostatečná dodávka kyslíku (DO_2)
- je potřeba zahájit ji včas (O_2 dluh)
- optimální metoda monitorace není známá
- důležité je rutinní zavedení

- perioperační optimalizace
 - snižuje četnost komplikací
 - zkracuje délku pobytu v nemocnici
 - „šetří peníze“
 - **ovlivňuje dlouhodobý outcome**
- cílem je dostatečná dodávka kyslíku (DO_2)
- je potřeba zahájit ji včas (O_2 dluh)
- optimální metoda monitorace není známá
- důležité je rutinní zavedení

- perioperační optimalizace
 - snižuje četnost komplikací
 - zkracuje délku pobytu v nemocnici
 - „šetří peníze“
 - **ovlivňuje dlouhodobý outcome**
- cílem je dostatečná dodávka kyslíku (DO_2)
 - je potřeba zahájit ji včas (O_2 dluh)
 - optimální metoda monitorace není známá
 - důležité je rutinní zavedení

- perioperační optimalizace
 - snižuje četnost komplikací
 - zkracuje délku pobytu v nemocnici
 - „šetří peníze“
 - **ovlivňuje dlouhodobý outcome**
- cílem je dostatečná dodávka kyslíku (DO_2)
- je potřeba zahájit ji včas (O_2 dluh)
- optimální metoda monitorace není známá
- důležité je rutinní zavedení

- perioperační optimalizace
 - snižuje četnost komplikací
 - zkracuje délku pobytu v nemocnici
 - „šetří peníze“
 - **ovlivňuje dlouhodobý outcome**
- cílem je dostatečná dodávka kyslíku (DO_2)
- je potřeba zahájit ji včas (O_2 dluh)
- optimální metoda monitorace není známá
- důležité je rutinní zavedení

- perioperační optimalizace
 - snižuje četnost komplikací
 - zkracuje délku pobytu v nemocnici
 - „šetří peníze“
 - **ovlivňuje dlouhodobý outcome**
- cílem je dostatečná dodávka kyslíku (DO_2)
- je potřeba zahájit ji včas (O_2 dluh)
- optimální metoda monitorace není známá
- důležité je rutinní zavedení



PEARSE ET AL: Identification and Characterisation of the High-risk Surgical Population in the United Kingdom

Critical Care 10, čís. 3 (2. červen 2006): R81. doi:10.1186/cc4928 (<http://ccforum.com/content/10/3/R81>)



PATTERSON ET AL: The regulation of the heart beat

The Journal of Physiology 48, čís. 6 (23. říjen 1914): 465–513

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1420509/pdf/jphysiol01980-0001.pdf>)



OSMAN ET AL: Cardiac Filling Pressures Are Not Appropriate to Predict Hemodynamic Response to Volume Challenge

Critical Care Medicine 35, čís. 1 (leden 2007): 64–68. doi:10.1097/01.CCM.0000249851.94101.4F



MICHARD ET AL: Pulse Pressure Variation: Beyond the Fluid Management of Patients with Shock

Critical Care 11 (3) (květen 17): 131. doi:10.1186/cc5905 (<http://ccforum.com/content/11/3/131>)



MARIK ET AL: Hemodynamic parameters to guide fluid therapy

Annals of Intensive Care 1 (březen 21): 1. doi:10.1186/2110-5820-1-1



Thanks, Wikipedia.

LaTeX 2_ε



<http://goo.gl/k6OBx>