



Méně invazivní monitorace hemodynamiky na ICU ?

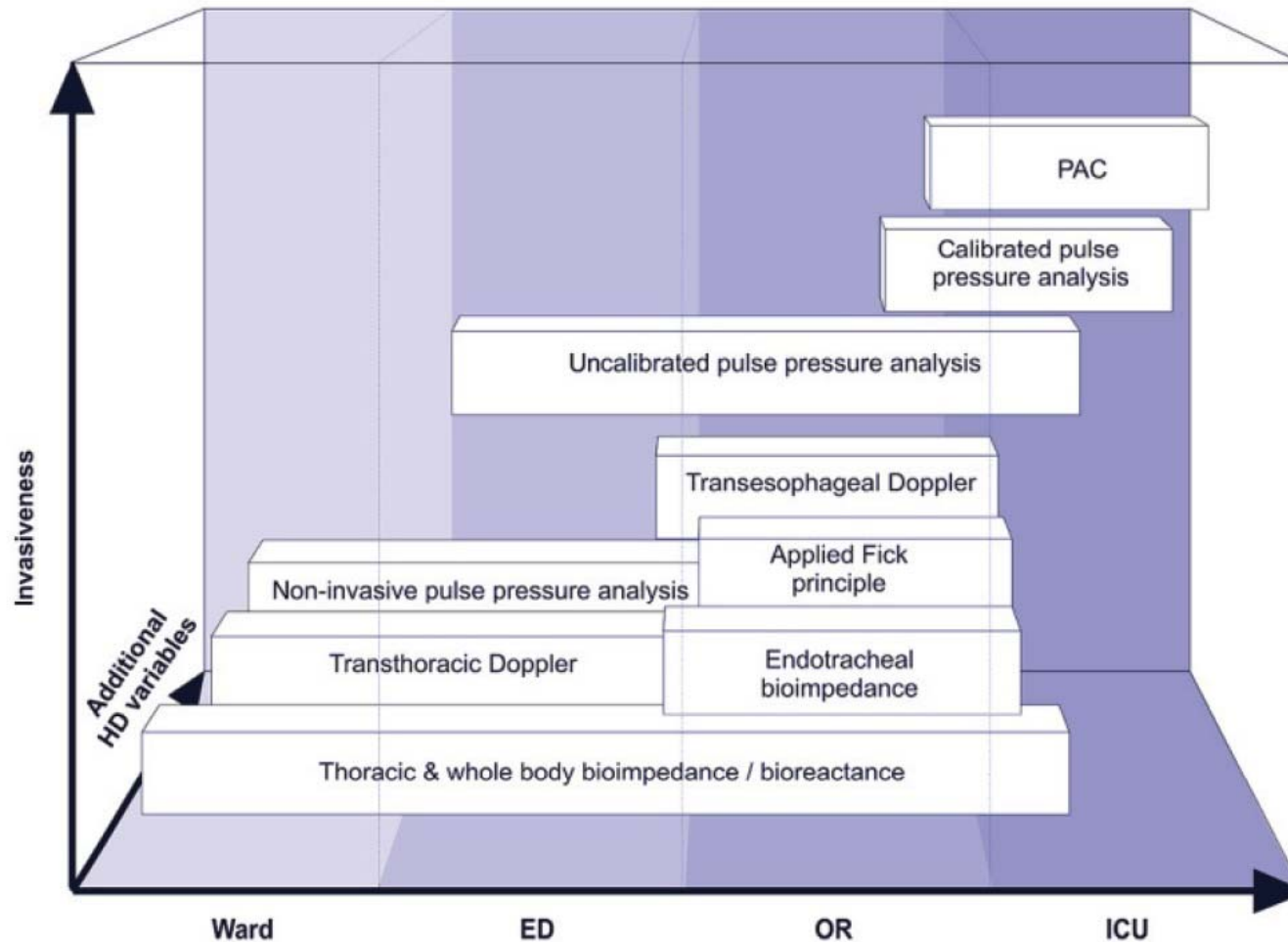
up-to-date 2014...

....more questions than answers

Jan Hruša

ARK FN u sv.Anny v Brně

Jak monitorovat?



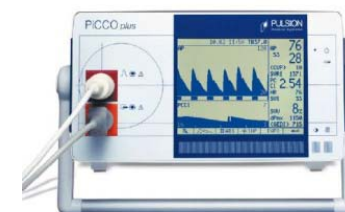
Ramsingh D, Alexander B, Cannesson M. Clinical review: Does it matter which hemodynamic monitoring system is used? Crit Care. 2013 Mar 5;17(2):208.

PAC (Swan-Ganz)

- katetrizace 1929 (Forssman), balonový katetr 1970
- CVP, PAP, PAOP, CO a SvO₂ jedním vstupem
- invazivita, cena, složitější interpretace
- opakovaně neprokázaný benefit ve studiích, některé studie s čtenějšími komplikacemi, ale
 - etický problém randomizace, pacienti skutečně potřebující PAC nerandomizováni = nezařazeni
 - pro jinou monitoraci také benefit neprokázán
- v užití 65% pokles mezi r. 1993 a 2004
- stále reference k porovnání přesnosti ostatních metod

Transpulmonální termodiluce

- **PiCCO** (Pulsion), nověji **VolumeView** (Edwards)
- centrální žilní a „centrální“ arteriální katetr
- měřený CO vcelku koreluje s PAC
- po změření CO schopny měřit kontinuálně analýzou pulsové křivky
- přináší další hodnoty:
 - EVLWI: *extra-vascular lung water index*
3-7 ml/kg, cut-off 10 ml/kg?
přibývá studií na klinickou hodnotu u ARDS, sepse...
 - GEDVI: *global end-diastolic volume index*
680-800 ml/m²
nesplnil očekávání jako prediktor volume responsiveness



Transpulmonální diluce lithia

- **LiDCOplus**

- specifický lithiový sensor
- diluce lithium chloridu – ovlivnění hyponatremií, chron. medikací Li a svalovými relaxancii
- nevyžaduje CVK
- měří kontinuálně



Clinical review: Does it matter which hemodynamic monitoring system is used? Ramsingh D, Alexander B, Cannesson M. Crit Care. 2013 Mar 5;17(2):208.

Clinical review: Update on hemodynamic monitoring--a consensus of 16. Vincent JL et al. Crit Care. 2011 Aug 18;15(4):229.

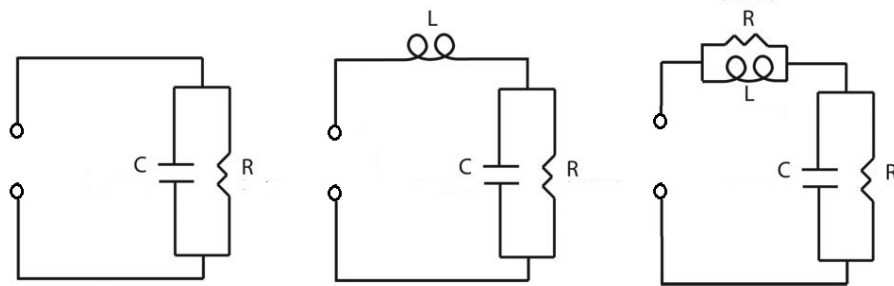
Monitoring cardiac function: Echocardiography, pulse contour analysis and beyond. Renner J, Scholz J. Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol. 2013 Jun;27(2):187.

Analýza pulzové křivky

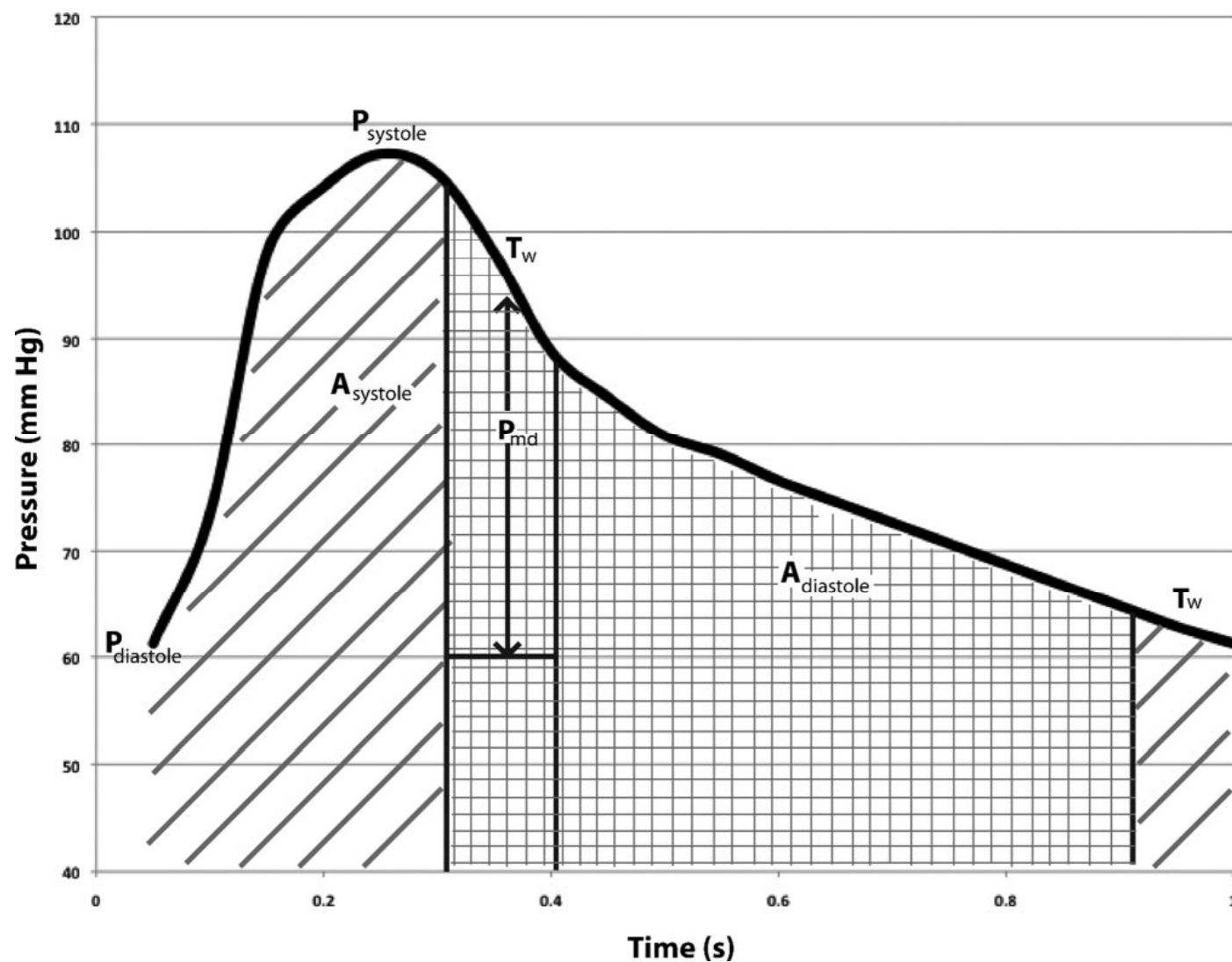
- uživatelsky snadné, kontinuální („beat-to-beat“)
- málo invazivní (arteriální linka)
- EBM – velké množství prací, protichůdné výsledky
 - PiCCO: při časté kalibraci spolehlivé i při změnách SVR
 - Vigileo: selhává u změn SVR, nepřesný na katecholaminech, při vasoplegii..., nepomohla třetí generace software
 - LiDCOplus: na ICU protichůdné výsledky, spíše spolehlivý, limitován mj. max. denní dávkou lithia
 - LiDCOrapid: nevalidován proti PAC, selhává na vasoaktivní medikaci
- nekalibrované málo přesné – sledování trendů ne absolutních hodnot, selžou při změně SVR

Analýza pulzové křivky

- problémem přepočítat tlak na průtok, resp. objem/čas – nutnost znalosti compliance
- „Windkessel“ model
- „elektrický“ model
- není zpětný tok
- nejsou odrazy pulsových vln
- R (= SVR) se během srdečního cyklu nemění
- během jednoho cyklu je množství krve vtékající do cévy je stejné jako množství, které cévu opustí



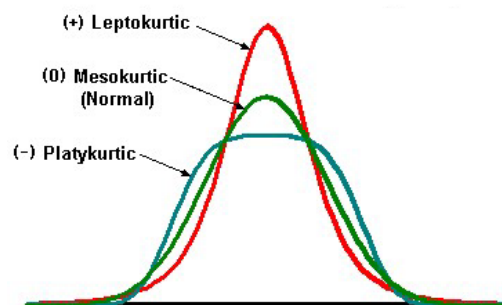
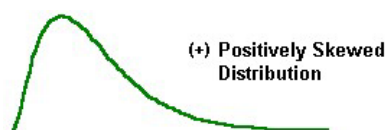
Analýza pulzové křivky



Arterial waveform analysis for the anesthesiologist: past, present, and future concepts. Thiele RH, Durieux ME. Anesth Analg. 2011 Oct;113(4):766-76.

Analýza pulzové křivky

PiCCO	Vigileo/FloTrac	LiDCO	PRAM
analýza plochy pod systolickou částí arteriální křivky	SD počítaná ze 2000 bodů pulzové křivky	„root mean square“ analýza „Pulse Power“	plocha pod křivkou arteriálního tlaku (sys i dia)
korekce výpočtu compliance aorty dle diastolické části křivky a dP/dt	korekce dle BSA a skewness and curtosis 60 sekundového záznamu	korekce „pacientským faktorem“	vysoké časové rozlišení signálu (1000Hz)
potřebuje kalibraci		nomogram pro LiDCOrapid	



obtížně srovnatelné hodnoty různých přístrojů

Noninvasive cardiac output monitors: a state-of-the-art review. Marik PE. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2013 Feb;27(1):121-34.

<http://mvpprograms.com/help/mvpstats/distributions/SkewnessKurtosis>

Arterial waveform analysis for the anesthesiologist: past, present, and future concepts. Thiele RH, Durieux ME. Anesth Analg. 2011 Oct;113(4):766-76.

Limitace nekalibrovaného SV

- změny SVR
- výška/váha pacienta ???
- přetlumení monitorem
- místo snímání art. křivky
 - odrazy pulsové vlny
 - selektivní redistribuce CO při hemodynamické nestabilitě

Neinvazivní analýza pulzové křivky

- **LiDCO CNAP**

- používá PulseCO k výpočtu CO
- dosud málo dat
- cílen na perioperační monitoraci



- **ccNexfin/ClearSight (Edwards)**

- validace na měření TK – dobré výsledky
- používá Nexfin CO-trek algoritmus
- Nexfin-CO koreluje s termodilucí po kardiochirurgii
- ICU ???
- problematické při KV nestabilitě a vasoaktivních látkách



Neinvazivní analýza pulzové křivky

- **vascular unloading**
 - Peňázova metoda předpokládá potlačení vlastní elasticity cévy
 - kolem 1/3 max. poloměru tepny
 - PhysioCal algoritmus (Nexfin), VERIFI algoritmus (CNAP)
- **prstový TK nás nezajímá**
 - rekonstrukce brachiálního arteriálního tlaku z prstového (Nexfin)
 - přepočítání prstové křivky dle korekce brachiální manžetou (CNAP)
- **hydrostatický tlak**
 - korekční systém u Nexfin
 - u CNAP kalibrace brachiální manžetou

Noninvasive continuous hemodynamic monitoring. Truijen J, van Lieshout JJ, Wesselink WA, Westerhof BE. J Clin Monit Comput. 2012 Aug;26(4):267-78.

Should we use early less invasive hemodynamic monitoring in unstable ICU patients? Cecconi M, Bennett D. Crit Care. 2011 Jul 28;15(4):173.

Early non-invasive cardiac output monitoring in hemodynamically unstable intensive care patients: a multi-center randomized controlled trial. Takala J et al. Crit Care. 2011 Jun 15;15(3):R148.

Noninvasive hemodynamic monitoring in the emergency department. Middleton PM, Davies SR. Curr Opin Crit Care. 2011 Aug;17(4):342-50

Ultrazvukové techniky

- **Transesofageální Doppler**

- použitelné od 70.-tých let
- náročné, závislé na uživateli
- zjednodušené systémy (**CardioQ**)
- kontinuální (ale problém polohy sondy)
- validace v perioperační medicíně u vysoce rizikových výkonů



- **Suprasternální Doppler (USCOM)**

- jen intermitentní měření
- závislé na uživateli, chybí validace



Clinical review: Does it matter which hemodynamic monitoring system is used? Ramsingh D, Alexander B, Cannesson M. Crit Care. 2013 Mar 5;17(2):208.

Clinical review: Update on hemodynamic monitoring--a consensus of 16. Vincent JL et al. Crit Care. 2011 Aug 18;15(4):229.

Bioimpedanční techniky

- **Impedanční kardiografie (např. BioZ)**
 - změny impedance hrudníku korelované dle EKG (ventricular ejection time): odhad SV
 - nejstarší neinvazivní technika měření SV
 - velmi nespolehlivá na ICU (pohyb, rušení, poloha elektrod, plicní voda....)
- **Bioreaktance: NICOM (Cheetah)**
 - bioreaktance = fázový posun
 - daleko přesnější než bioimpedanční techniky (jen pulsatilní tok vyvolá fázový posun)
 - méně citlivá na polohu těla a elektrod i arytmie
 - není validace pro intenzivní péči
 - ojedinělé práce slibné
 - v perioperační koreluje s termodilucí i Dopplerem



$$SV = C \times VET \times \frac{\delta Z_0}{\delta t}_{\max}$$
$$SV = C \times VET \times \frac{\delta \Phi}{\delta t}_{\max}$$

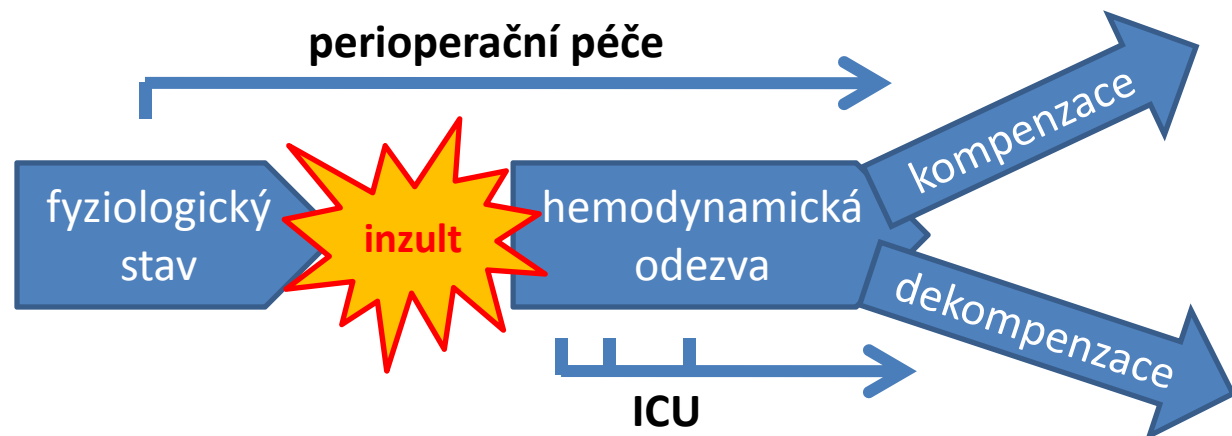
Pulse wave transit time

- **Nihon Kohden Vismo**
 - opoždění pulsové vlny proti QRS
 - zcela neinvazivní
 - self-kalibrace podle demografických dat, PWTT a NIBP
 - **$SV = K \times (\alpha \times PWTT + \beta)$**
 - konstanty získané z demografických studií (Evropa??)
 - skutečně dobrá korelace jen u zdravých dobrovolníků
 - na ICU málo dat, nepovzbudivých



Zklamání ?

- **obtížný průkaz vlivu na mortalitu**
 - monitorace je nástrojem protokolu
 - „low mortality problem“ a „control group problem“
- **co je to spolehlivost monitorace ?**
 - přesnost PAC 5-15%...je 10% vzestup CO úspěch intervence?
 - percentage error 30% nebo 45%, concordance 92 nebo 88%
- **perioperační péče není ICU**



Take home...

- všechny metody používají presumpce a aproximace
- méně invazivní kalibrované metody mají celkem přijatelnou shodu s PAC
- nekalibrované metody výrazně ztrácí spolehlivost u měnících se vlastností oběhu (vaskulárního tonu)
- pro řadu monitorů velmi málo studií na „general ICU“
- není zcela jasné, kde leží hranice přesnosti
- co je vhodné pro perioperační medicínu může být zcela insuficientní pro ICU
- spíše „gray zones“ než „cutoffs“

Závěr

Nechtějme po hemodynamických monitorech víc, než ze své fyzikální a fyziologické podstaty dokáží



Děkuji za pozornost