

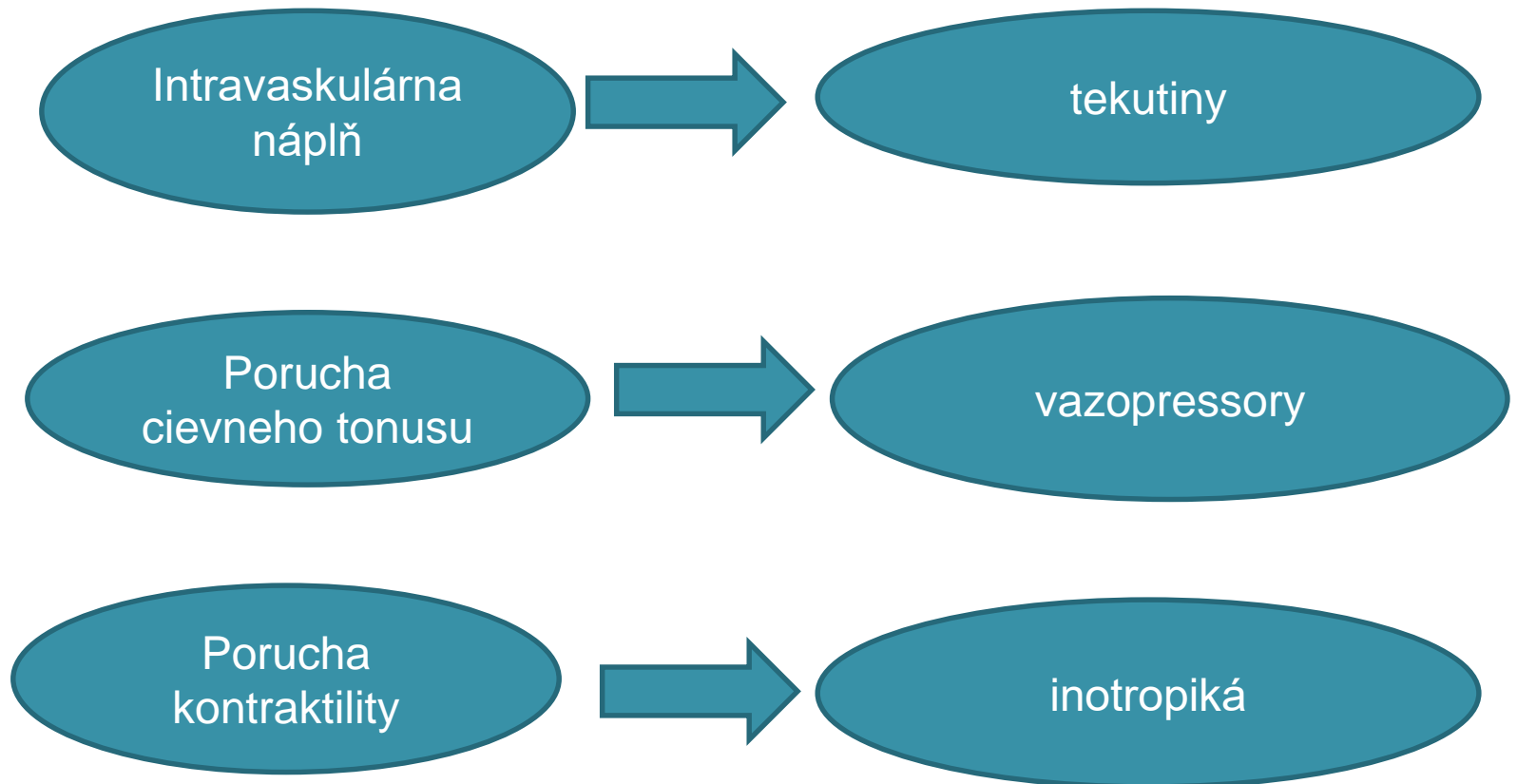


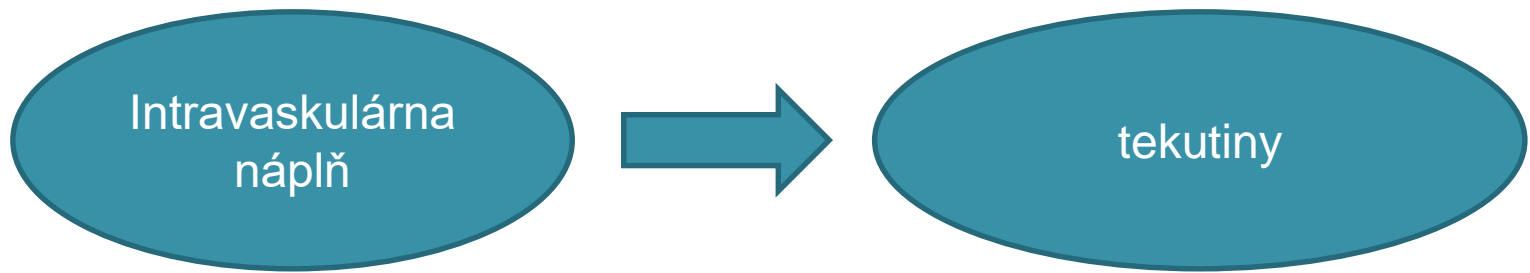
Význam monitorovania CVT v ére „fluid responsiveness“ dynamických testov

Ivan Job

Pooperačná hemodynamická nestabilita

Kde je problém?

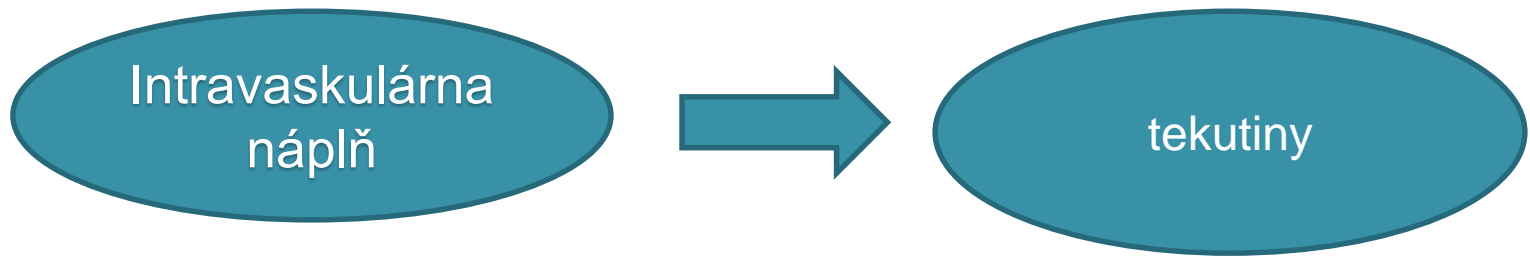




Dôjde ku zvýšeniu srdcového výdaja podaním tekutín?

Je pacient „fluid respondér“?

- **Klinické zvýšenie vývrhového objemu srdca minimálne o 10 % po podaní tekutiny**



- Cieľ pooperačného riadeného podávania tekutín je zachovanie efektívneho intravaskulárneho objemu s elimináciou hypo, respektíve hypervolémie
- Predpoklad pre reštitúciu adekvátnej perfúzie tkanív, obnovenie dodávky O₂, skoré „splatenie“ tkanivového kyslíkového dlhu
- Odhad schopnosti pacienta reagovať na podané tekutiny pomocou klinických a hemodynamických ukazovateľov

Funkčné monitorovanie hemodynamiky

- Sledovaná je zmena trendov hemodynamického parametra ako odpovede na terapiu s cieľom posúdenia budúceho účinku liečby

Dynamické parametre maximalizácie srdcového objemu

- Jedná sa o cyklické, interakcie srdca a pľúc pri umelej pľúcnej ventilácii, vyvolávajúce variácie v tepovom objeme (SV) ľavej komory
- SVV (Stroke Volume Variation)
- PPV (Pulse Pressure Variation)

Hemodynamické zmeny pri UPV

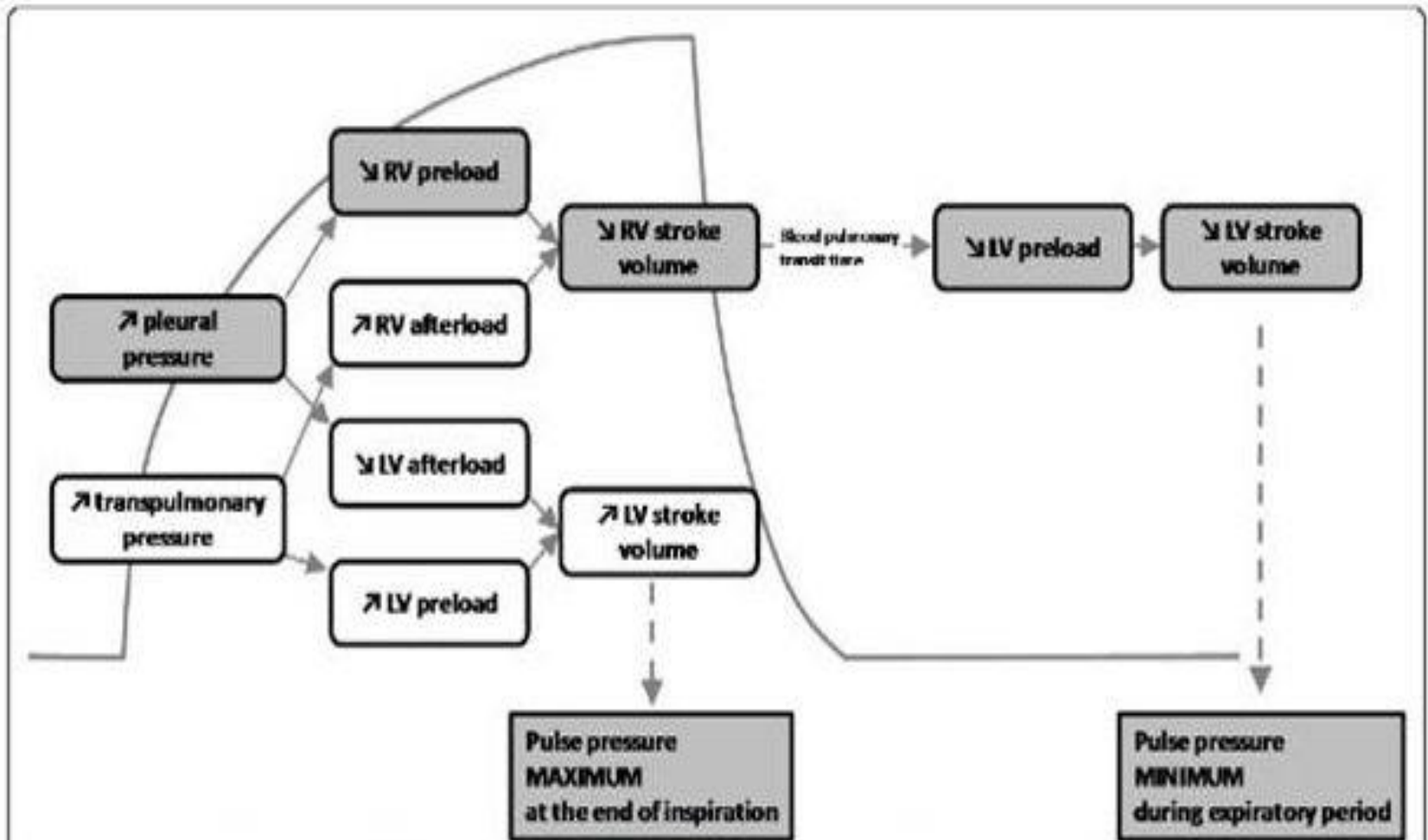
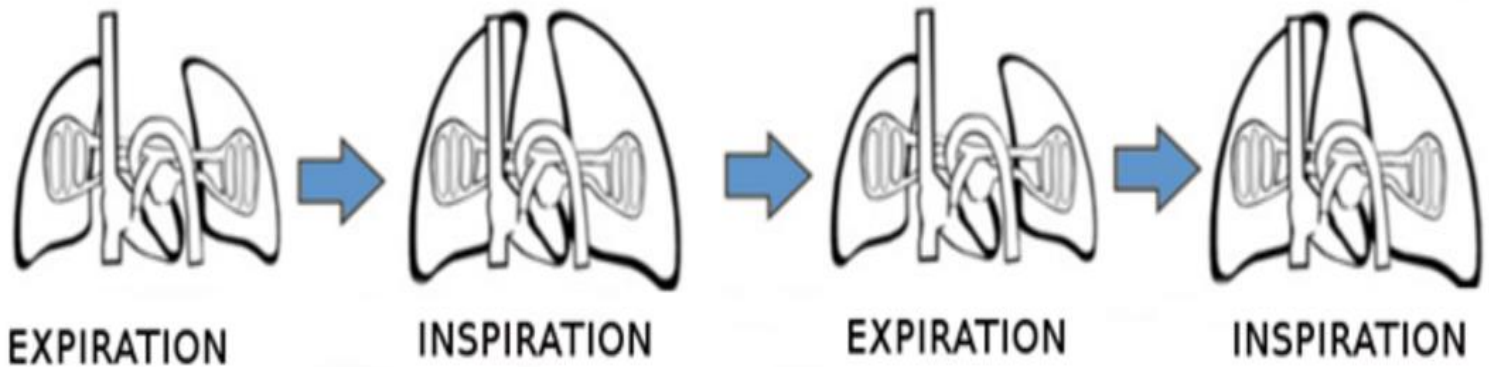
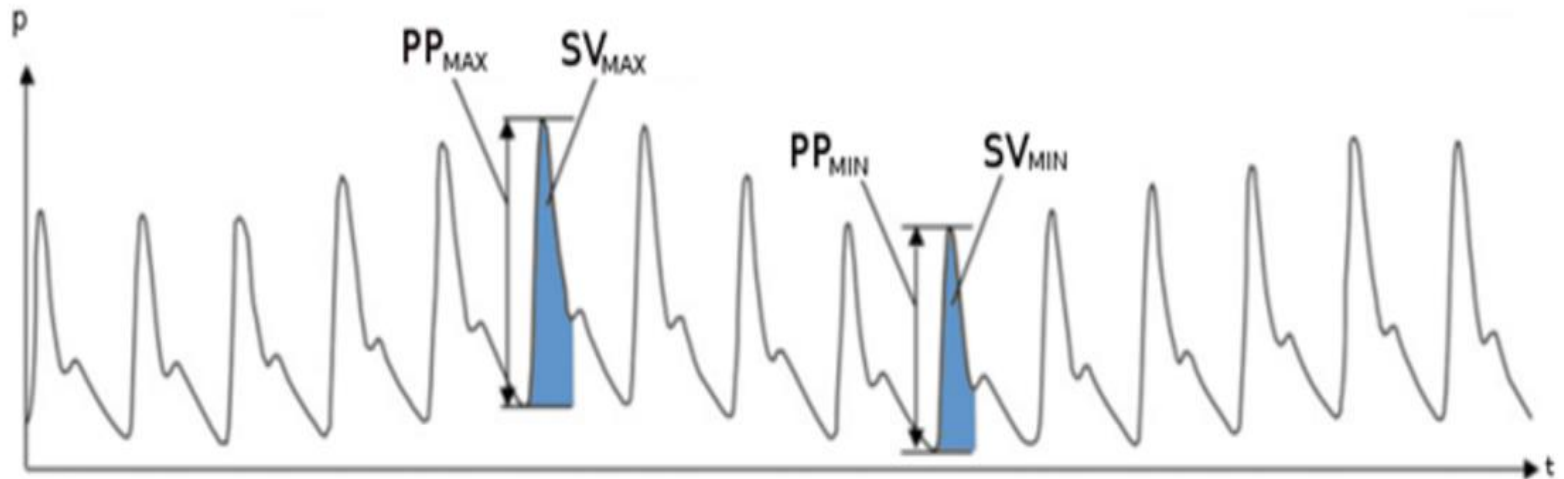
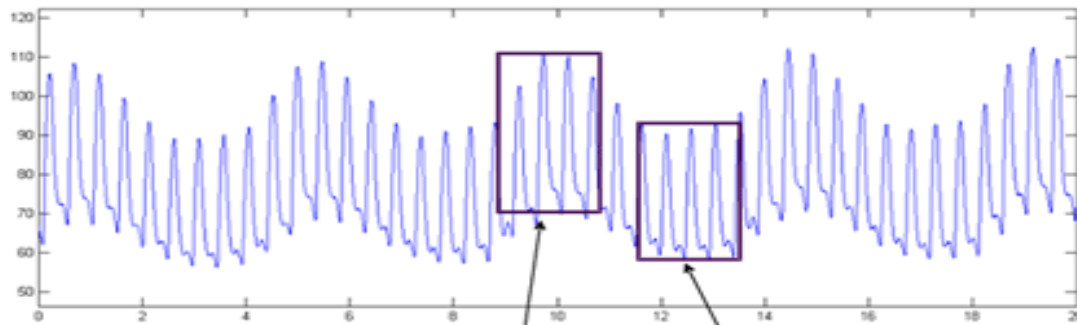


Figure 2 Heart-lung interactions. Hemodynamic effects of mechanical ventilation. The cyclic changes in left ventricular (LV) stroke volume are mainly related to the expiratory decrease in LV preload due to the inspiratory decrease in right ventricular (RV) filling. Reproduced with permission from Critical Care/Current Science Ltd [24].

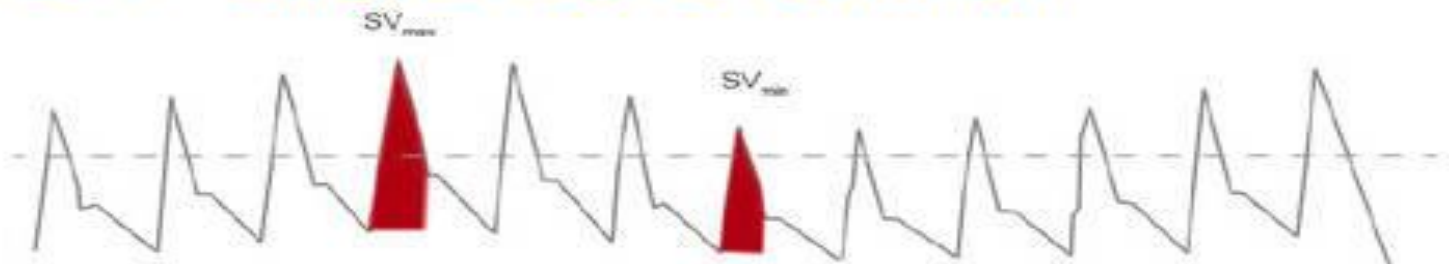
Variácia v tepovom objeme (SV) ľavej komory SVV (Stroke Volume Variation)





$$SVV = \frac{SV_{\max} - SV_{\min}}{SV_{\text{mean}}}$$

SVV - Stroke Volume Variation

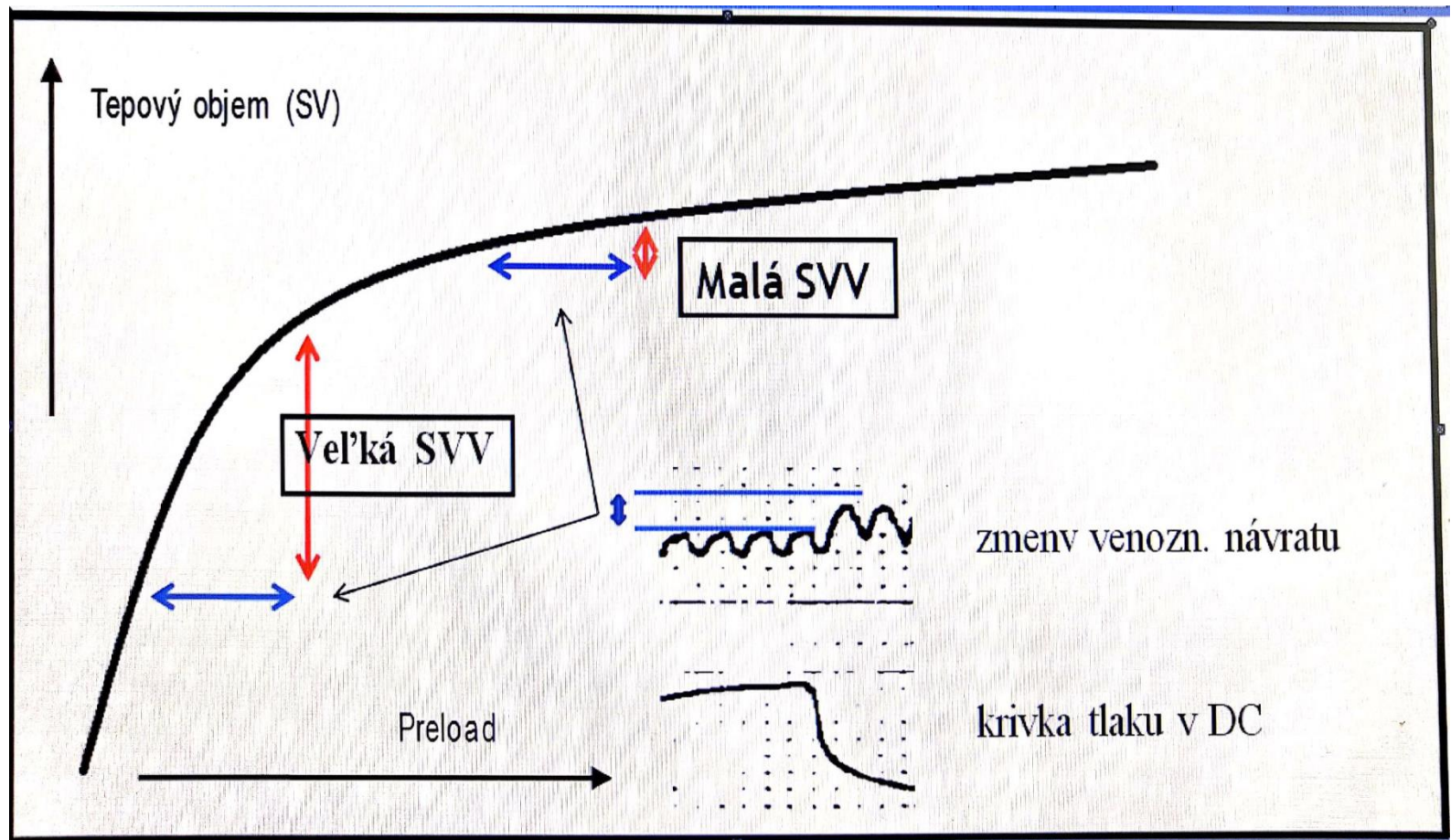


PPV - Pulse Pressure Variation



Prínos dynamických parametrov

- posúdenie aktuálnej hodnoty preloadu na Frank Starlingovej krivke
- identifikácia fluid respondérov



SWV - limits

- UPV s nízkymi dych. objemami $V_T < 8 \text{ ml/ kg}$
- neuzavretý hrudník
- znížená poddajnosť hrudníka (obezita, pronačná poloha)
- nepravidelný rytmus (variabilita rytmu do 10%)
- vysoký vnútrobrušný tlak falošne zvyšuje SWV
- zvýšená systémová rezistencia vzopresormi (maskujú hypovolemiu)
- izolované pravokomorové zlyhanie

- L** **Low HR/RR ratio**
(Extreme bradycardia or high frequency ventilation)
- I** **Irregular heart beats**
- M** **Mechanical ventilation with low tidal volume**
- I** **Increased abdominal Pressure (Pneumoperitoneum)**
- T** **Thorax open**
- S** **Spontaneous breathing**

False positive	False negative
	✓
✓	
	✓
✓	
	✓
✓	✓

Statický parameter CVT

- Monitorovanie CVT je široko dostupné u kriticky chorých pacientov, jeho užitočnosť je často kritizovaná
- CVT je tlak a nie enddiastolický objem krvi – preload
- Nelineárna závislosť medzi enddiastolickým plniacim tlakom komory a jej objemom.
- zlá predikčná schopnosť reakcie na podanie tekutín

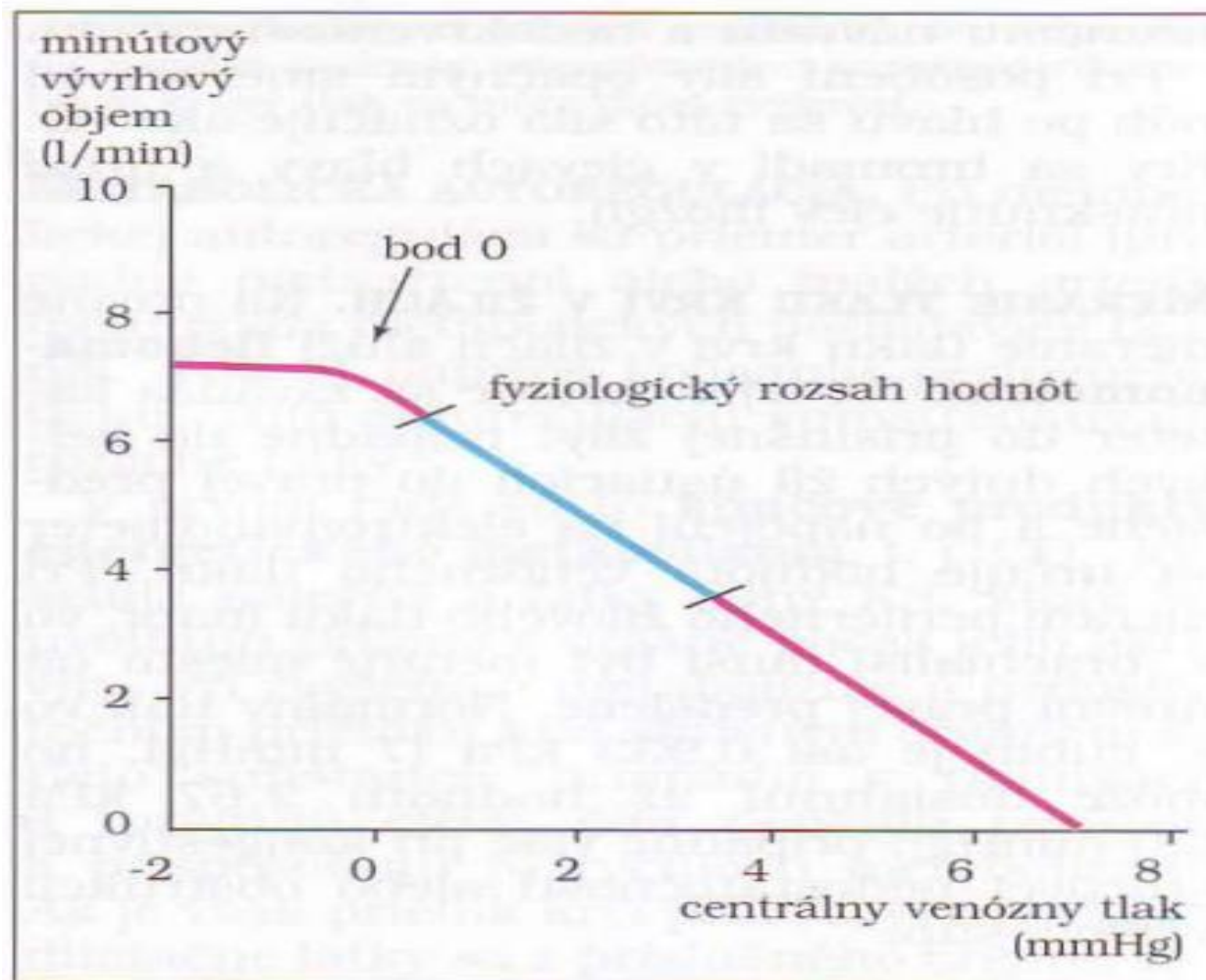
V závislosti na individuálnej charakteristike poddajnosti komory môže rovnakému tlaku zodpovedať úplne iná hodnota enddiastolického objemu

(napr. pri tamponáde perikardu, kedy sú tlaky vysoké, ale enddiastolický objem je nízky, alebo napr. pri čerstvom IM, kedy je porušená poddajnosť komory)

CVT

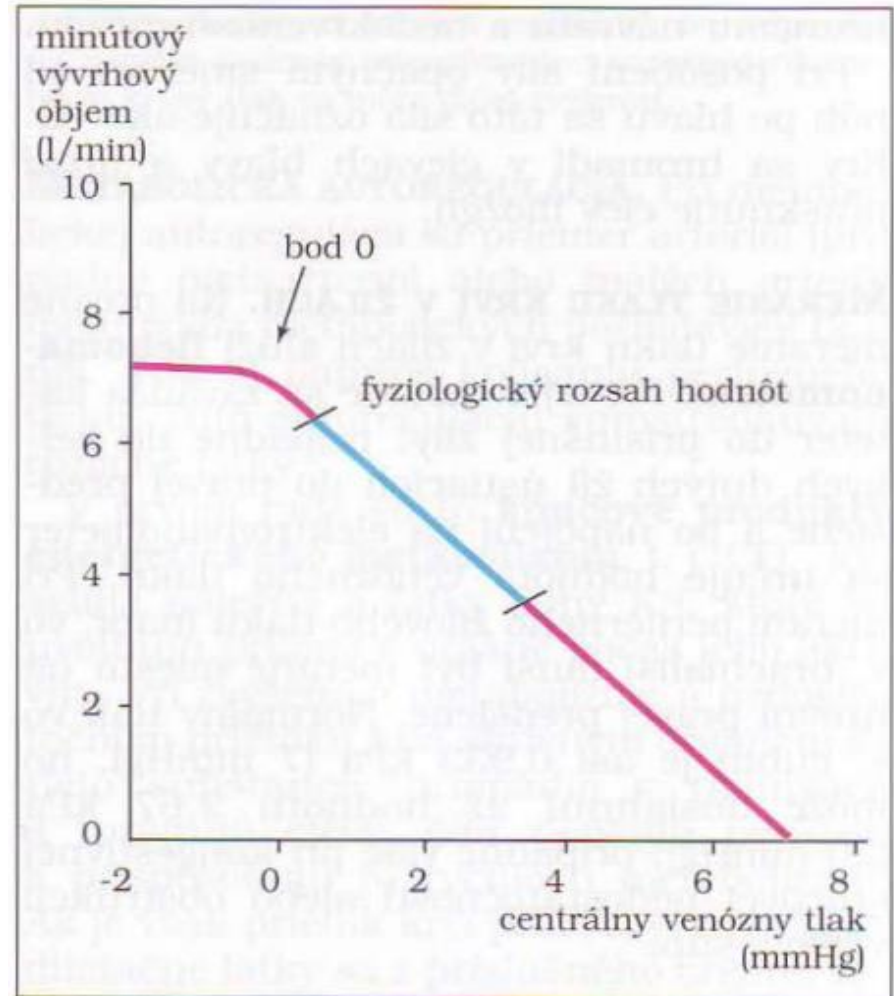
- prílišný dôraz na schopnosť komory reagovať na tekutinovú výzvu, zatemnil klinický význam monitorovania CVP.
- CVP poskytuje nepretržitú informáciu o rovnováhe medzi schopnosťou srdca pumpovať krv a tendenciou krvi tečť z periférnych ciev späť k srdcu

Graf vyjadrujúci vzťah medzi venóznym návratom (minútovým vývrhovým objemom srdca) a CVP: **vaskulárna funkčná krivka**



Pri nulovom vývrhovom objeme srdca je centrálny venózný tlak najvyšší.

Pri narastajúcom vývrhovom objeme srdca CVT klesá. Ak venózný tlak klesne pod 0 (bod 0), žily začínajú kolabovať, čo zabraňuje ďalšiemu zvyšovaniu SV.



Následky zvýšeného CVT

- štúdia VASST preukázala, že pacienti s CVT < 8 mmHg počas šoku mali mortalitu o 35 % nižšiu ako pacienti s CVT > 8 mmHg
- Boyd, JH. et al. : Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. Crit Care Med 39:259–265
- Wang XT, Liu DW. : Association between elevated central venous pressure and outcomes in critically ill patients. Ann Intensive Care 7:83.

Ako môže zvýšenie CVT samo o sebe spôsobiť poškodenie orgánov?

- Akékoľvek zvýšenie CVT priamo zvyšuje kapilárny hydrostatický tlak, čím sa zvyšuje filtrácia tekutiny do tkanivového interstícia.
„ back pressure“
- Vplyv zvýšeného CVT je väčší v zapuzdrených orgánoch, v ktorých zvýšený objem parenchýmu tamponuje prietok krvi, kolabuje močové tubuly, pečňové sínusoidy a venuly, lymfatickú drenáž

Obličky

- zvýšený intersticiálny tlak v kapsulovanej obličke spôsobuje renálnu tamponádu

Boorsma EM, Ter Maaten JM, Voors AA, van Veldhuisen DJ (2022) Renal compression in heart failure: the renal tamponade hypothesis

zvýšené hodnoty CVP sú spojené so zvýšeným rizikom akútneho poškodenia obličiek (AKI) u kriticky chorých pacientov

Legrand M, Dupuis C, Simon C, Gayat E, Mateo J, Lukaszewicz AC, Payen D (2013) Association between systemic hemodynamics and septic acute kidney injury in critically ill patients: a retrospective observational study.

Obličky

- CVT > 6-8 mmHg je spojené so zhoršením renálnych funkcií a zníženým prežívaním.
- akútne zvýšenie CVT je škodlivejšie ako chronické zvýšenie.

Gambardella I, Gaudino M, Ronco C, Lau C, Ivascu N, Girardi LN (2016) Congestive kidney failure in cardiac surgery: the relationship between central venous pressure and acute kidney injury. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*

- zvýšenie CVT o 1 cmH₂O nad 8 cmH₂O pri prijatí bolo spojené s 2 % vyšším rizikom AKI

Chen KP, Cavender S, Lee J, Feng M, Mark RG, Celi LA, Mukamal KJ, Danziger J (2016) Peripheral edema, central venous pressure, and risk of AKI in critical illness, *Clin J Am Soc Nephrol* 11:602–608.

Obličky

- CVT > 14 mmHg skoro po kardiochirurgickom zákroku bolo dôležitým determinantom AKI

Palomba H, de Castro I, Neto AL, Lage S, Yu L (2007) Acute kidney injury prediction following elective cardiac surgery: AKICS score. *Kidney Int* 72:624–631

- Ostermann poukázal, že pokles stredného perfúzneho tlaku obličiek (MPP = MAP-CVT) bol spojený s progresiou zo štádia AKI I do štádia III; pričom vzostup CVT bola zložka renal-MPP, ktorá mala nezávislý vplyv na progresiu AKI

Ostermann, M. Hall, A. Low mean perfusion pressure is a risk factor for progression of acute kidney injury in critically ill patients - A retrospective analysis , *BMC Nephrol* ,. 2017 May 3;18(1):151.

Pečeň

- Zvýšenie CVT je spojené s poškodením až zlyhaním pečene
 - zvýšené CVT priamo zvyšuje portálny venóznny tlak a znižuje portálny venóznny a hepatálny arteriálny prietok
- u pacientov so srdcovým zlyhaním zvýšenie bilirubínu súvisí so zvýšením CVT viac, než so zníženým CO

Sherlock, S. The liver in heart failure; relation of anatomical, functional, and circulatory changes. Br Heart J 13:273–293

CVT počas mechanickej ventilácie

- úlohou pravého srdca je udržiavať CVT čo najbližšie k nule čím sa vytvára dostatočný gradient pre dopredný pohyb venoznej krvi k srdcu
- pri UPV Ppl počas nádychu stúpa a aplikácia PEEP-u robí Ppl trvalo pozitívnym
- preto je na udržanie pohybu venoznej krvi k srdcu potrebný vyšší CVT
- UPV vytvára konflikt medzi vyšším CVT potrebným na udržanie preloadu a prevenciou preťaženia orgánov a ich poškodenia mechanizmom „back pressure“
- dlhodobo zvýšené CVP následky na tkanivách

Záver: merať či nemeľať ?

- meranie CVT je jednoduché, lacné, široko dostupné
- spoľahlivý parameter pri sledovaní jeho dynamiky
- volume respondéri majú nízke úvodné hodnoty a po podaní objemu malý vzostup CVT
- CVT bezpečný limit pod 6-8 mmHg
- vyššie hodnoty CVP úmerne zvyšujú riziko systémového edému tkaniva.
- CVT nad 13-14 mmHg, riziko venostázy v mimohrudných org. (obličky, pečeň,...)“back pressure “

Záver:

- Na udržanie nižšieho CVP zväžiť stratégie:
 - nízke dychové objemy a tlak v dýchacích cestách
 - použitie inotropík, najmä v prítomnosti zvýšenej kapilárnej permeability
 - zvýšenie srdcovej frekvencie
 - zníženie afterloadu pravej komory
 - predchádzaním pozitívnej bilancie tekutín, ktorá vykazuje u UPV pacientov zvýšenú mortalitu



Ďakujem za pozornosť