

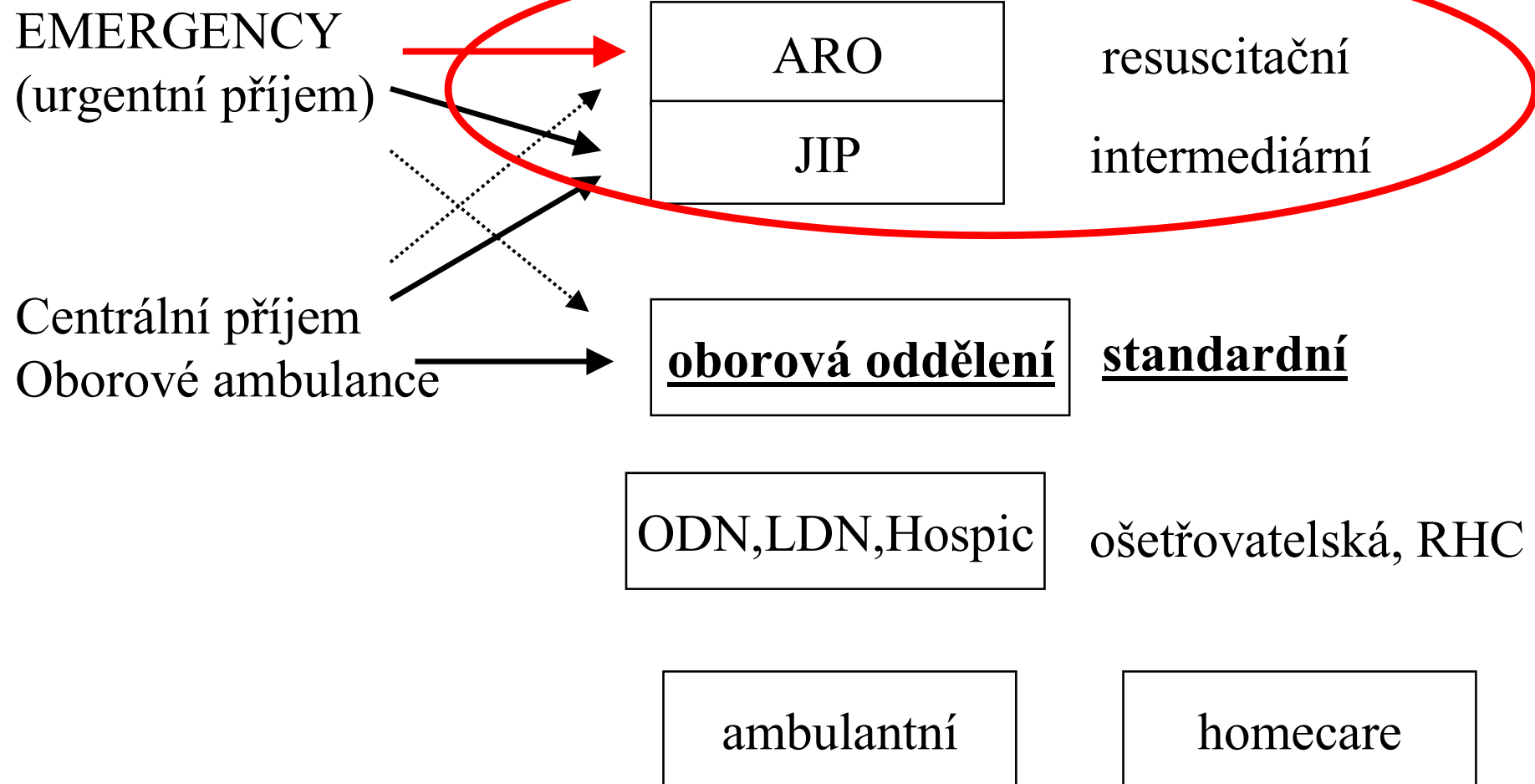
Intenzivní medicína definice, postavení oboru

Monitorace hemodynamiky a metabolismu kriticky nemocných

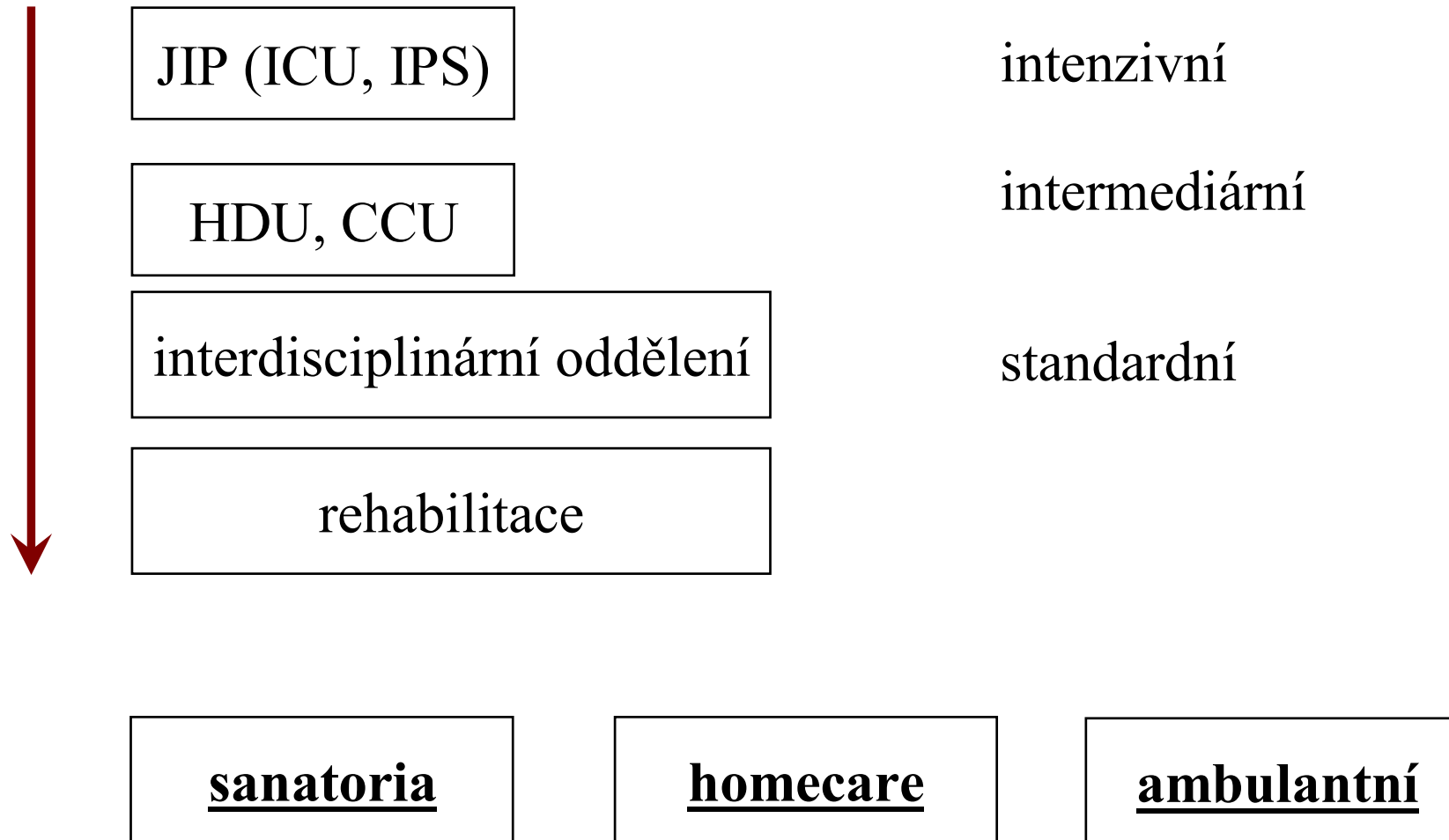
Vladimír Šrámek

ARK, FN u svaté Anny v Brně

Organizace péče - současný stav v ČR

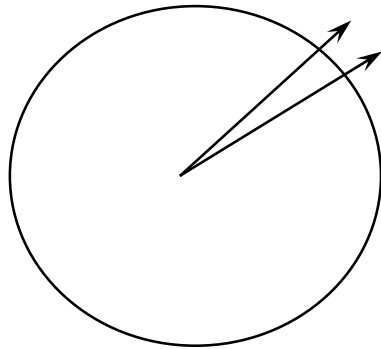


Organizace péče o nemocné - EU



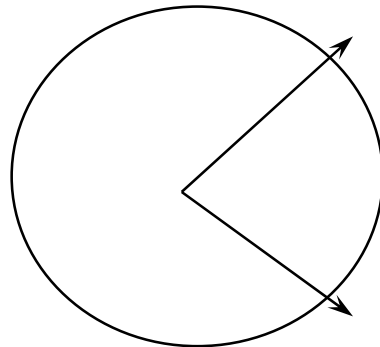
profil nemocničních lůžek

realita před r.2000



intenzivní lůžka: 1-2% UK
3-4% Evropa
9-11% US

21. století

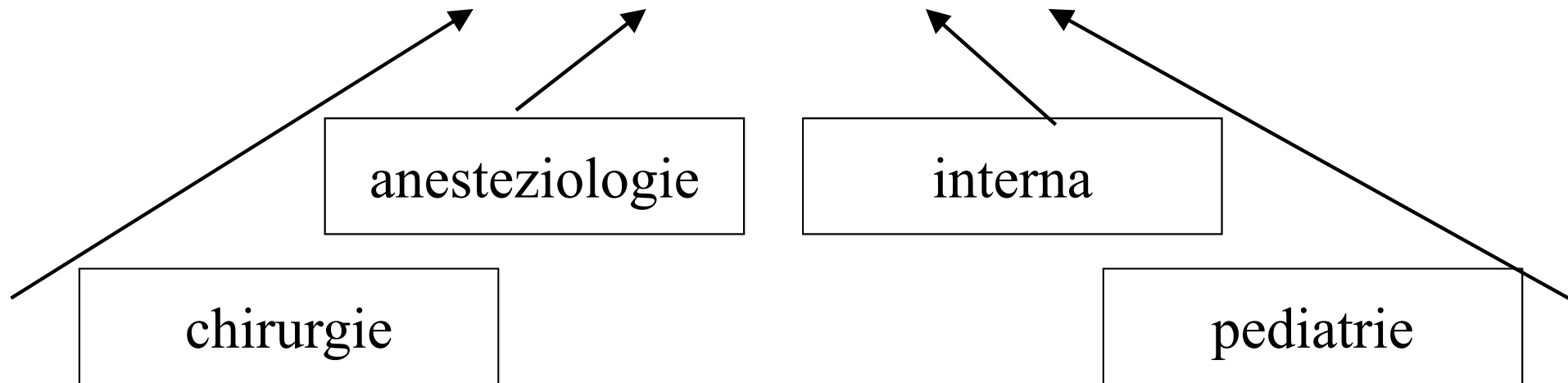


FN USA > 100/900
(inflace vlivem ekonomiky)

intenzivní medicína

certifikovaný kurz (=nástavbový obor)

(+ součást anesteziologického vzdělání)



Podmínkou pro zařazení je specializace:
anesteziologie a intenzivní medicína, dětská chirurgie,
dětské lékařství, diabetologie a endokrinologie, gynekologie
a porodnictví, chirurgie, infekční lékařství, kardiochirurgie,
kardiologie, klinická onkologie, neurochirurgie, neurologie,
ortopedie, pneumologie a ftizeologie, popáleninová
medicína, traumatologie, urologie nebo vnitřní lékařství.

anesteziologický modul

SPECIÁLNÍ ČÁST – 1 rok (bez pediatrie)

Akreditované pracoviště	Počet měsíců
intenzivní medicína ^{1), 2)} – pracoviště s akreditací I. nebo II. typu – s lůžkovou částí poskytující multidisciplinární intenzivní péči pro dospělé (pracoviště musí být zároveň akreditováno pro obor anesteziologie a intenzivní medicína ^{3), 4)})	10
urgentní medicína ⁵⁾ – oddělení urgentního příjmu (OUP)	2

chirurgický modul

Akreditované pracoviště	Počet měsíců
intenzivní medicína ^{1), 2)} – pracoviště s akreditací I. nebo II. typu – poskytující oborovou intenzivní péči pro dospělé pacienty chirurgického profilu nebo multidisciplinární intenzivní péči pro dospělé (pracoviště musí být zároveň akreditováno pro obor chirurgie ^{3), 6)} nebo kardiochirurgie ^{3), 7)} nebo neurochirurgie ^{3), 8)} nebo ortopedie ^{3), 9)} nebo popáleninová medicína ¹⁰⁾ nebo traumatologie ^{3), 11)} nebo urologie ^{3), 12)})	12

interní modul

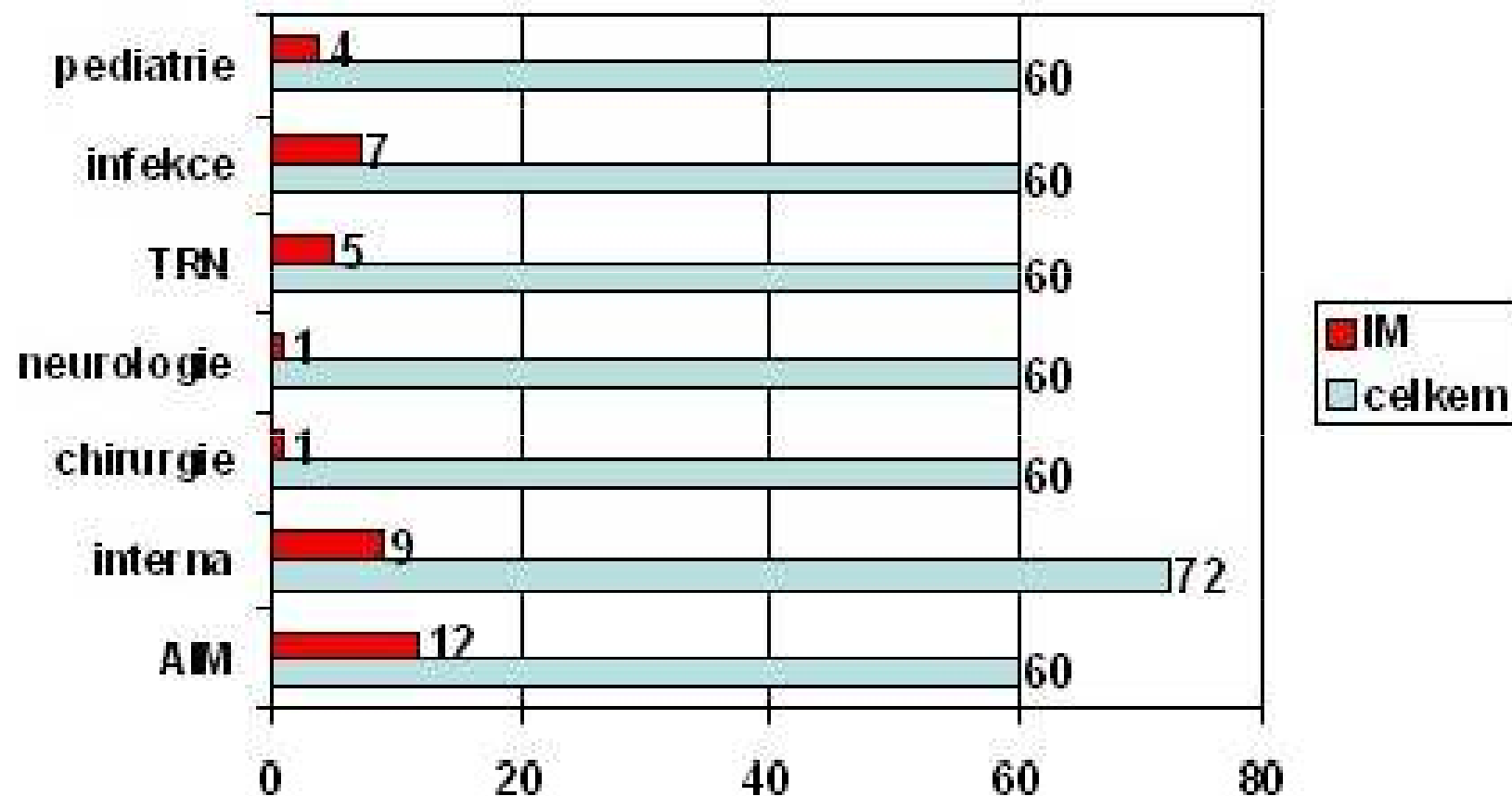
Akreditované pracoviště		Počet měsíců
•intenzivní medicína ^{1), 2)} – pracoviště s akreditací I. nebo II. typu – poskytující oborovou intenzivní péči pro dospělé pacienty interního profilu (pracoviště musí být zároveň akreditováno pro obor diabetologie a endokrinologie ^{3), 13)} nebo infekční lékařství ^{3), 14)} nebo kardiologie ^{3), 15)} nebo klinická onkologie ^{3), 16)} nebo neurologie ^{3), 17)} nebo pneumologie a ftyzeologie ^{3), 18)} nebo vnitřní lékařství ^{3), 19)})		12
z toho	kardiologická JIP – pracoviště s akreditací I. nebo II. typu	3
	z toho pracoviště s akreditací II. typu	1
	metabolická JIP – pracoviště s akreditací I. nebo II. typu	3
	z toho pracoviště s akreditací II. typu	1
	povinně volitelná praxe (na 1-2 pracovištích podle vlastního výběru): -hematologická JIP -pneumologická JIP -infektologická JIP -neurologická JIP -onkologická JIP	2

OBEČNÁ ČÁST – 1 rok (bez pediatrie)

vyhláška č. 185/2009

Akreditované pracoviště		Počet měsíců
intenzivní medicína ¹⁾ – pracoviště s akreditací II. typu		12
<i>z toho</i>	pracoviště poskytující multidisciplinární intenzivní péči pro dospělé	6
	pracoviště poskytující oborovou intenzivní péči pro dospělé pacienty interního profilu (z toho lze 1 měsíc na JIP kardiologického profilu)	2
	pracoviště poskytující oborovou intenzivní péči pro dospělé pacienty chirurgického profilu	2
	pracoviště poskytující intenzivní péči pro děti	2

Podíl IM ve vzdělávacích programech

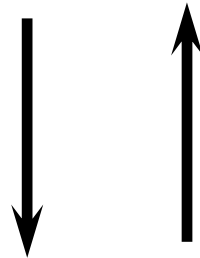


Definice intenzivní péče

intenzivní:

(vybavení personální, přístrojové – kritéria ESICM vs pojišťovna)

- ⊗ nemocné se selháním vitálních funkcí (mozek, srdce, plíce)
- ⊗ TISS nad 20
- ⊗ umělá plicní ventilace, invazivní monitorace, náhrada fce ledvin



intermediární:(vybavení personální, přístrojové)

- ⊗ nemocné, kde hrozí selhání vitálních funkcí
- ⊗ TISS pod 20
- ⊗ oxygenoterapie, dechová RHC, neinvazivní monitorace

Intenzivní péče 1. stupně (nižší)

TISS < 20

TISS – Therapeutic Intervention Severity Score (76b max)

Vybavení:

- mobilní polohovací lůžka
- defibrilátor
- EKG přístroj

Vybavení u lůžka:

- dávkovač stříkačkový
- Infuzní pumpa
- monitor vitálních funkcí (EKG/RESP, NIBP, SpO2)

Intenzivní péče 2. stupně (vyšší)

TISS < 40

Vybavení:

- resuscitační lůžka
- defibrilátor
- EKG přístroj
- ventilátor transportní
- mobilní RTG přístroj
- monitorovací centrála

Vybavení u lůžka:

- dávkovač stříkačkový 2 ks
- infuzní pumpa
- monitor vitálních funkcí (EKG/RESP, NIBP, SpO2)
- zařízení pro zvlhčování dýchacích cest

Intenzivní péče 3. stupně (resuscitační)

TISS \geq 40

Vybavení:

- resuscitační lůžka
- defibrilátor
- EKG přístroj
- ventilátor transportní,
- mobilní RTG přístroj
- monitorovací centrála
- přístroj pro extrakorporální eliminaci (CVVH),
- přístroj nebo modul pro měření hemodynamiky

Vybavení u lůžka:

- dávkovač stříkačkový 4 ks
- infuzní pumpa 2 ks
- monitor vitálních funkcí (EKG/RESP, NIBP, SpO₂, IBP, Temp),
- zařízení pro zvlhčování dýchacích cest
- ventilátor pro umělou ventilaci pacienta
- kardiostimulátor
- sonograf
- přístroj na kontrapulzaci, pokud je angiolinka

rozpočet

cena poskytnuté intenzivní péče:

- ⇒ skórování (TISS)
- ⇒ až **50.000 Kč/den**
- ⇒ profil: mzdy, léky+SZM, fixní náklady
(ČR: mzdy 40% Evropa 60-70%)
- ⇒ dlouhodobá intenzivní péče (nad 3-7dnů)
10% nemocných; 50% rozpočtu

**monitorace celkové a regionální
hemodynamiky
monitorace metabolismu**

Vladimír Šrámek

ARK, FN u svaté Anny v Brně

hemodynamika

hemos + dynamos

- fyziologie o proudění krve a silách, které proudění způsobují
- proudění krve má zabezpečit adekvátní přísun O₂ (živin) periferním tkáním a odstranění CO₂ (zplodin) buněčného **metabolizmu**

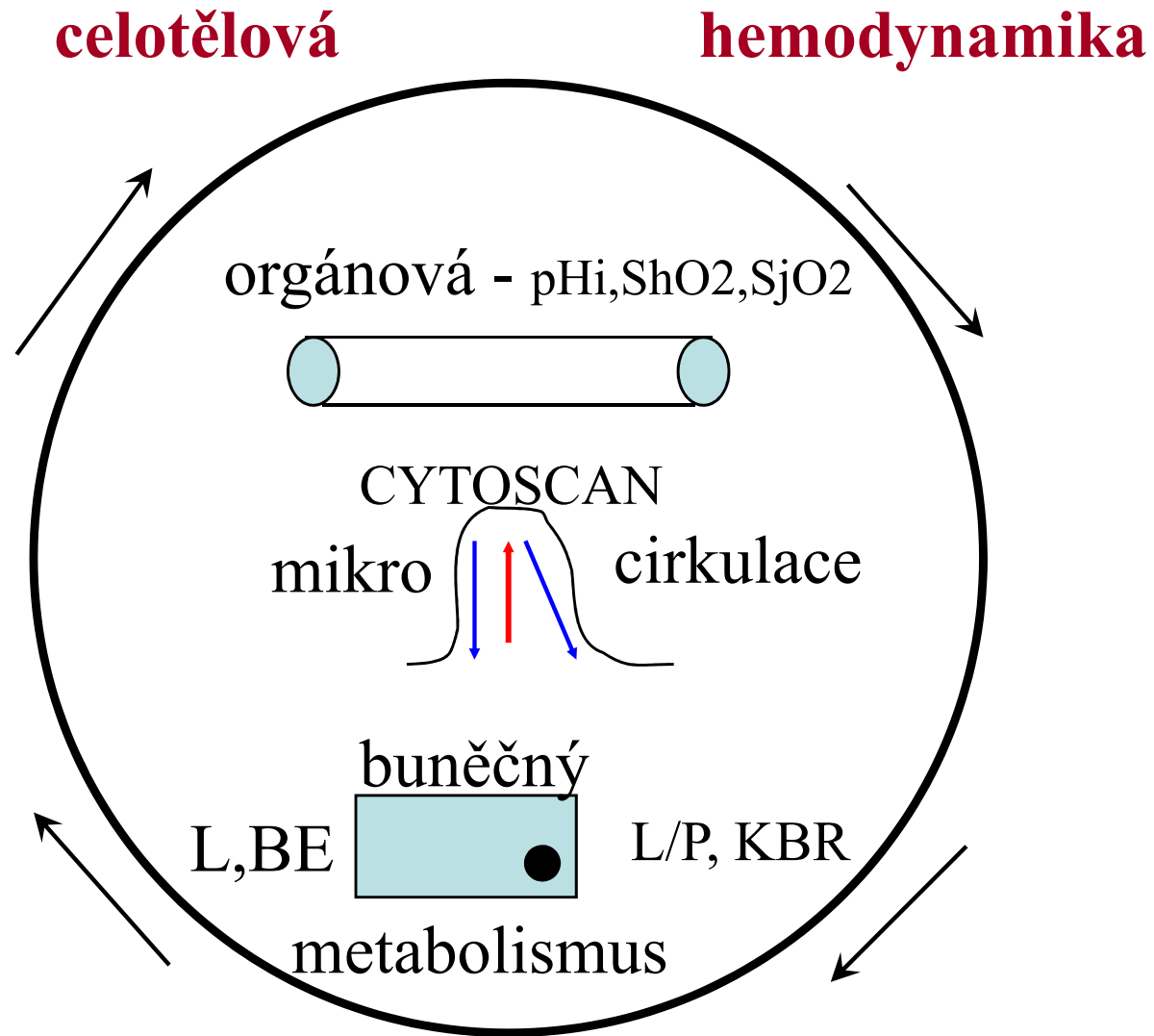
hemodynamika



metabolizmus

metabolizmus řídí hemodynamiku

úrovně monitorace



“závěr“

včasná (**6-8 hodin**) resuscitace celkové hemodynamiky je nutným - ne však jediným - předpokladem ke stabilizaci

- **mikrocirkulace**
- **funkce orgánů/tkání/buněk (=prevenci/léčbě MODS)**

stabilizace před nastartováním:

- **inflamační odpovědi**
- **cytopatické hypoxie**

monitorace hemodynamiky

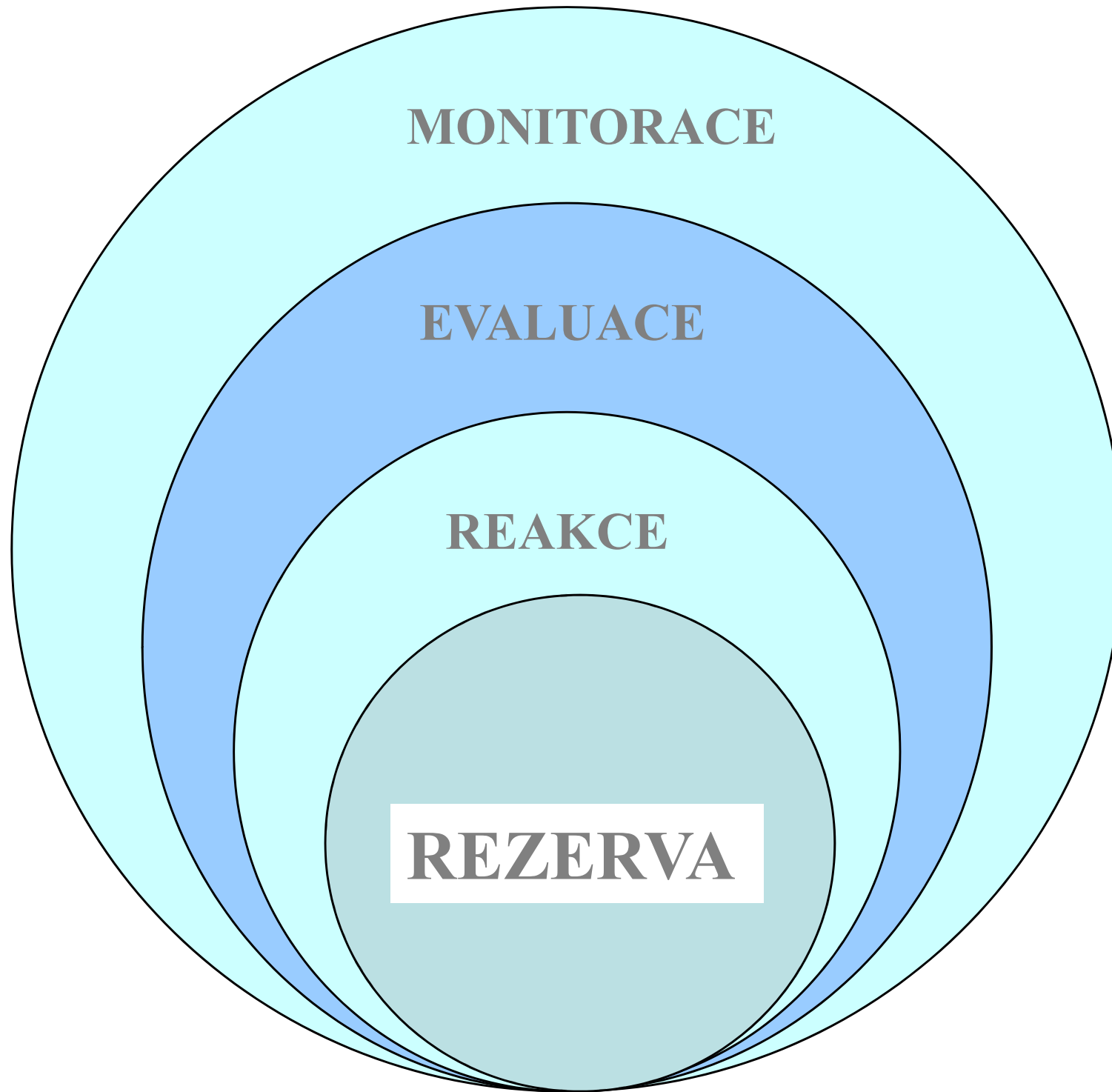
Otázky:

- koho?

preventivně

dle klinické situace

- jaké parametry?
- jaký monitor?
- **(vyhodnocení, terapeutický plán)**



MONITORACE

EVALUACE

REAKCE

REZERVA

DEFINICE nestability (FNuSA)

- 1) ScvO₂ < 60%
- 2) BE < - 5 mmol/l (pokud není ve stejné výši přítomna chronicky nebo z jiné jasné příčiny- např. AKI)
- 3) laktát > 4 mmol/l
- 4) diuréza < 0,5 ml/kg/hod po dobu 2 hodin po sobě
- 5) MAP < 60 mmHg při dávce NA > 0,1 mcg/kg/min (tj. > 5 ml NA/hod v ředění 5mg/50ml) **CAVE! Normotenze nevylučuje šokový stav**

Další známky, které připívají k získání informací o stavu hemodynamiky:

- hypoperfuze kůže na více místech těla, zpomalené plnění nehtového lůžka na HK
- významná tachykardie/bradykardie
- PPV (SAP variation) u řízené ventilace

Známky nestability je vhodné posoudit vždy komplexně

VÝVOJ stabilizace - 6 hodin

- základem je průběžná monitorace parametrů nestability v prvních hodinách od jejich vzniku.
(clearance laktátu.....)
- po 3 hodinách je vhodné shrnout celkový trend vývoje
- po 6 hodinách shrneme celkový trend vývoje se zápisem do dokumentace
- v případě nelepších se parametrů nestability v průběhu prvních 6 hodin - zvážit **rozšíření monitorace o metodiku umožňující sledování srdečního výdeje**
- je s výhodou provést alespoň **orientační vyšetření TTE**

ZÁKLADY léčby

Fluid therapy

See initial resuscitation timing recommendations. Use crystalloids or colloids.

Give fluid challenge to patients with suspected inadequate tissue perfusion at a rate of 500-1000 ml of crystalloids or 300-500 ml of colloids over 30 minutes and repeat if blood pressure and urine output do not increase and there is no evidence of intravascular volume overload.

tekutiny – základem je podání bolusu tekutin, který definujeme jako 250 – 500 ml koloidu (500 – 1000 ml krystaloidu) v průběhu 15 – 30 minut; opakování dle klinické situace

- vazoaktivní léky
 - 1) základním vazopresorem je noradrenalin
 - 2) základním pos. inotropním lékem je dobutamin
 - 3) základními vasodilátátory jsou nitroglycerin/nitroprusid
 - 4) další léky jsou podány ve specifických indikacích (adrenalin, terlipresin, levosimendan...)
- další léky/postupy: diuretika, RRT dle indikace.....

vhodný hemodynamický parametr definice

- snadno získatelný (prevence x léčba hemodynamického kolapsu)
- neinvazivní x přesný
- jeho znalost objasňuje stav hemodynamiky
- jeho manipulace je možná a zlepšuje **Morbiditu/Mortalitu** nemocných

posouzení parametrů vždy komplexně

laktát

DSF/OPS

diuréza

**prokrvení
kůže**

CO

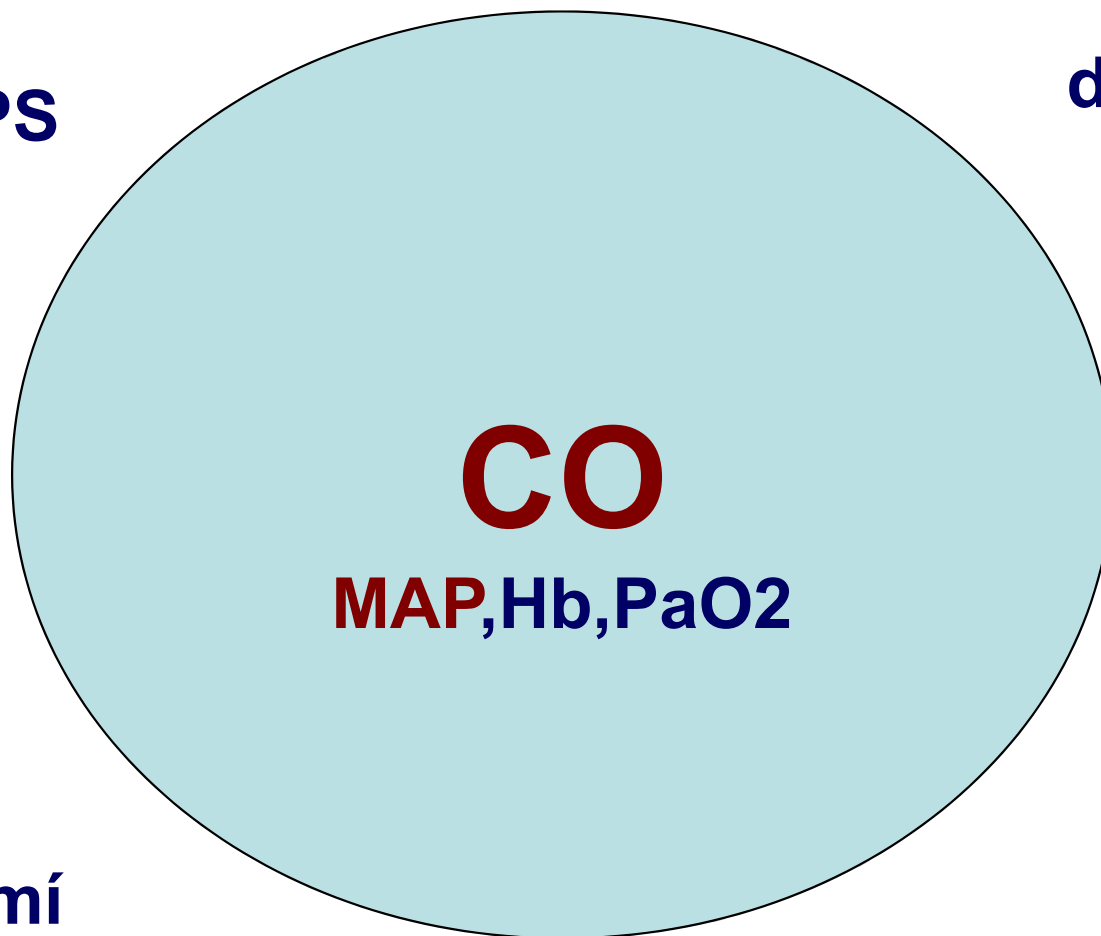
- BE

MAP, Hb, PaO₂

vědomí

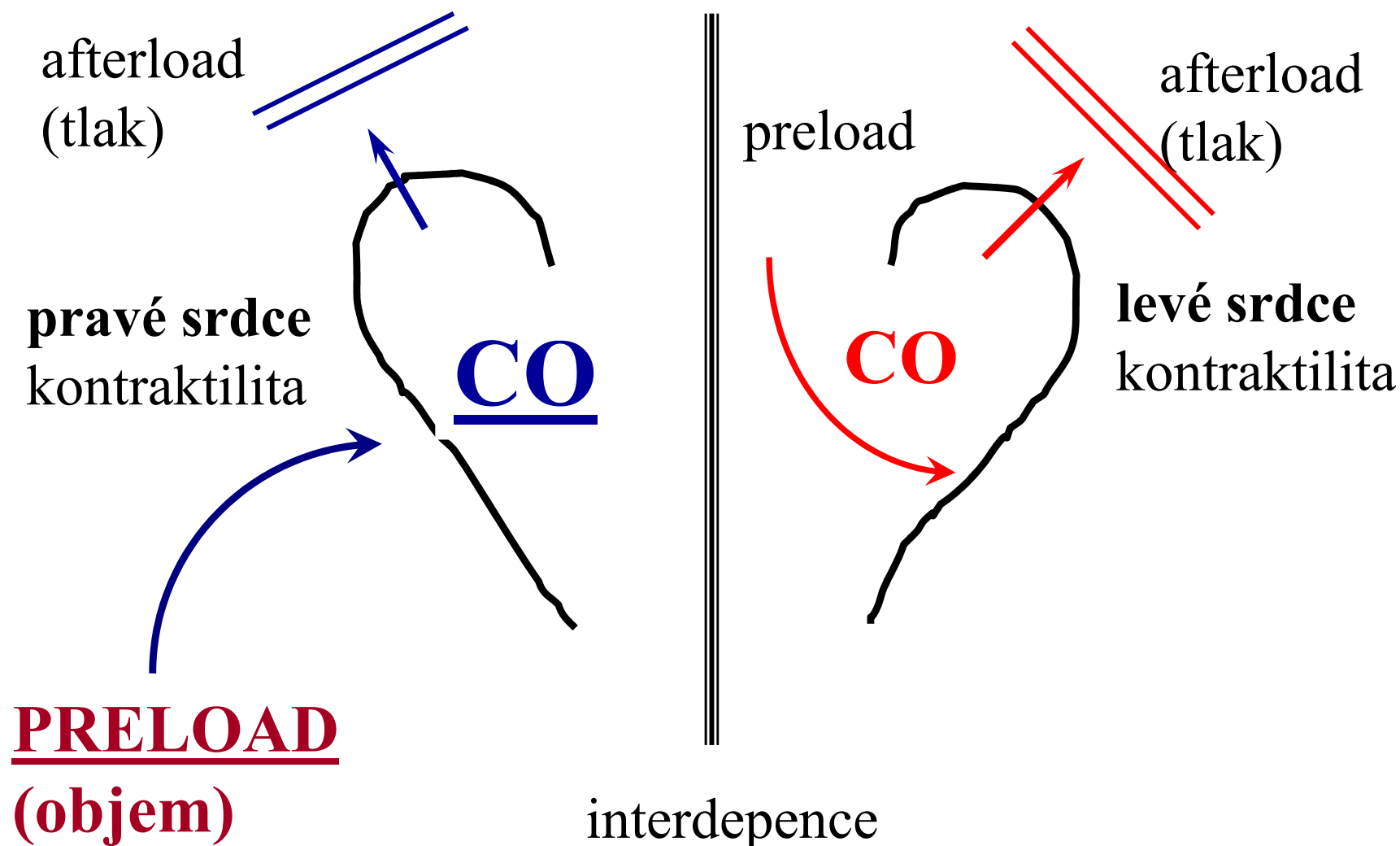
PCO₂gap

S(c)VO₂



celková hemodynamika

základní veličiny



měření hemodynamiky - parametry

preload, afterload a srdeční kontraktilita

(CVP)

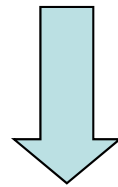
0-20

mmHg

(MAP)

55-100

mmHg



(ECHO)

EF

tepový objem (SI)

>35 %

> 30-50 ml/m²

FLOW (srdeční výdej/index)

$$\text{CI (=CO/BSA)} = \text{SI} \times \text{HR}$$

$$< 1.5 = 2.5 - 4.0 > \text{ l/min/m}^2$$

SV – stroke volume; SI = stroke index

BSA = body surface area (1.73 m²)

cardiac output/ DO2 (oxygen delivery)

$$\text{DO2I} = \text{CI} * \text{hemoglobin} * \text{SaO2} * k$$

>> >

Supranormální DO2 - retrospektivní analýza rizikových chirurgických nemocných

Operace	DO2I 600	CI 4.5
Polytrauma	800	5.0
Sept.šok	1000	5.5
AIM	400	2.5

Shoemaker WC, et al. Temporal hemodynamic and oxygen transport patterns in medical patients. Septic shock. Chest. 1993 Nov;104(5):1529-36. [Links](#)

klinický odhad - nepřesný

klasické neinvazivní parametry
(klinický odhad, **ABP**, event. CVP)

- **Mimoz O** (CCM, 1994)
klinika, laboratoř, rtg, NIBP, CVP... - > 50% chyb
- **Jonas M** (Southampton, UK - Brusel 2003)
odhad CO - 60% chyb

Pulmonary thermodilution



CO2 rebreathing

Esophageal Doppler

Transcutaneous Doppler



Transpulmonary thermodilution



Echo-Doppler



Pulse contour analysis

Transpulmonary lithium dilution



QuickTime™ and a
TIFF (Uncompressed) decompressor
are needed to see this picture.

požadavky na monitor

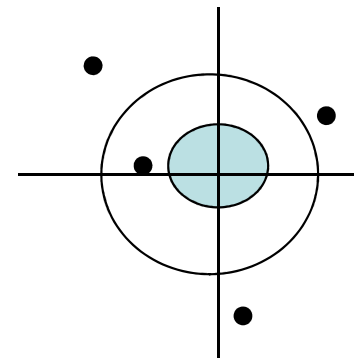
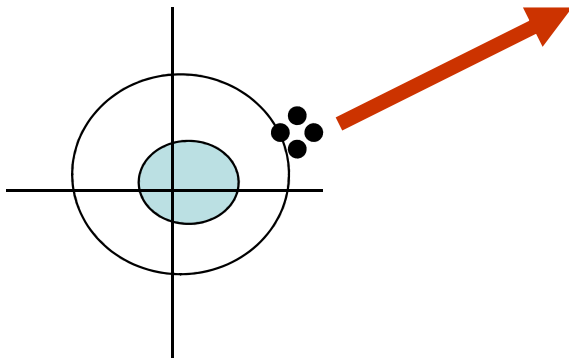
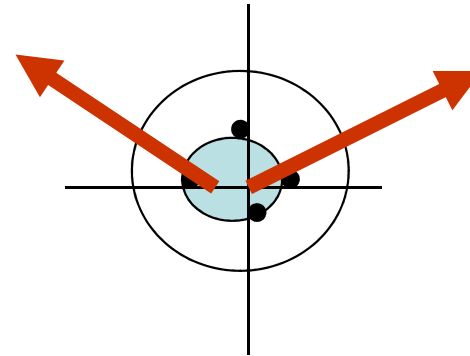
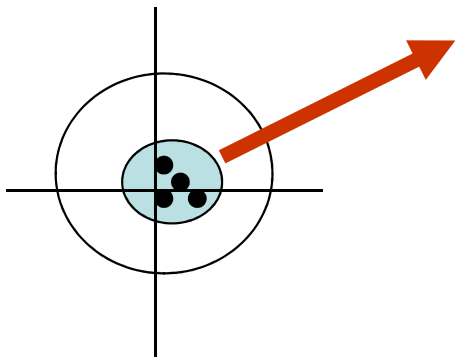
A)

- přesné hodnoty, kontinuálně, neinvazivně
- správně změny v trendu
- zachycení rychlých změn
- extrémní hodnoty

B)

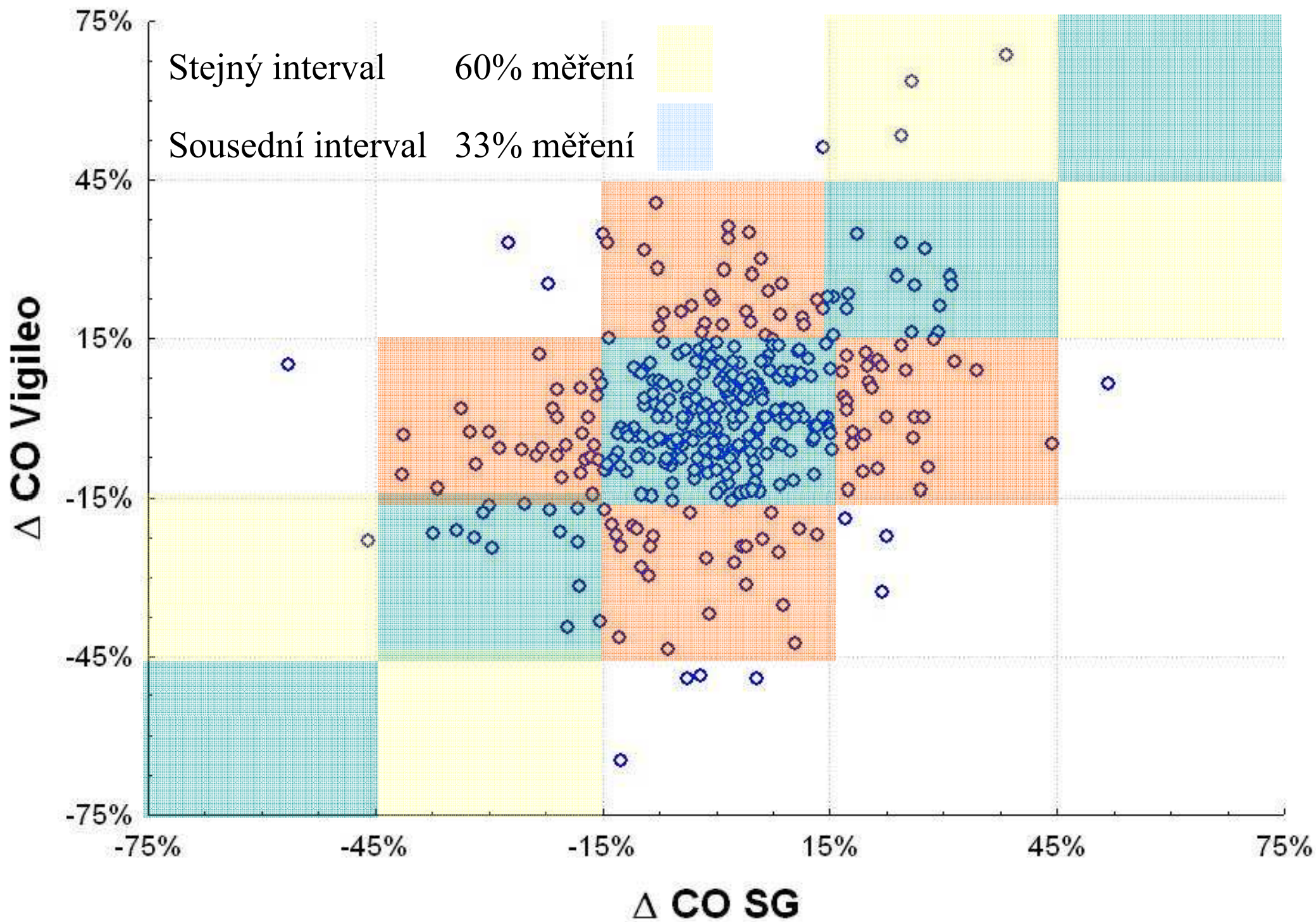
- měření dá prediktivní informace nebo ovlivní outcome
- benefit/cena
- **osobní zkušenost (pracoviště)**

jaký monitor ?

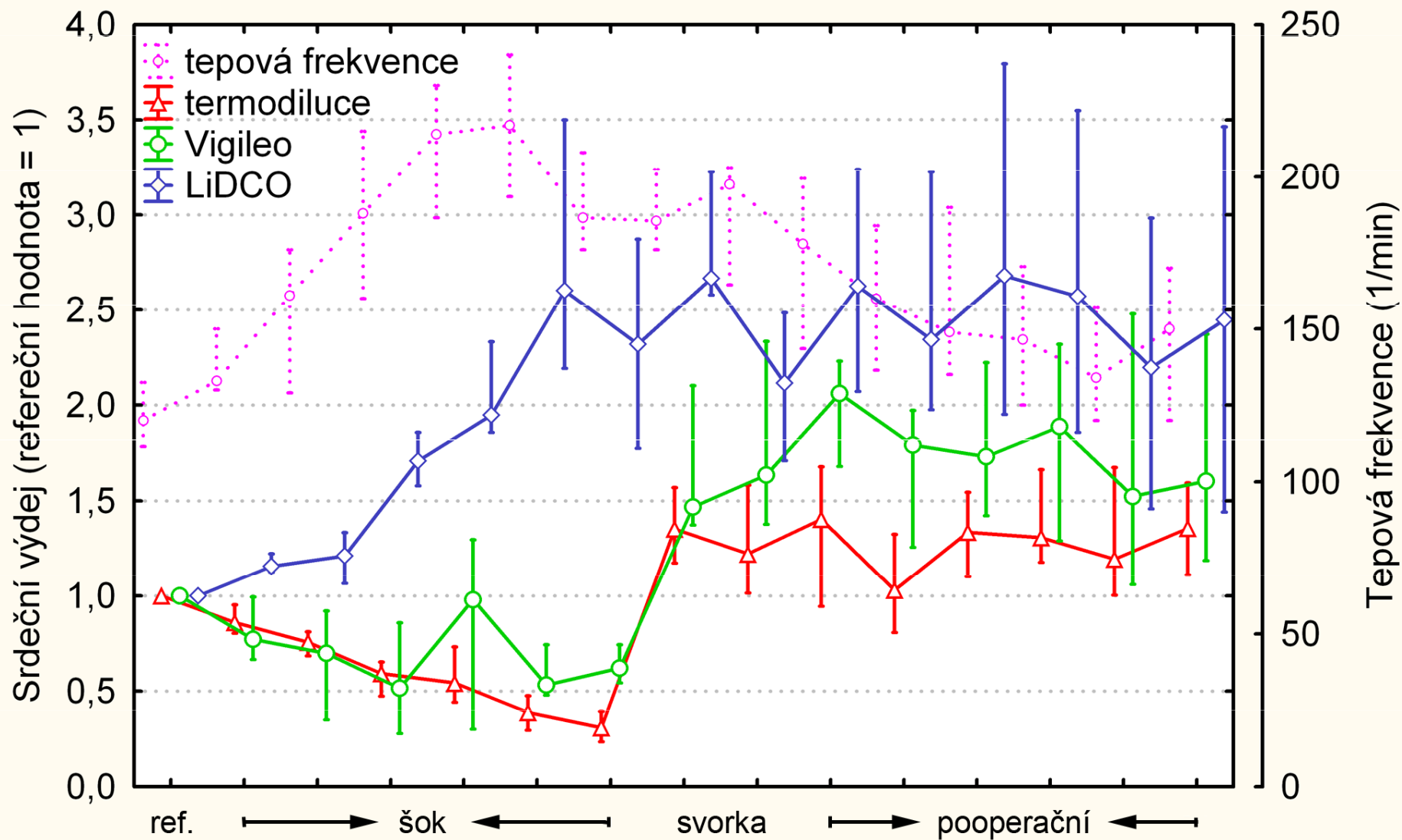


podle Cecconi et al., Critical Care 2009

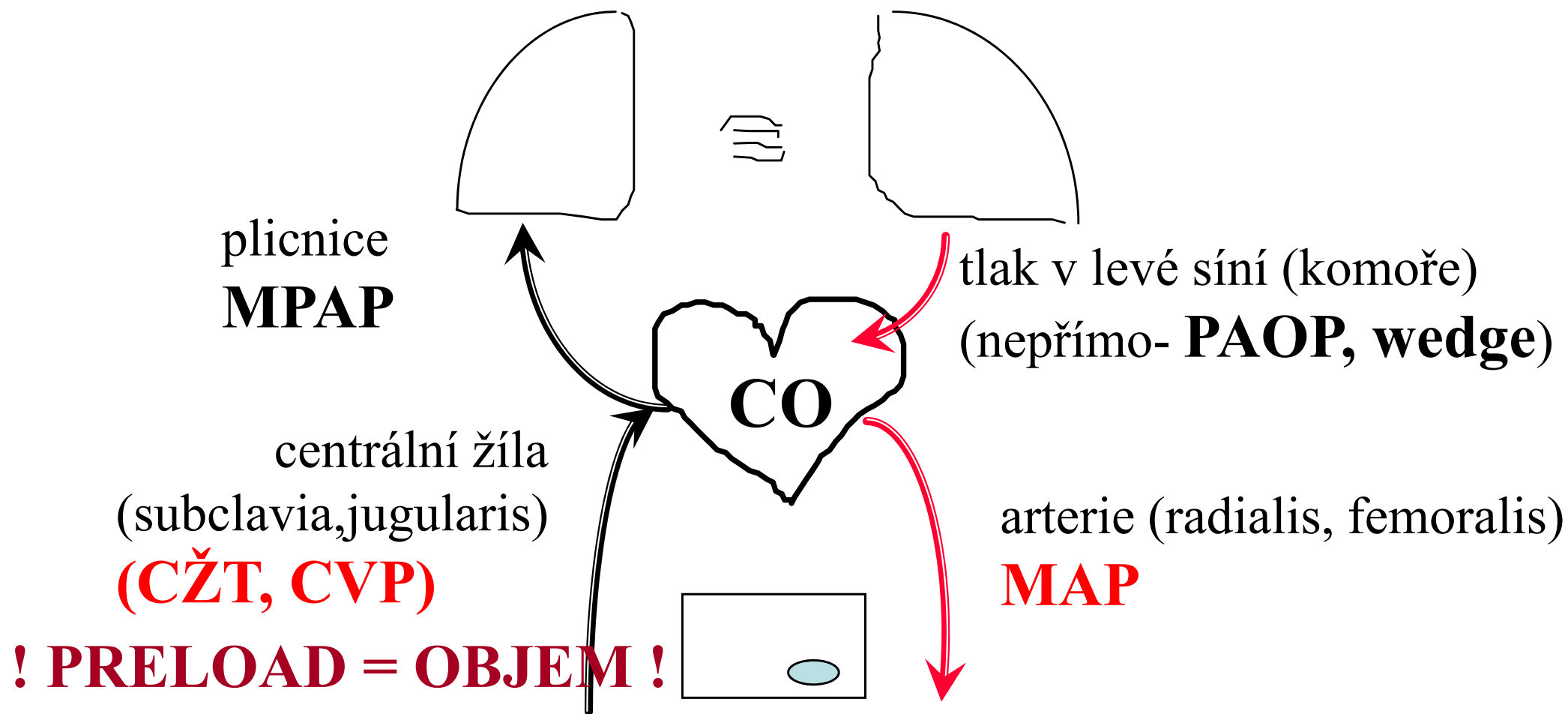
Srovnání trendů následujících měření



hemoragický šok u prasete

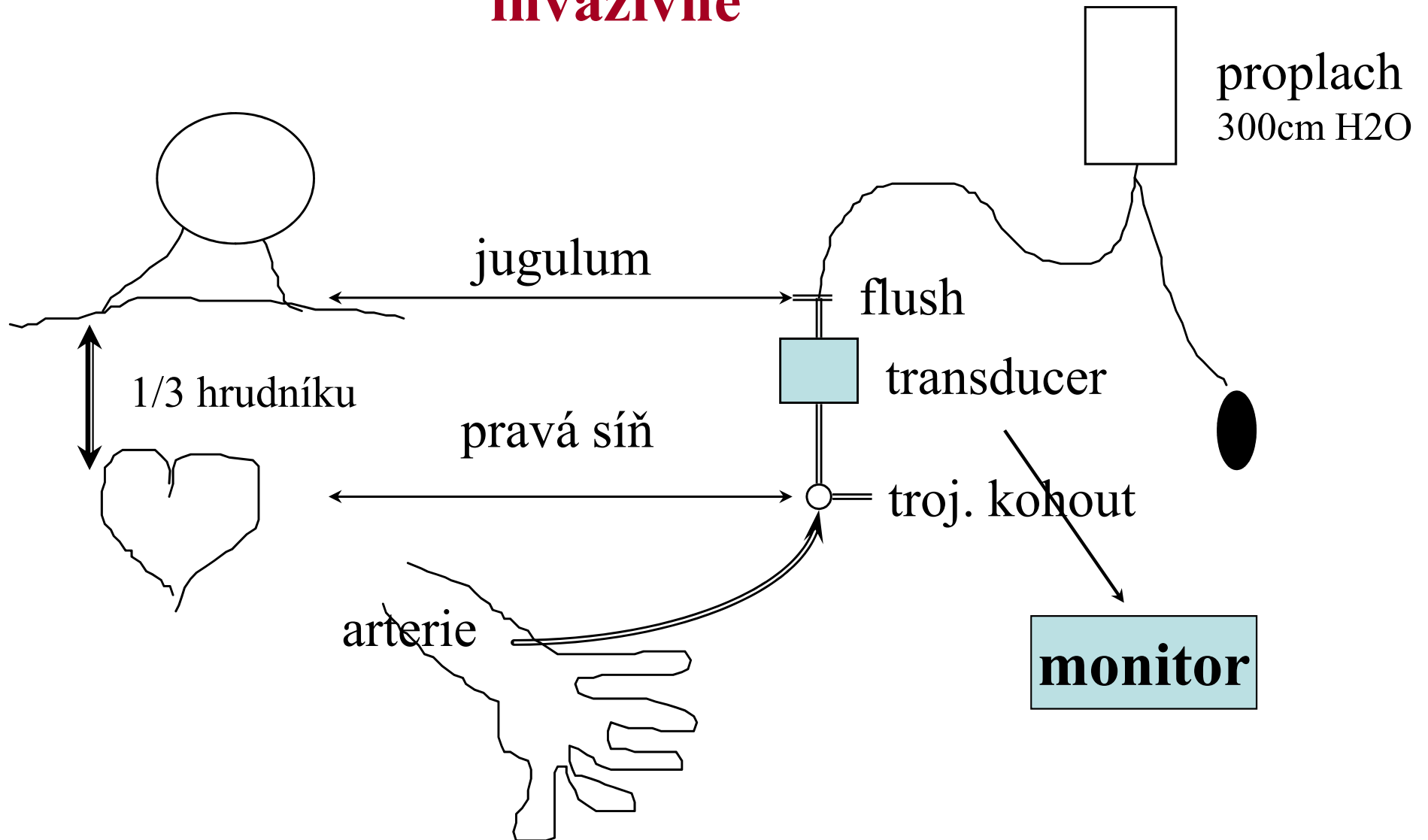


výstavbový princip měření makrohemodynamiky



měření tlaků - principy

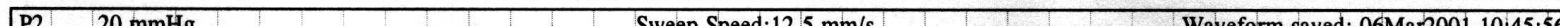
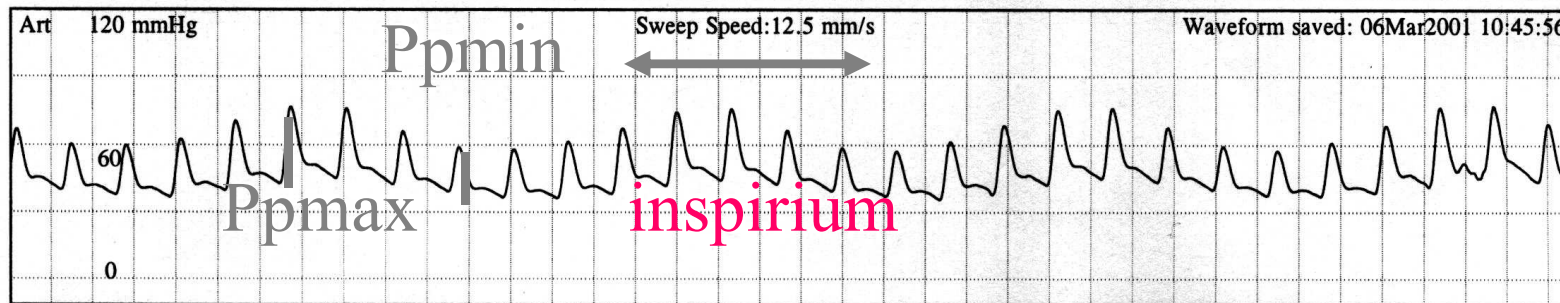
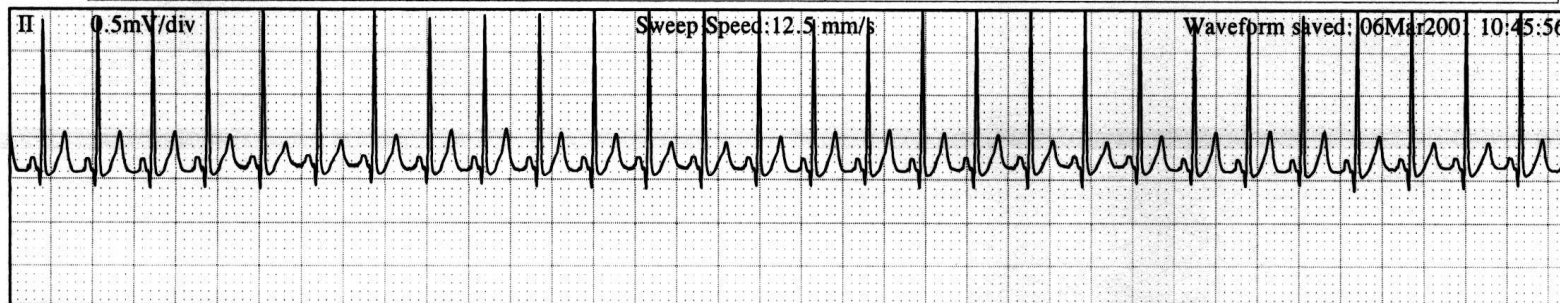
invazivně



arteriální linka

- **krevní vzorky**
- **kontinuální MAP** [$DAP + 1/3 * (SAP - DAP)$]
afterload levého srdce, perfuzní tlak perif. orgánů
femorální > radiální - Dorman T, CCM 1998
ideální perfuzní tlak ????? (**sepse > 65 mmHg; SAP > 90 mmHg**)
- **kvantifikace preloadu u nemocných na řízené ventilaci**
variace systolického tlaku (delta up/down)
variace „pulse pressure“ (delta PP) - > 13%
- **kontinuální CO** analýzou arteriální křivky

Snapshot printout		P1
Date: 6 Mar 2001 Time: 10:46 Hospital: FN USA BRNO Department: Central_1 Location: Luzko 4		
Patient ID: 381104/434 Last name: Barta First name: Otto 1938		Notes:



centrální žilní tlak (CŽT, CVP)

Kdy: vždy, když zavedeme CŽK

(v. subclavia, v. jugularis int.)

Jak: kontinuálně, v poloze jaké se nemocný nachází

Správná hodnota: víceluminální katetry - 1 lumen

Klinický význam monitorace?

- 1) Jeho výše neodráží preload pravého srdce**
- 2) Doporučení SSC: hodnoty 8-12 mmHg (spontánní ventilace)
a 12-16 mmHg u mechanické ventilace**
- 3) Nízká hodnota (< 5 mmHg) svědčí proti hypervolémii
či selhávání P srdce**

Snapshot printout

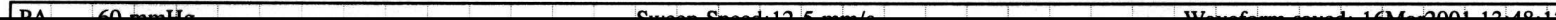
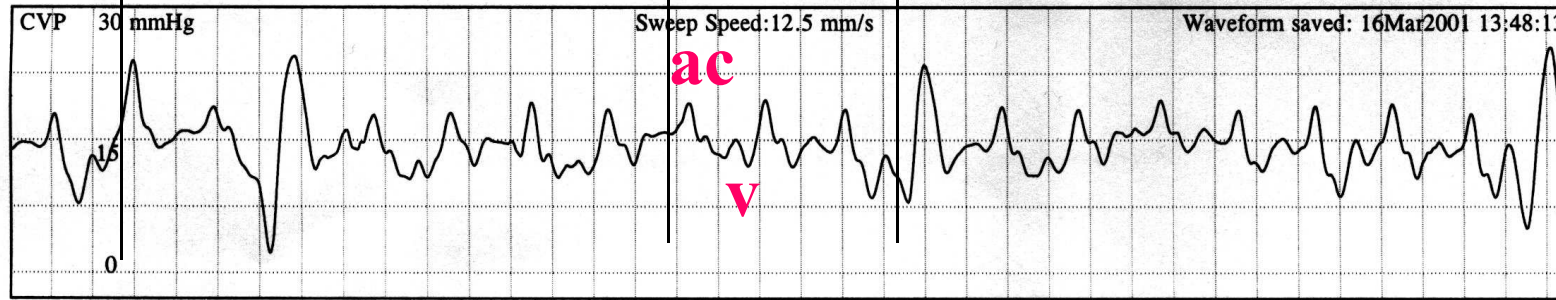
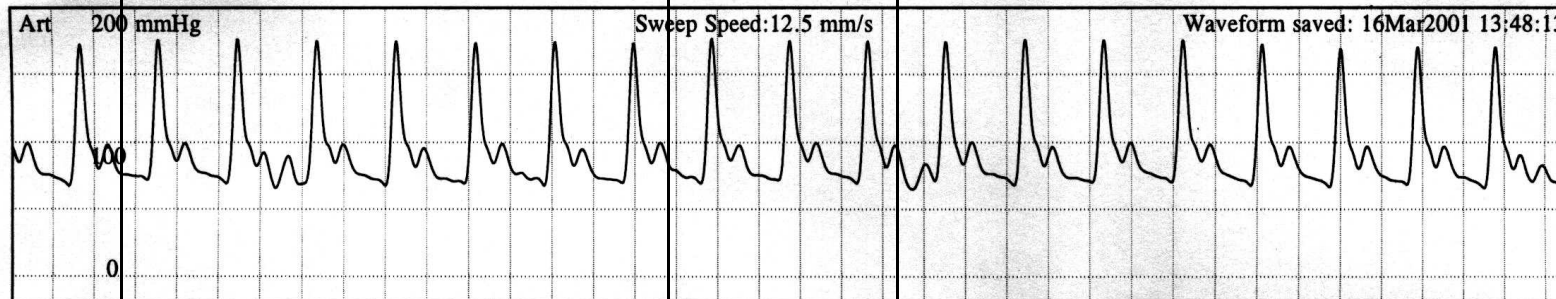
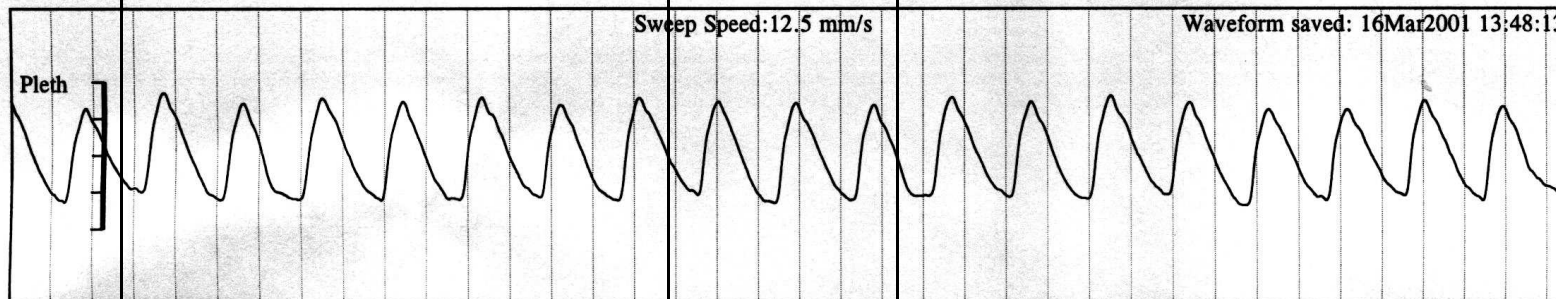
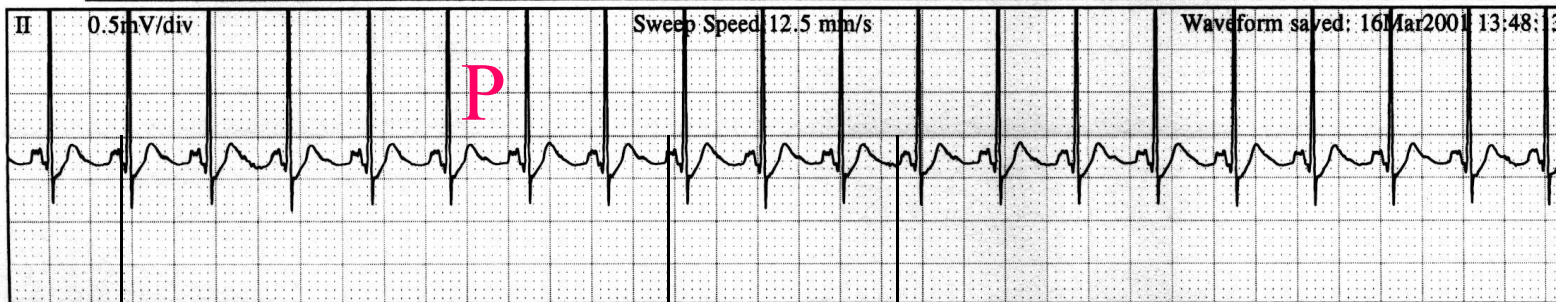
Identification:

P1

Date: 16 Mar 2001
Time: 13:48
Hospital: FN USA BRNO
Department: Central_1
Location: Luzko 1

Notes:

Patient ID:
Last name: PhDr Konecny
First name: Petr 1944

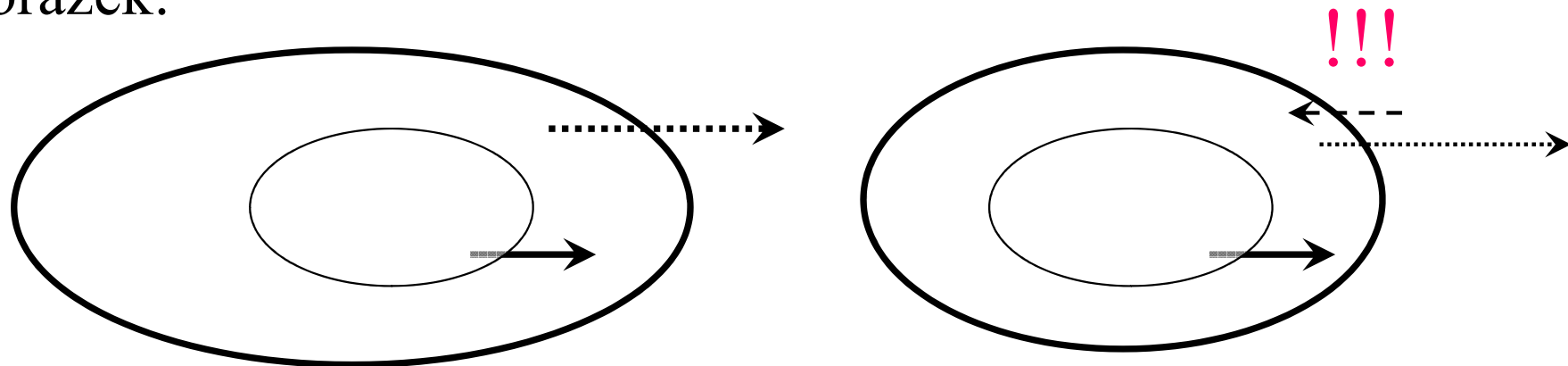


preload

U většiny kriticky nemocných je preload pravého srdce determinantou, která určuje výkonnost celotělové hemodynamiky
- 70% krve je v tzv. „kapacitním řečišti“ (MCFP- RAP)

kdyby neexistovala vasoreaktivita - preload by šel odhadnout dle CVP

Obrázek:

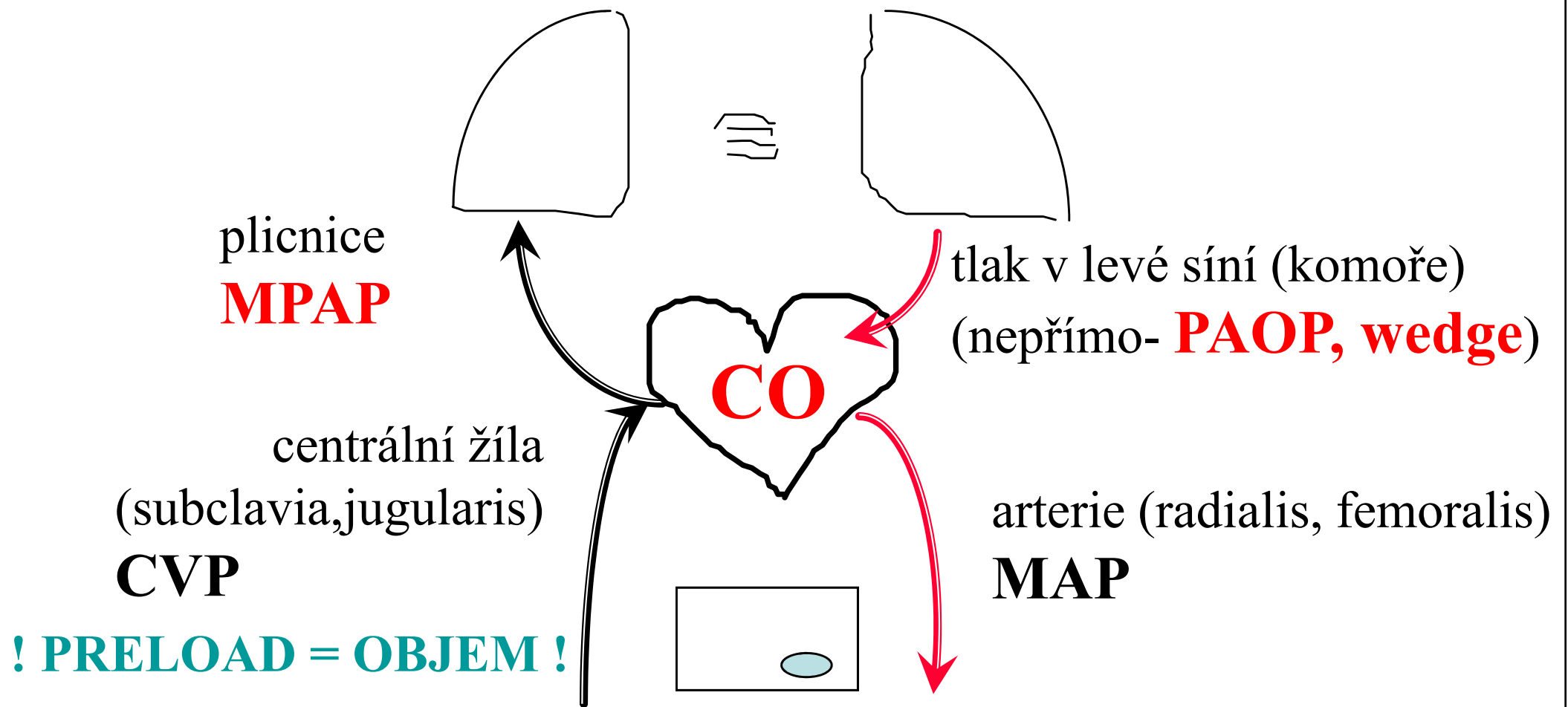


další parametry používané ke stanovení preloadu

statické x dynamické parametry

Parametr (statický)	Metoda	Parametr (dynamický)	Metoda
CŽT (CVP)	Kanylace CŽ	Inspirační dCVP	Kanylace CŽ
PAOP	PA (SG) katetr	✎ SP (delta down)	Kanylace arterie, analýza art. křivky
RVEDV	Speciální PA katetr	✎ PPV	Kanylace arterie, analýza art. křivky
LVEDA	Biplanární ECHO	✎ SVV	Kanylace arterie, analýza art. křivky
ITBV (GEDV)	Transpulmonální termodiluce	✎ Vpeak	Doppler ECHO Ascendentní Ao

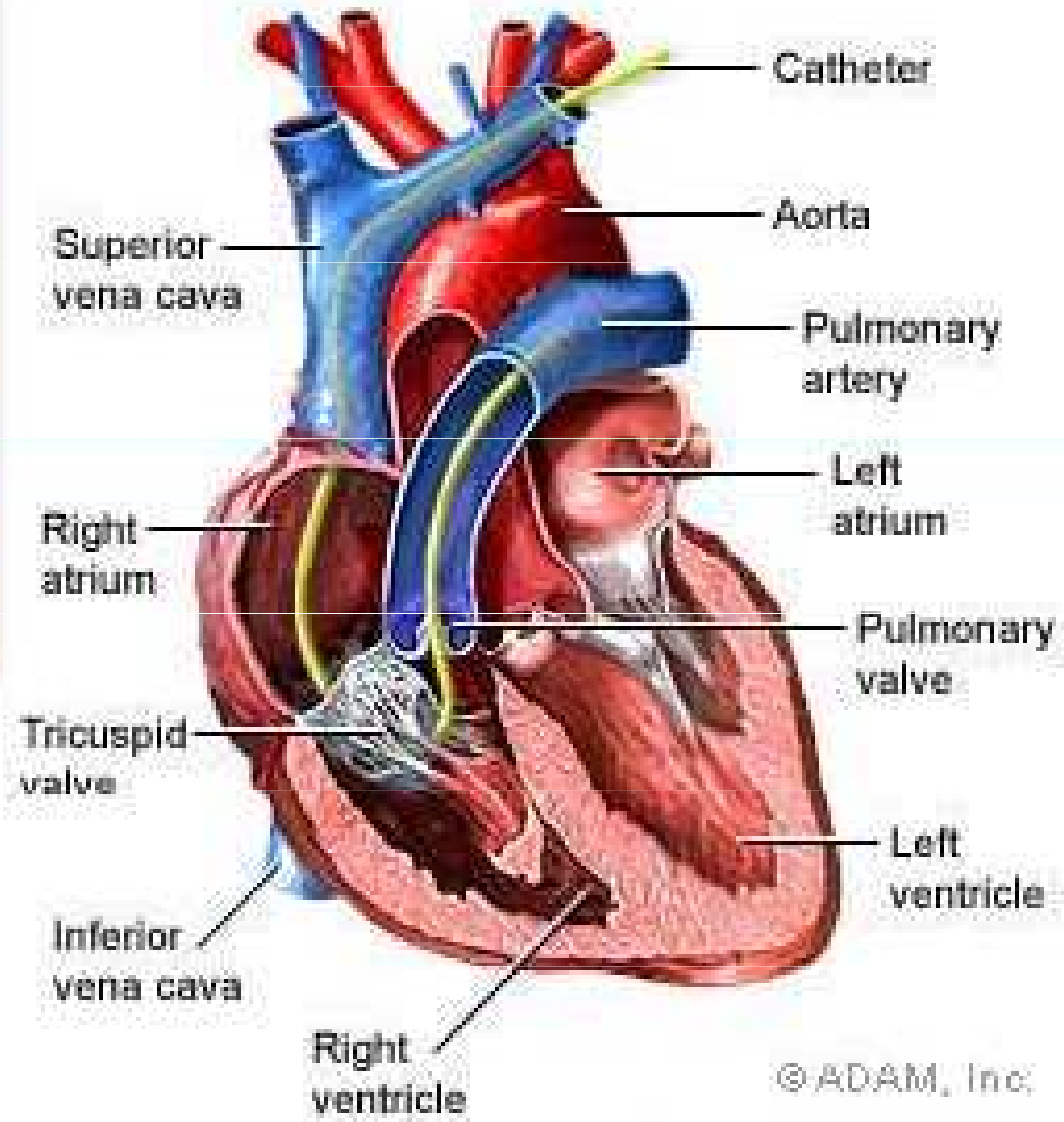
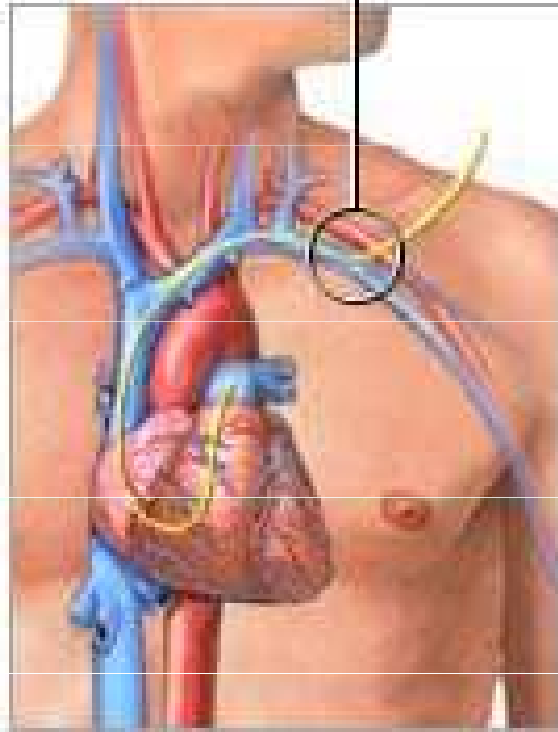
výstavbový princip měření makrohemodynamiky



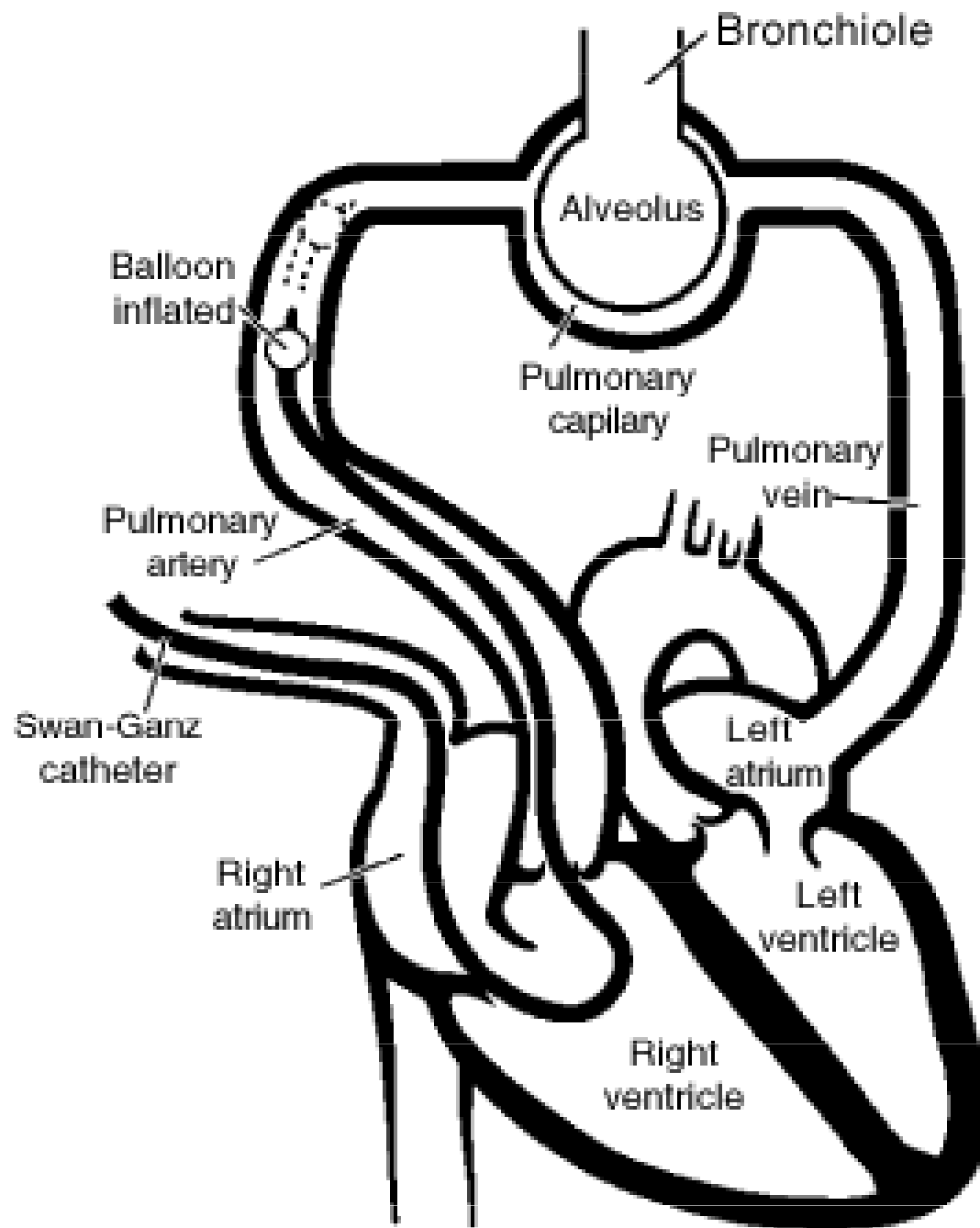
Swan-Ganzův katetr (plicnicový katetr)



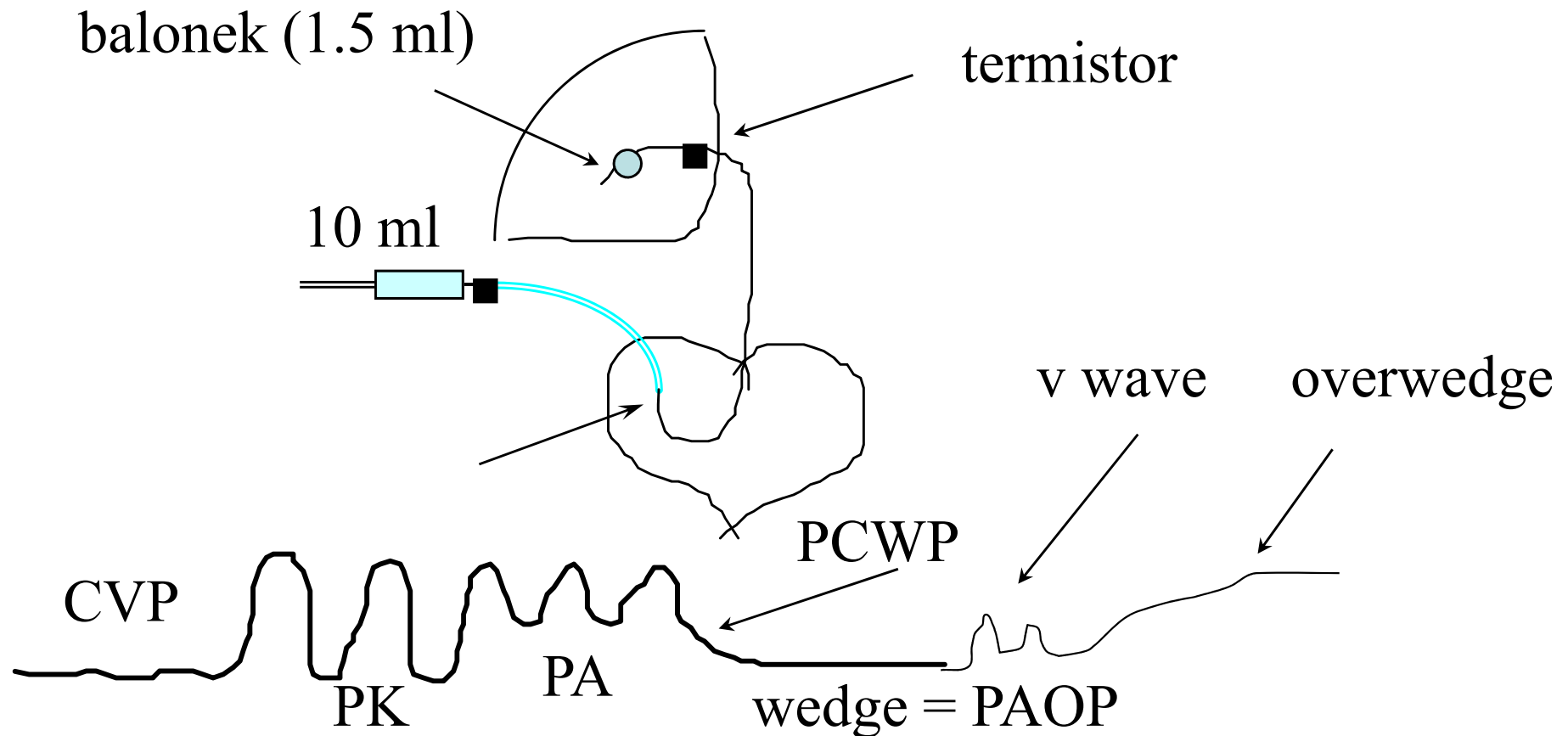
Catheter entrance



© ADAM, Inc.



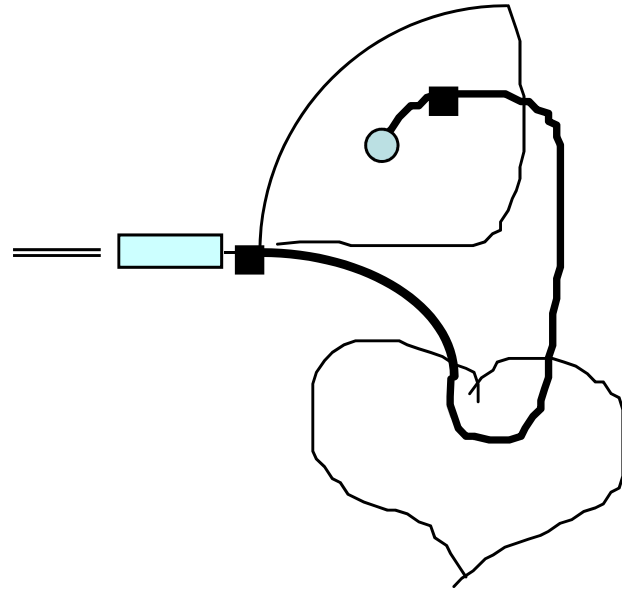
Swan-Ganzův katetr měření tlaků i srdečního výdeje



měření srdečního výdeje - termodiluce
SvO₂, RVEDV, RVEF

PA katetr

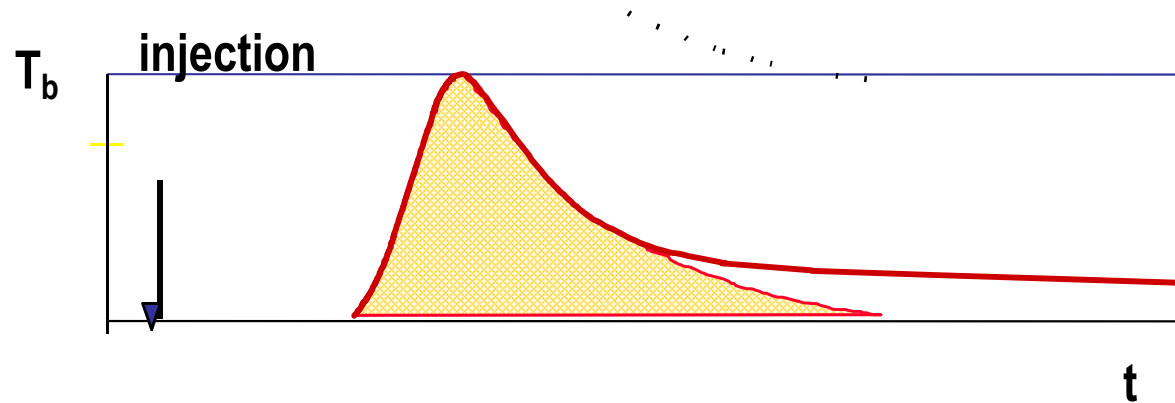
bolusy 10 ml
pokojová teplota
3-5 měření
nezávisle na
dechovém cyklu



■ termistor

termodiluční metoda měření srdečního výdeje

Stewart-Hamilton metoda



$$C O_{T D a} = \frac{(T_b - T_i) \cdot V_i \cdot K}{\int \Delta T_b \cdot dt}$$

T_b = teplota krve

T_i = teplota injektátu

V_i = objem injektátu

$\int \Delta T_b \cdot dt$ = plocha pod termodiluční křivkou

K = korekční konstanta

srdeční výdej (cardiac output; CO)
srdeční index (CI = CO/BSA)

CO = SV (tepový objem) x HR (srdeční frekvence)

Hodnoty CI: < 1.5 < 2.5 – 4.0 > l/min/m²

Plicnicový katetr může škodit

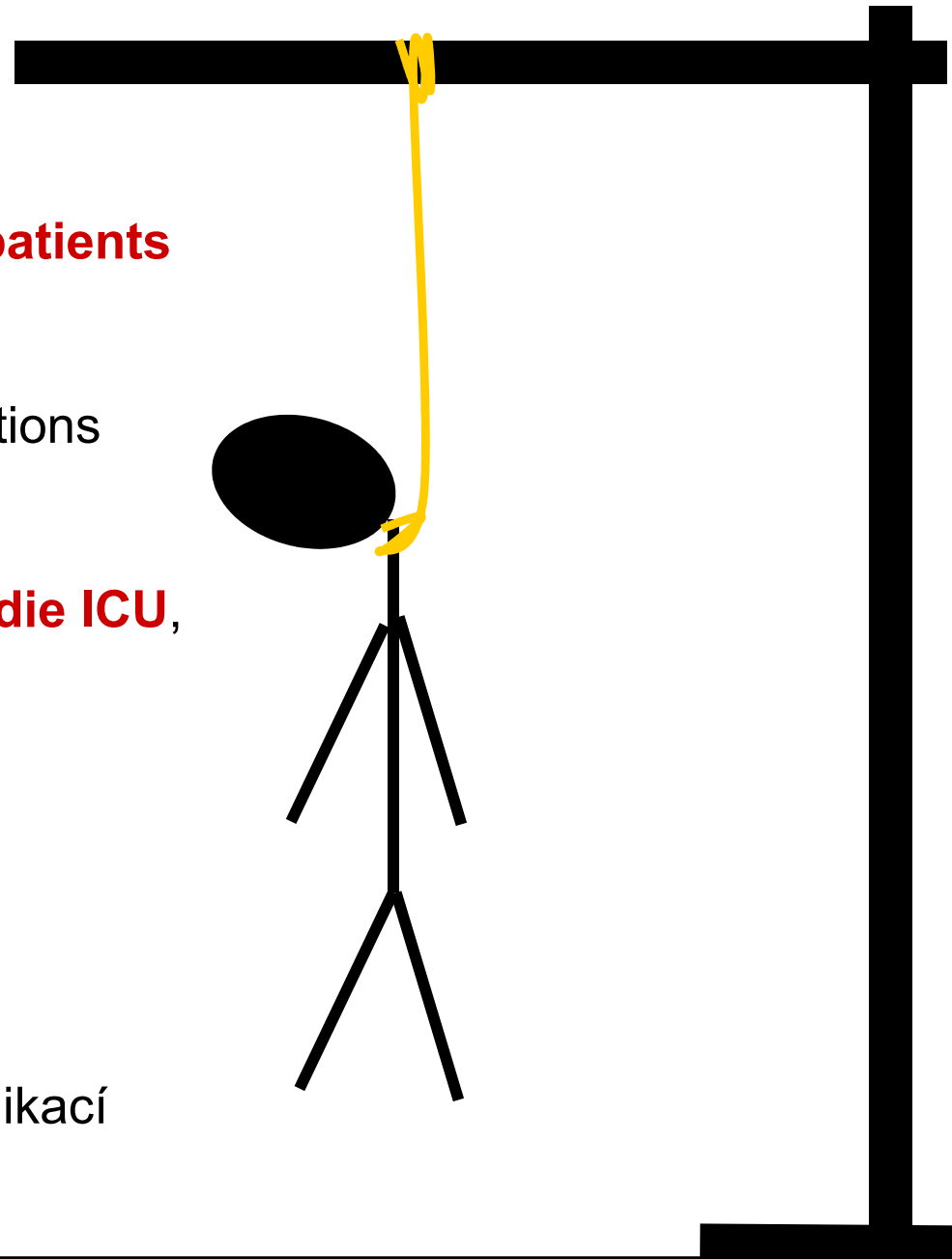
Connors, JAMA 1996,
PAC zvyšuje mortalitu u **medical ICU patients**

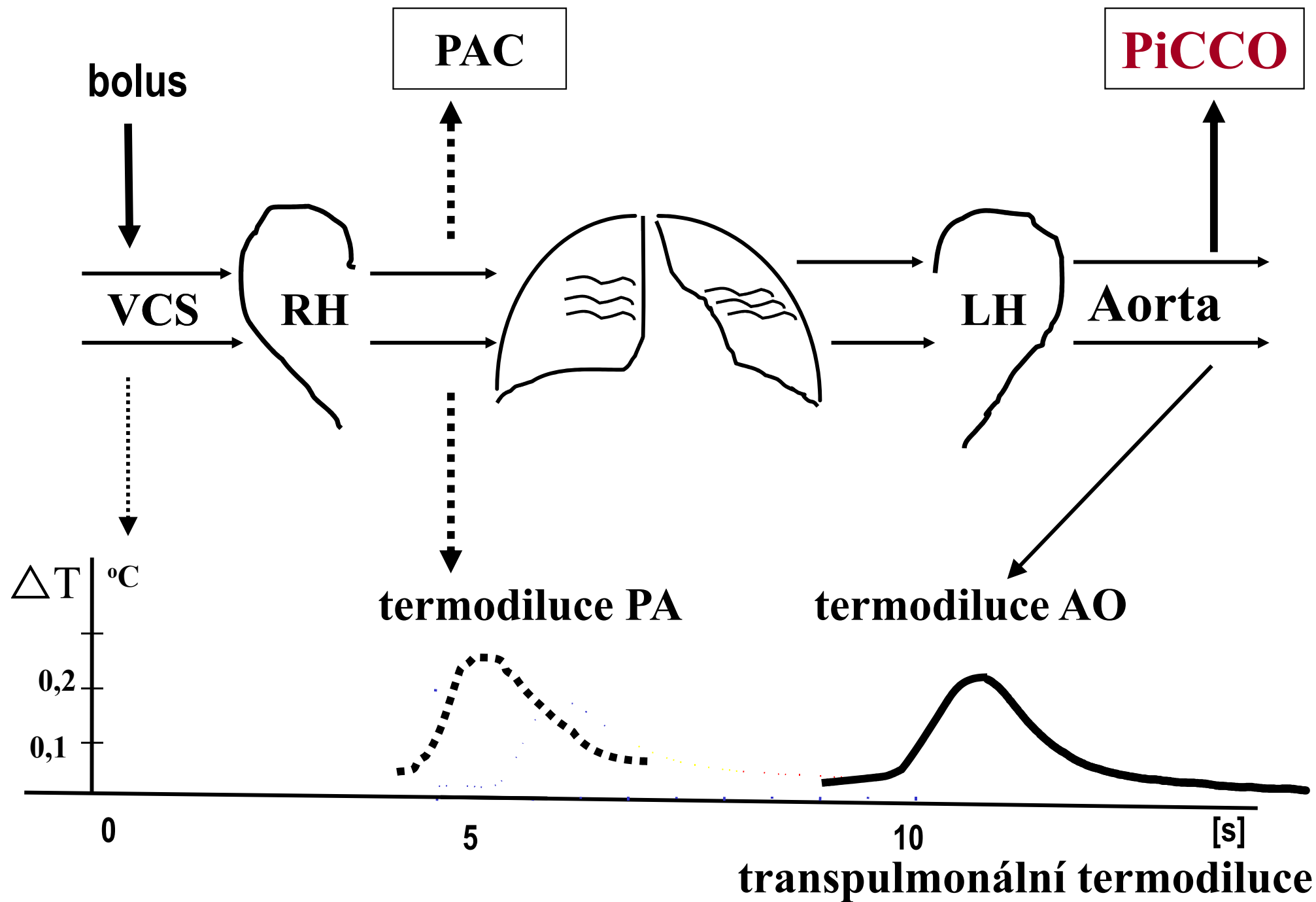
Sandham et al. NEJM 03
Perioperative, thrombotic complications

Harvey et al. Lancet 2005
PAC-Man studie, **epidemiologická studie ICU**,
komplikace = 46/486

ARDS CTN, part of FACCT
NEJM 2006
0 efekt, arytmie

ESCAPE trial, JAMA 2005
CHF, 0 efekt, více nefatálních komplikací





lithiová diluce LidCO

- **CO** výpočet z diluční křivky **Li** + puls contour analysis pro kont. měření (Fourierova analýza)
- výhody: méně invazivní – **periferní arterie**, kalibrační metoda
- nevýhody – obsluha, výměna elektrody, cena

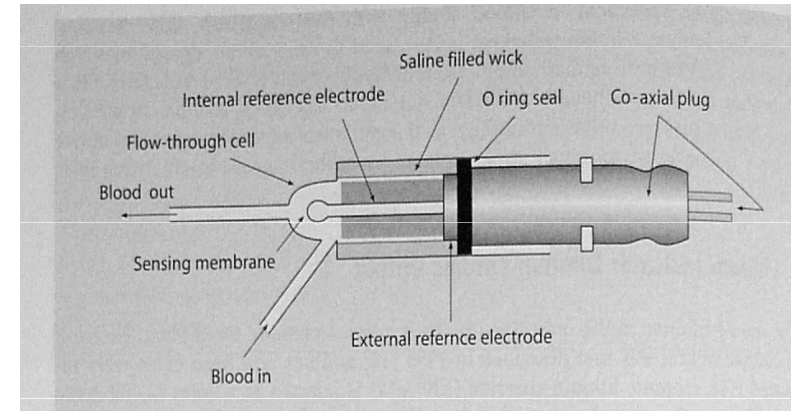
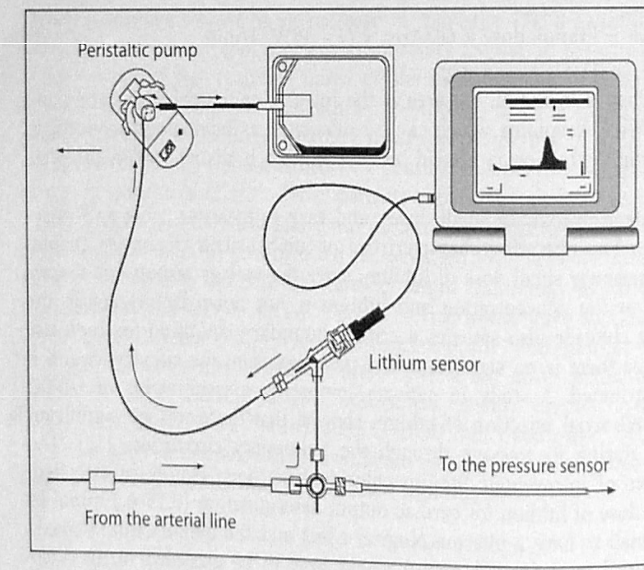


Fig. 1. The lithium selective electrode in the flow-through cell



další měření CO

INVAZIVNÍ

➤ Diluce

- - termodiluce (PAC, PiCCO)
- - lithiová diluce (LidCO)

➤ Analýza křivky arteriální křivky tlaku

- - s kalibrací (PiCCO, LidCO)
- - bez kalibrace (Vigileo, LidCO Rapid, PRAM,)

➤ Doppler

- - výtokový trakt levé komory (ECHO)
- - descendentní aorta (transesofageální doppler)

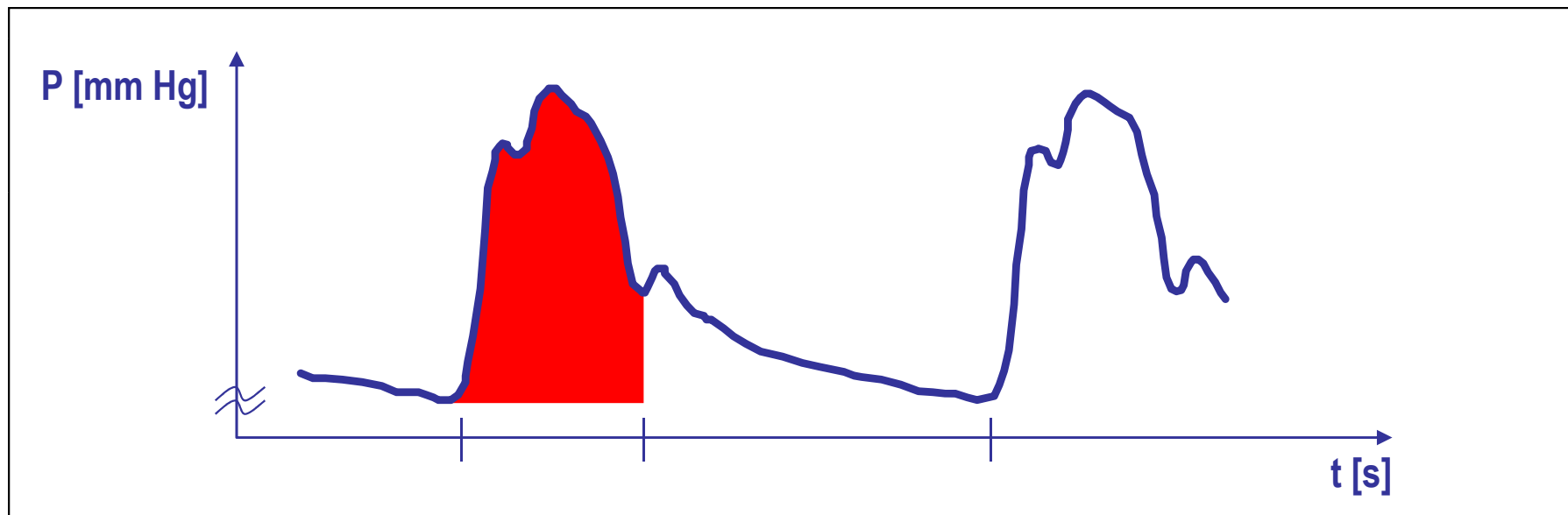
➤ Zpětné vdechování CO₂ (NiCO)

➤ Bioimpedance (BoMed, BioZ, Physioflow)

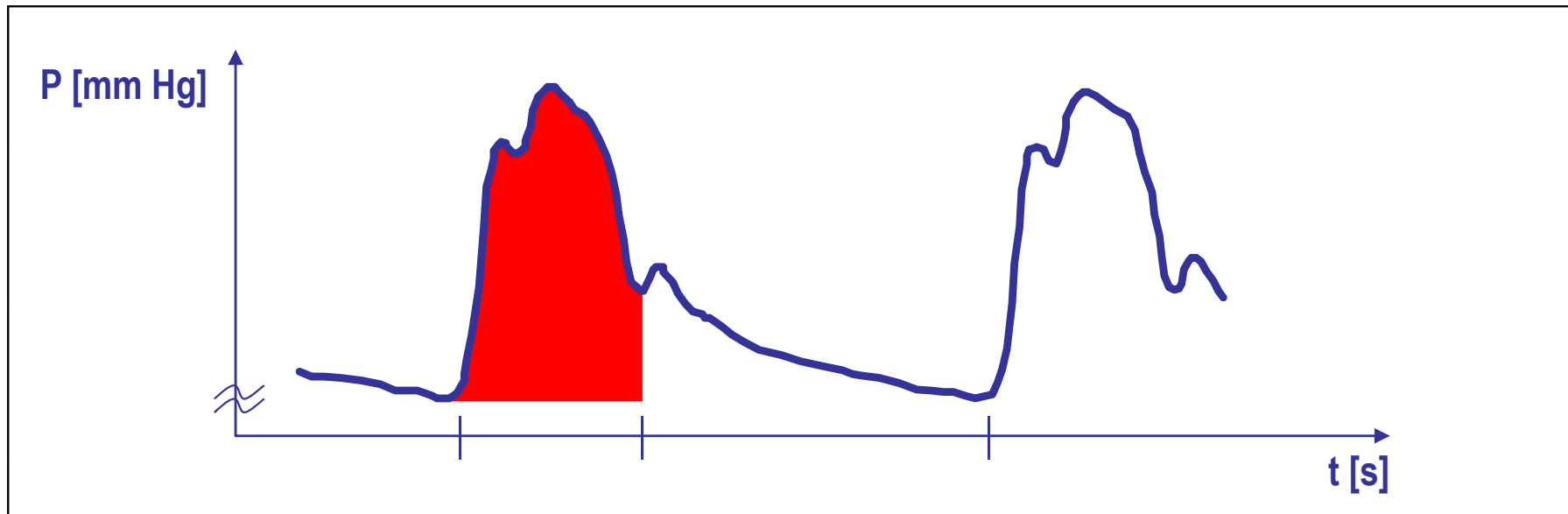
➤ Nepřímá kalorimetrie (Deltatrac)

NE-INVAZIVNÍ

pulsová křivka je závislá na tepovém objemu



Arterial Pulse Contour Analysis



$$\text{PCCO} = \text{cal} \cdot \text{HR} \cdot \int_{\text{Systole}} \left(\frac{P(t)}{\text{SVR}} + C(p) \cdot \frac{dP}{dt} \right) dt$$

⏟
Patient-specific
calibration factor
(determined by
thermodilution)

⏟
Heart
rate

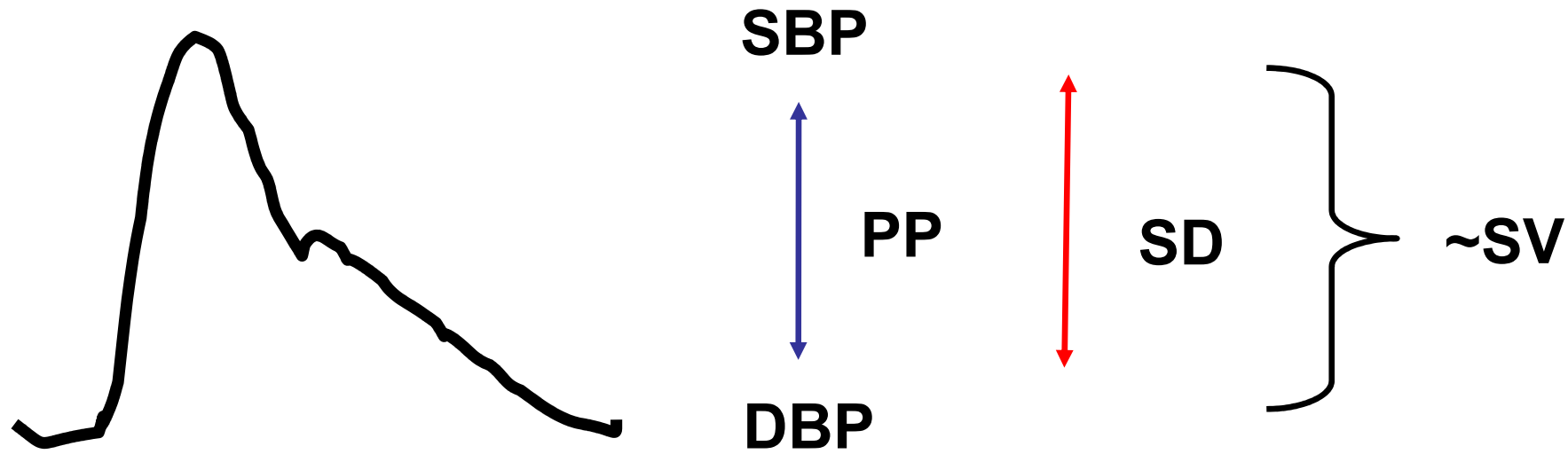
⏟
Area under
pressure
curve

⏟
Aortic
compliance

⏟
Shape of
pressure
curve

PCCO je průměrem posledních 12 měření

Vigileo monitor, Flotrac



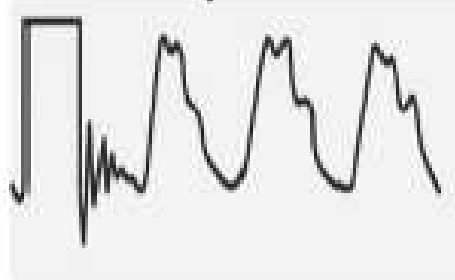
- $CO = f(\text{compliance}, \text{resistance}) \times d_p \times HR$
- d_p = stand. odchylka několika pulsových tlaků
- compliance a resistance odvozena od tvaru arteriální křivky
 - windkesselova konstanta C_w (věk, pohlaví, výška , váha)
- není nutná kalibrace
- Měření po 20 s

kvalita arteriální křivky

Optimal AP curve



Under-damped AP curve



Over-damped AP curve



další měření CO

INVAZIVNÍ

- ▶ **Diluce**
- ▶ - termodiluce (PAC, PiCCO)
- ▶ - lithiová diluce (LidCO)
- ▶ **Analýza křivky arteriální křivky tlaku**
- ▶ - s kalibrací (PiCCO, LidCO)
- ▶ - bez kalibrace (Vigileo, PRAM)
- ▶ **Doppler**
- ▶ - výtokový trakt levé komory nebo aortální chlopeč (ECHO)
- ▶ - descendentní aorta (transesofageální doppler)
- ▶ **Zpětné vdechování CO₂** (NiCO)
- ▶ **Bioimpedance** (BoMed, BioZ, Physioflow)
- ▶ **Nepřímá kalorimetrie** (Deltatrac)

NE-INVAZIVNÍ

ECHO srdce

doppler+ 2D zobrazení

- **CO ve výtokovém traktu nebo AO chlopni**
 - $\pi * (D/2)^2 * VTI$ nebo $AVA * VTI$
 - laminární proudění, sklon doppler signálu, plochý profil rychlostí, měření cross sectional area
 - *nutno průměrovat pro variace s respirací*
 - *vyžaduje zkušenosti,*
 - *není kontinuální*
 - *transthorakální nelze u všech*

Ezofageální Doppler

Předpoklady

hrudní aorta = 70% CO

cirkulární průřez aorty

minimální radiální komponenta

plochý profil rychlostí

průměr aorty

měřený (Hemosonic™)

odhadovaný (CardioQ™)

parametry preloadu:

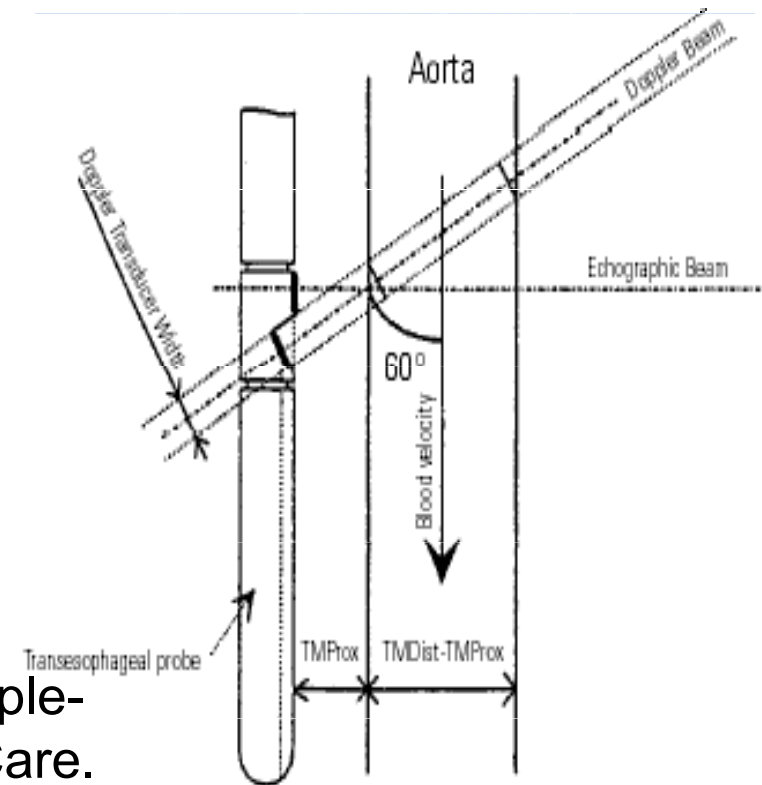
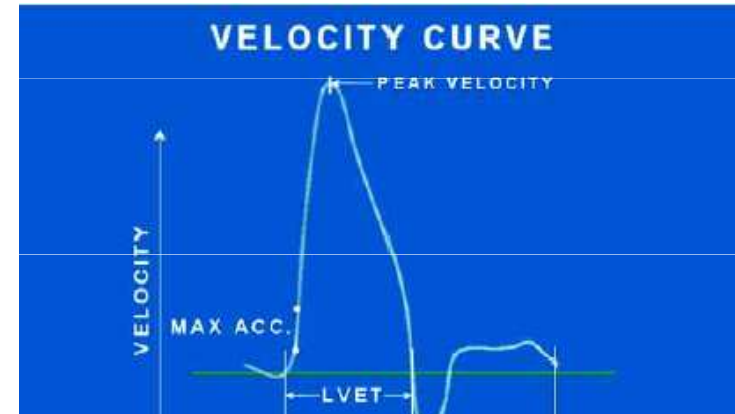
flow time, left ventricular ejection time

Nevýhody

zavedení do jícnu- dyskomfort

změny pozice, hlavní použití – operační sál

Chytra I, et al. Esophageal Doppler-guided fluid management decreases blood lactate levels in multiple-trauma patients: a randomized controlled trial. Crit Care. 2007;11(1):R24.



měření CO

INVAZIVNÍ

- **Diluce**
- - termodiluce (PAC, PiCCO)
- - lithiová diluce (LidCO)
- **Analýza křivky arteriální křivky tlaku**
- - s kalibrací (PiCCO, LidCO)
- - bez kalibrace (Vigileo, PRAM)
- **Doppler**
- - výtokový trakt levé komory (ECHO)
- - descendentní aorta (transesofageální doppler)

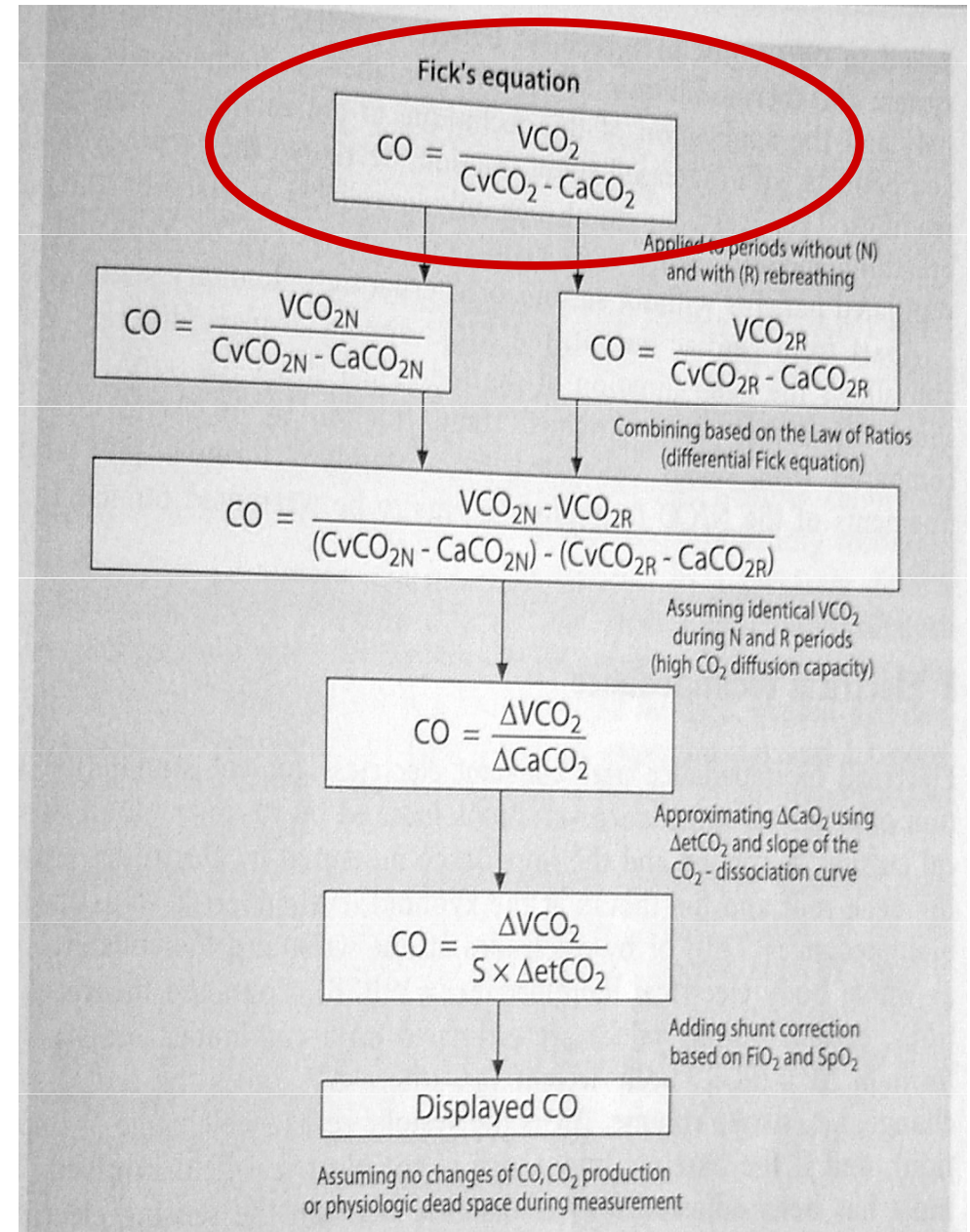
- **Zpětné vdechování CO₂** (NiCO)
- **Bioimpedance** (BoMed, BioZ, Physioflow)
- **Nepřímá kalorimetrie** (Deltatrac)

NE-INVAZIVNÍ



zpětné vdechování NICO

- měření VCO_2 před a při zpětném vdechování-matematický upraveno
- 3 minuty měření
 - nevýhody: potenciálně ovlivněno ventilace/perfuze
 - předpoklad semilineární disociační křivky
 - nutná intubace



biompedance hrudníku (BioZ, PhysioFlow)

- odpor hrudníku je závislý na
 - obsahu tekutin
 - na změně během objemu během dýchání
 - **na změně objemu během srdečního cyklu**
- neinvazivní : jen elektrody
- dobré korelace s referenční metodou
- nepřesně měří: hypervolemie, plicní edém, tachyarytmie, valvulární patologie
- problémy s kontaktem elektrod, metoda citlivá na pozici elektrod

indirektní kalorimetrie

měření VO₂

Fickův princip:

$$CO \times (CaO_2 - CvO_2) = VO_2$$

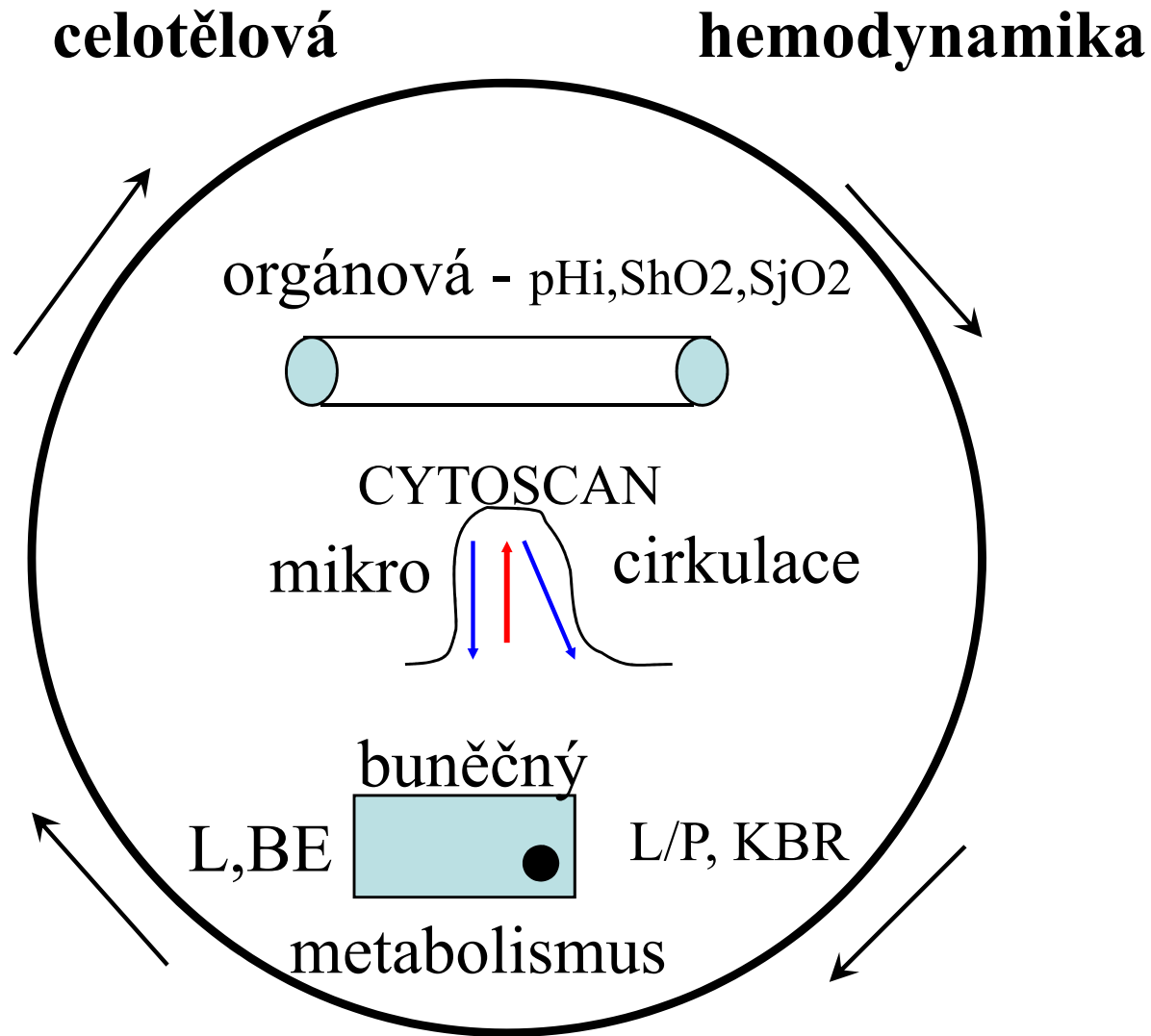
Měření VO₂:

Produkce --- Oběh (srdeční výdej) --- Ventilace (FiO₂ < 0.6)

Monitory: (Datex ☒ Datex/Ohmeda ☒ GE)

Deltatrac (5%), bedside modul (10%)

Úrovně monitorace



V současné době jsou v klinice alespoň potenciálně použitelné následující metody měření lokální perfuze/metabolizmu:

přímé měření saturace hemoglobinu v lokálním cévním řečišti – např. ve vena hepatica

lokální tonometrie – měření pCO₂ v oblasti zájmu (gastrická a sublinguální tonometrie)

venózní okluzní plethysmografie – měření lokálního průtoku a kapilární permeability - např. svaly dolní končetiny

laser doppler flowmetrie (+ remisní spektrofotometrie) – měření prokrvení (a saturace hemoglobinu) v malém vzorku tkáně (např. žaludeční sliznice)

měření tkáňového pO₂ a CO₂ (Clarkovy elektrody nebo tzv. optody) – např. ve stěně břišní, intraperitoneálně atd.

přímé zobrazení mikrocirkulace studeným světlem, tzv. ortogonální polarizační spektroskopie (OPS či nová varianta tzv. „dark side imaging, DSI) – např. v ileostomatu nebo sublinguálně

mikrodialýza – měření lokálních metabolitů (laktát, pyruvát...) – např. intraperitoneálně

near infrared spectroscopy (NIRS) – neinvazivní měření saturace hemoglobinu v malém vzorku tkáně a dále redoxního stavu cytochromu aa₃ v mitochondriích – např. mozková tkáň, svaly

OPS (DSF)

Ortogonalní polarizační spektrometrie (CYTOSCAN)

- zobrazení mikrocirkulace (RBC)
- použito na slizniční povrchy (**pod jazykem**, spojivka)
ileostoma

reference:

Ince P, DeBacker D

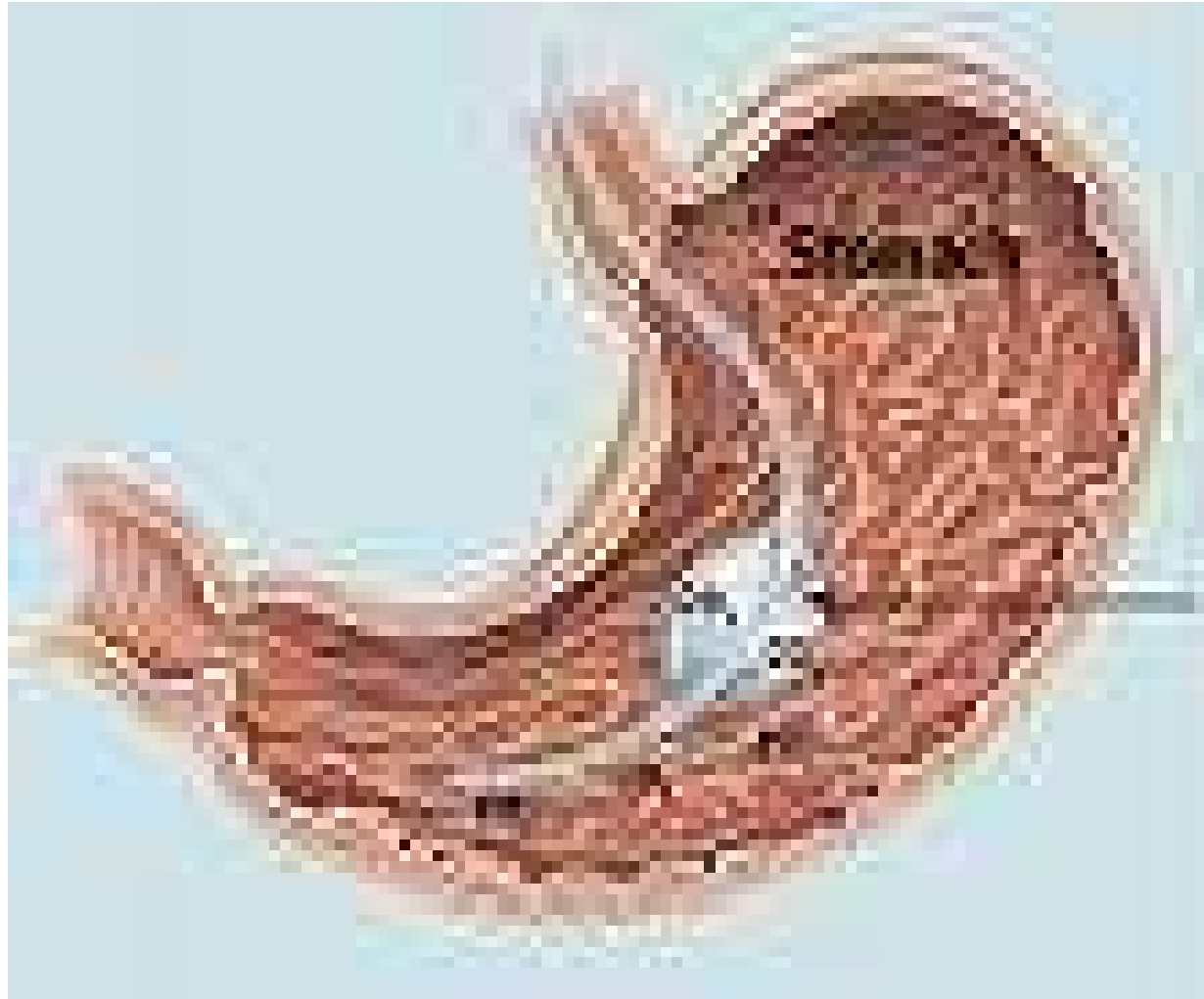
MicroScan™



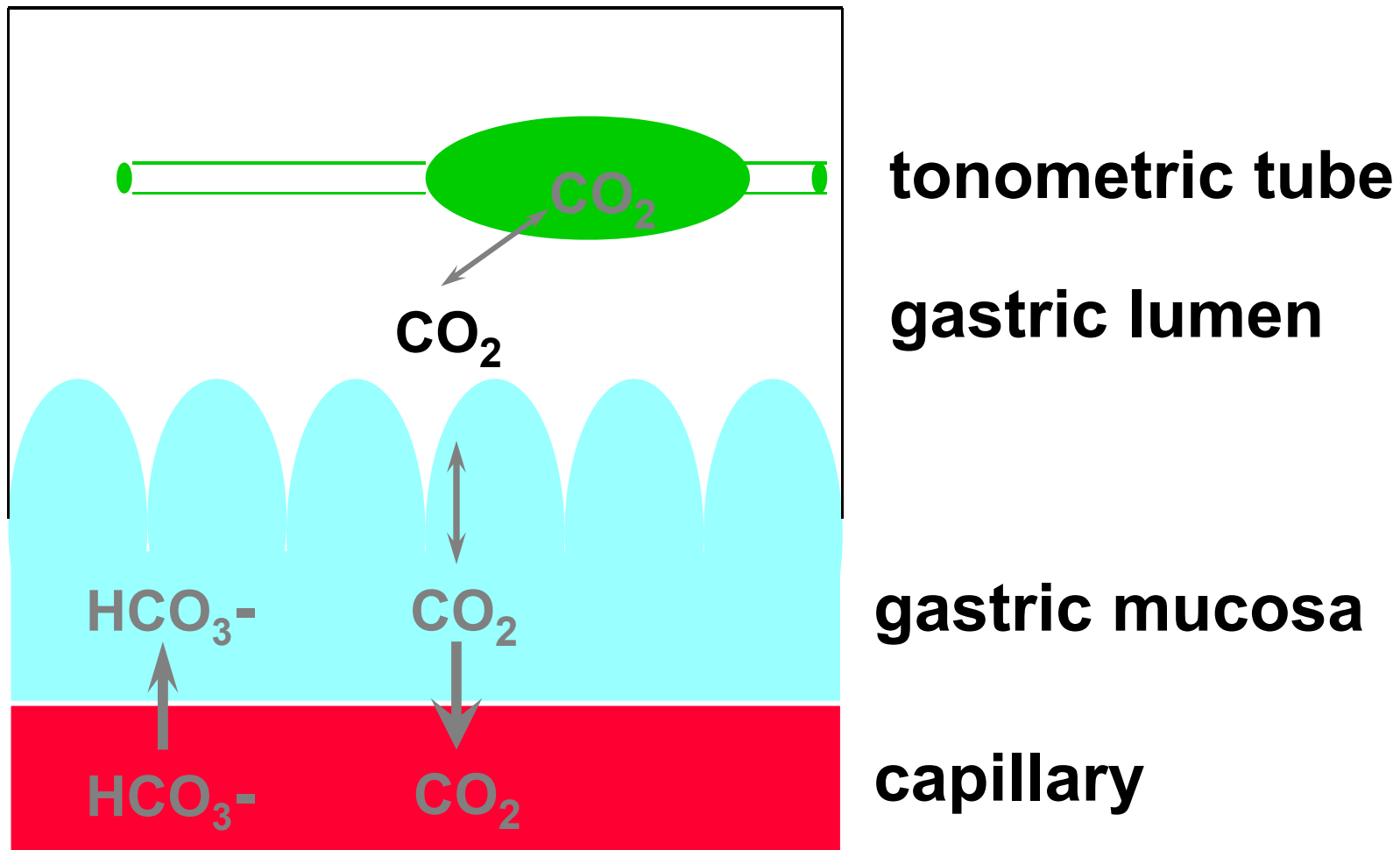
MicroVisionMedical
a view to cure



gastrická tonometrie

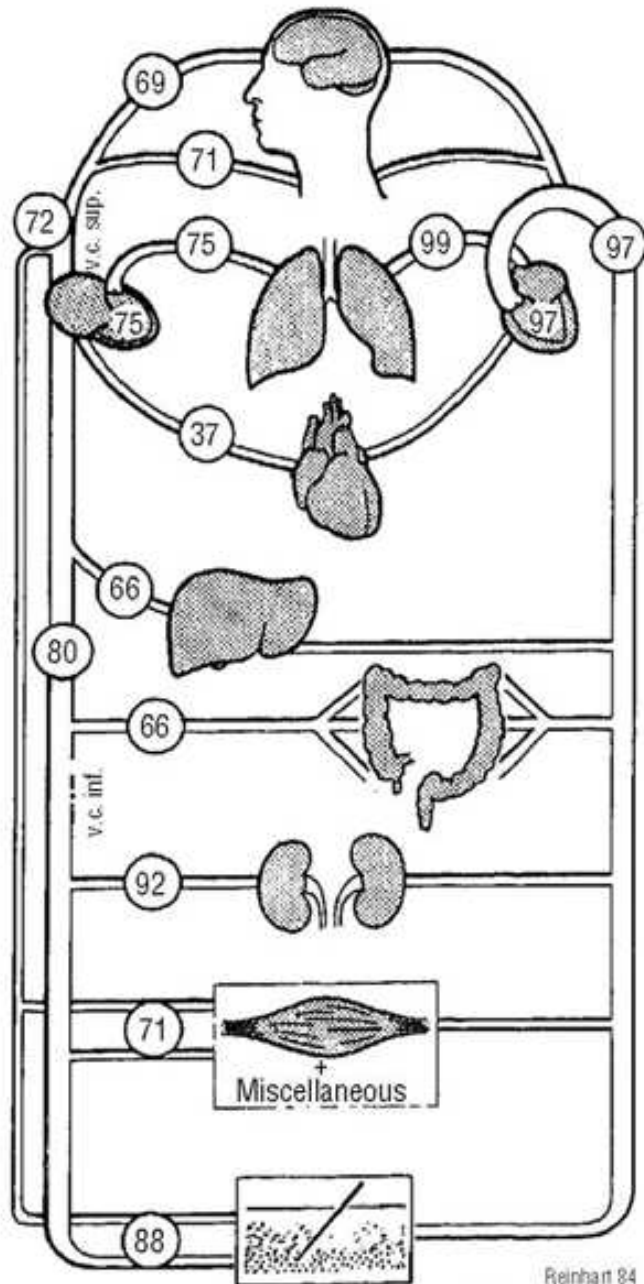


gastrická tonometrie



Saturace Hb ve venózní krvi

S(c)vO₂



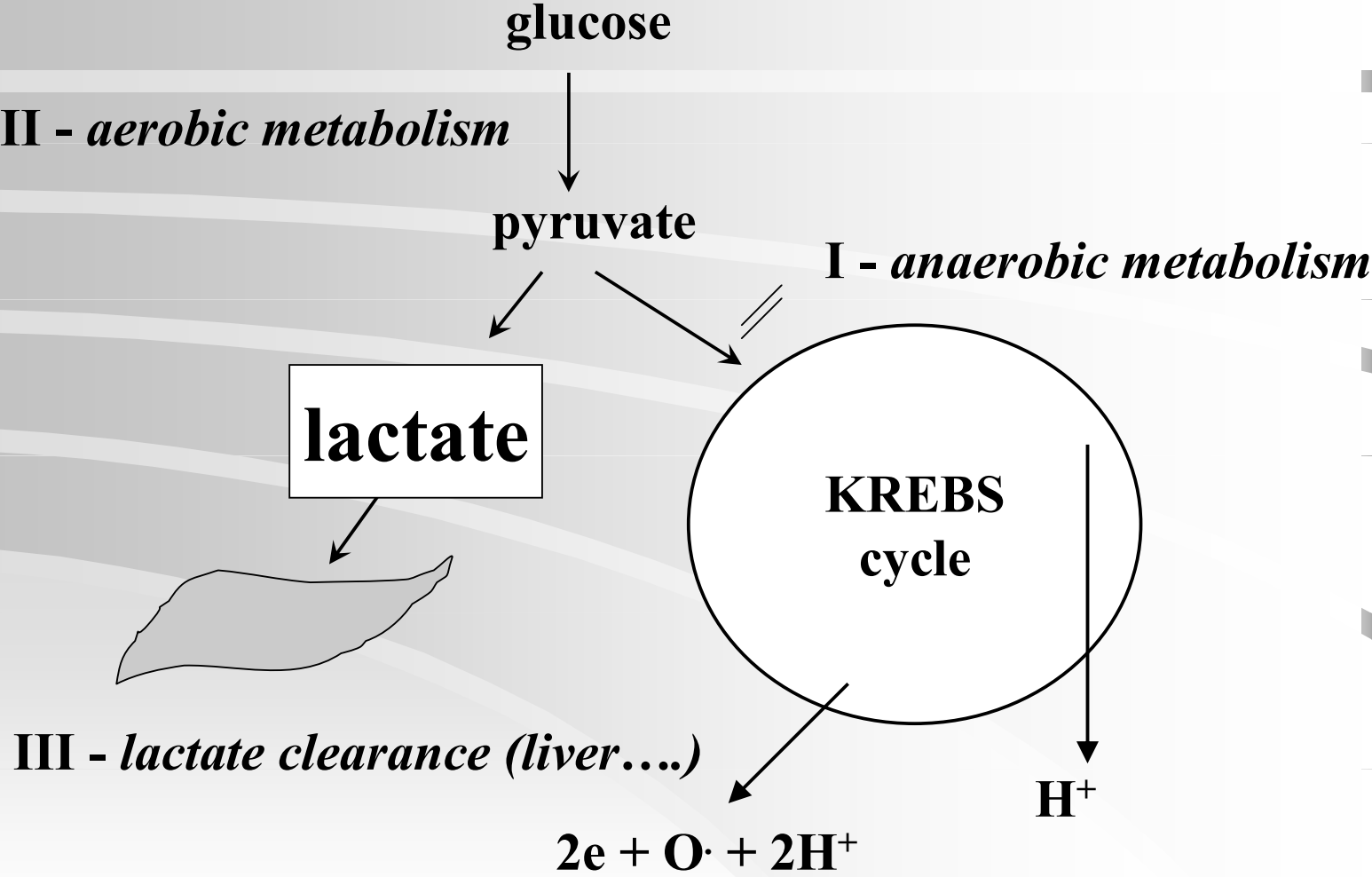
Reinhart 84
Drawing: M. Schindler

**SvO₂ = saturace z plicnice
> 60%**

**S(c)vO₂ = saturace z HDŽ
> 70%**

**SvO₂ = S(c)vO₂
≠**

BLOOD LACTATE LEVEL



laktát

Hyperlaktatémie má u kriticky nemocných více příčin:

- Levrant J, et al. Mild hyperlactatemia in stable septic shock patients is due to impaired lactate clearance rather than overproduction. Am J Respir Crit Care 1998; 157: 1021-6.

Vysoký laktát je spojen s vyšší mortalitou:

- Trzeciak S, et al. Serum lactate as a predictor of mortality in patients with infection. Intensive Care Med. 2007 Jun;33(6):970-7. Epub 2007 Mar 13. [Links](#)

Rychlý pokles zvýšeného laktátu je spojen s příznivou prognózou:

- Nguyen HB, et al. Early lactate clearance is associated with improved outcome in severe sepsis and septic shock. Crit Care Med. 2004 Aug;32(8):1637-42.

laktát

Early Lactate-Guided Therapy in ICU Patients: A Multicenter, Open-Label, Randomized, Controlled Trial. Am J Resp Crit Care Med 2010 May 12. [Epub ahead of print]

Jansen TC, et al Bakker J. for the LACTATE Study Group.

OBJECTIVE: To assess the effect of lactate monitoring and resuscitation directed at decreasing lactate levels in ICU patients admitted with a lactate level of ≥ 3.0 mEq/l.

- **METHODS:** to decrease lactate by $\geq 20\%$ per two hours for the initial 8 hours of ICU stay....
- **MEASUREMENTS AND MAIN RESULTS:** The lactate group received more fluids and vasodilators. However, there were no significant differences in lactate levels between the groups. In the intention-to-treat population (348 patients), hospital mortality in the control group was 43.5% (77/177) compared with 33.9% (58/171) in the lactate group ($p=0.067$). When adjusted for predefined risk factors, **hospital mortality was lower in the lactate group (hazard ratio 0.61, 95%CI 0.43-0.87, $p=0.006$).**
- **CONCLUSIONS:** In patients with hyperlactatemia on ICU admission, lactate-guided therapy significantly reduced hospital mortality when adjusting for predefined risk factors.

Intensive Care Med (2007) 33:1863–1865
DOI 10.1007/s00134-007-0679-y

EDITORIAL

Jan Bakker
Tim C. Jansen

Don't take vitals, take a lactate

SvO₂

CI (SVI x HR)

preload

laktát

**evaluace
hemodynamiky**

MAP

BE

periferní prokrvení

závěr

včasná (**6-8 hodin**) celkové hemodynamiky
je nutným - ne však jediným - předpokladem ke stabilizaci

- **mikrocirkulace**
- **funkce orgánů/tkání/buněk (=prevenci/léčbě MODS)**

stabilizace před nastartováním:

- **inflamační odpovědi**
- **cytopatické hypoxie**