Perioperační hemodynamická optimalizace

–

Edukační lekce

Beneš Jan

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny,
Fakultní nemocnice a Lékařská Fakulta v Plzni Univerzity Karlovy v Praze

ČASOPIS ZDARMA: RETRO Najdete uvnitř listu

JAK ZBAVIT ZAHRADU ŠKŮDCŮ BEZ CHEMIE DOMA DNES

MLADÁ FRONTA

DNES

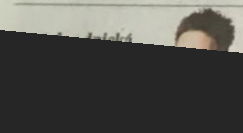
středa 2. 10. 2019 20 Kč

BRNO A JIŽNÍ MORAVA

Lázeňský rozvod připrav
obce o 35 milionů koru
Lednice a Hodonín podle finančníh
úřadu špatně odvedly da

Chybí tisíce těl, lékaři se nemají kde učit

Anatomické ústavy shánějí dobrovolné dárce. Hrozí, že medici budou bez praxe



tečné lidské tělo, jež je při výuce anatomie nezbytné. „Na virtuálním stole si nemůžete dovnitř sáhnout,

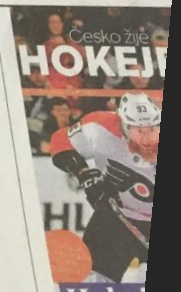
se nakonec nevyužije. Lidé totiž o smlouvě s anatomickým ústavem, v níž mu tělo po smrti darovali, buď neřeknou blízkým či zdravotní-

ho ústavu 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy Karel Smetana.

Příliš dlouhé čekání

Nejhůře je na tom nyní 2. lékařská

za dalších 35 až 55 let, tudíž je potřeba mít registr velký. Potřebujeme také více zacílit na skupiny starší," vysvětluje David Kachlík, jehož studenti se budou zatím jako dosud učit na tělech věnovaných dárci 1. lé-



Konflikt zájmu:

- **Práce na dlouhodobém výzkumu méně invazivních metod monitorace krevního oběhu na KARIM byly podpořeny výzkumným záměrem MSM 0021620819 a Projektem 36 (PRVOUK), Q39 (PROGRES) a grantem AZV č. 15-31881A**

- **Dlouhodobá spolupráce s fy. CNSystems (Graz, Rakousko) a Edwards Lifescience Inc (Irvine, USA) a Pulsion Getinge (Mnichov, Německo)**

1. TEORIE HD OPTIMALIZACE

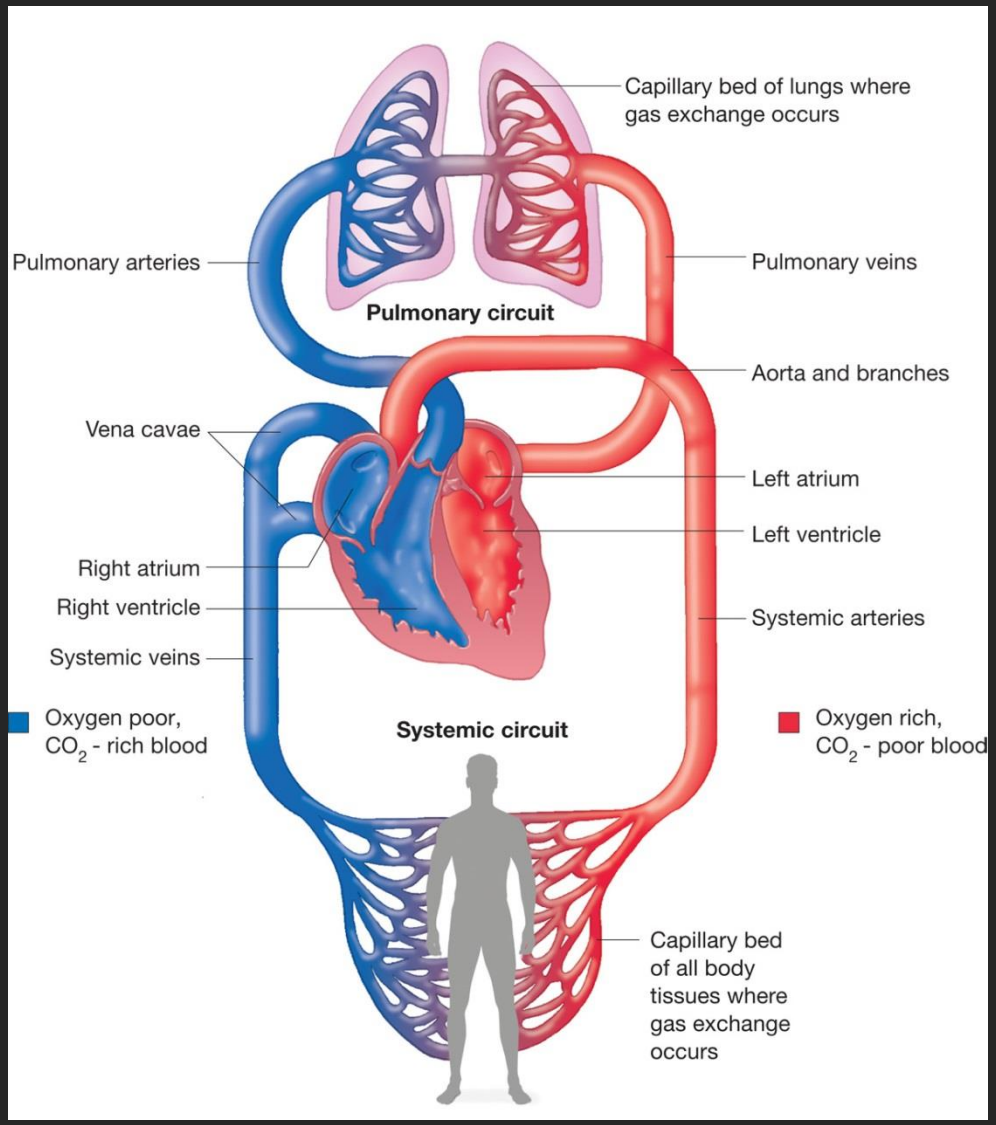
- ZÁKLADY FYZIOLOGIE KV SYSTÉMU
- MOŽNOSTI MONITORACE A VELIČINY
- HD RIZIKA V PERIOPERAČNÍM OBDOBÍ

2. PRAXE HD OPTIMALIZACE

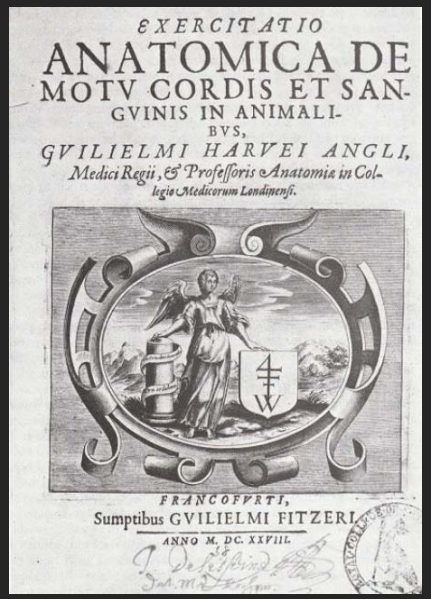
- OPTIMALIZAČNÍ PROTOKOLY
- PRAKTICKÉ PROVEDENÍ

Proč nám v těle proudí krev?

- *Slouží jako hlavní transportní služba v organismu…*

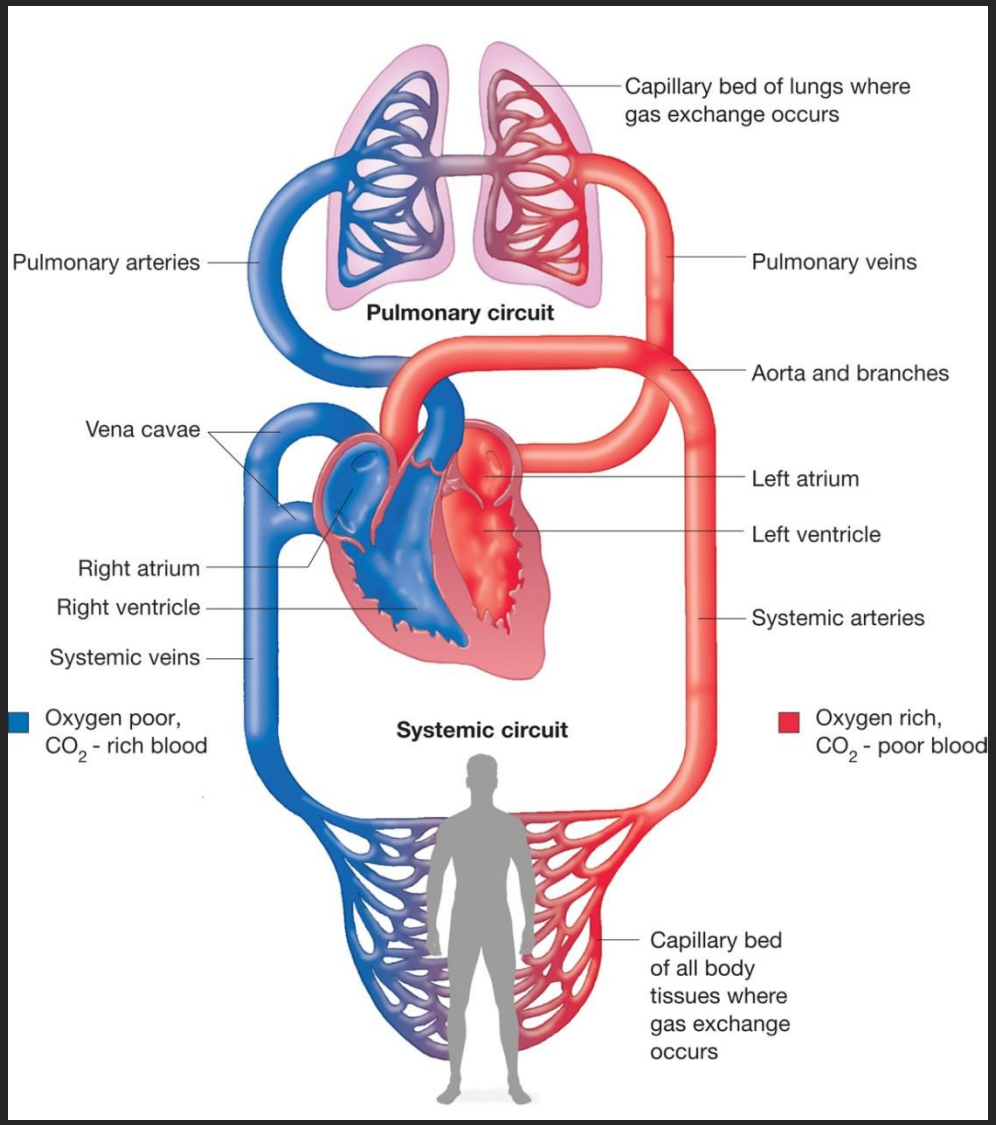


William Harvey, 1628



EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SAN-
GVINIS IN ANIMALI-
BVS,
GVILIELMI HARVEI ANGLI,
Medici Regii, & Professoris Anatomiæ in Col-
legio Medicorum Londinensi.

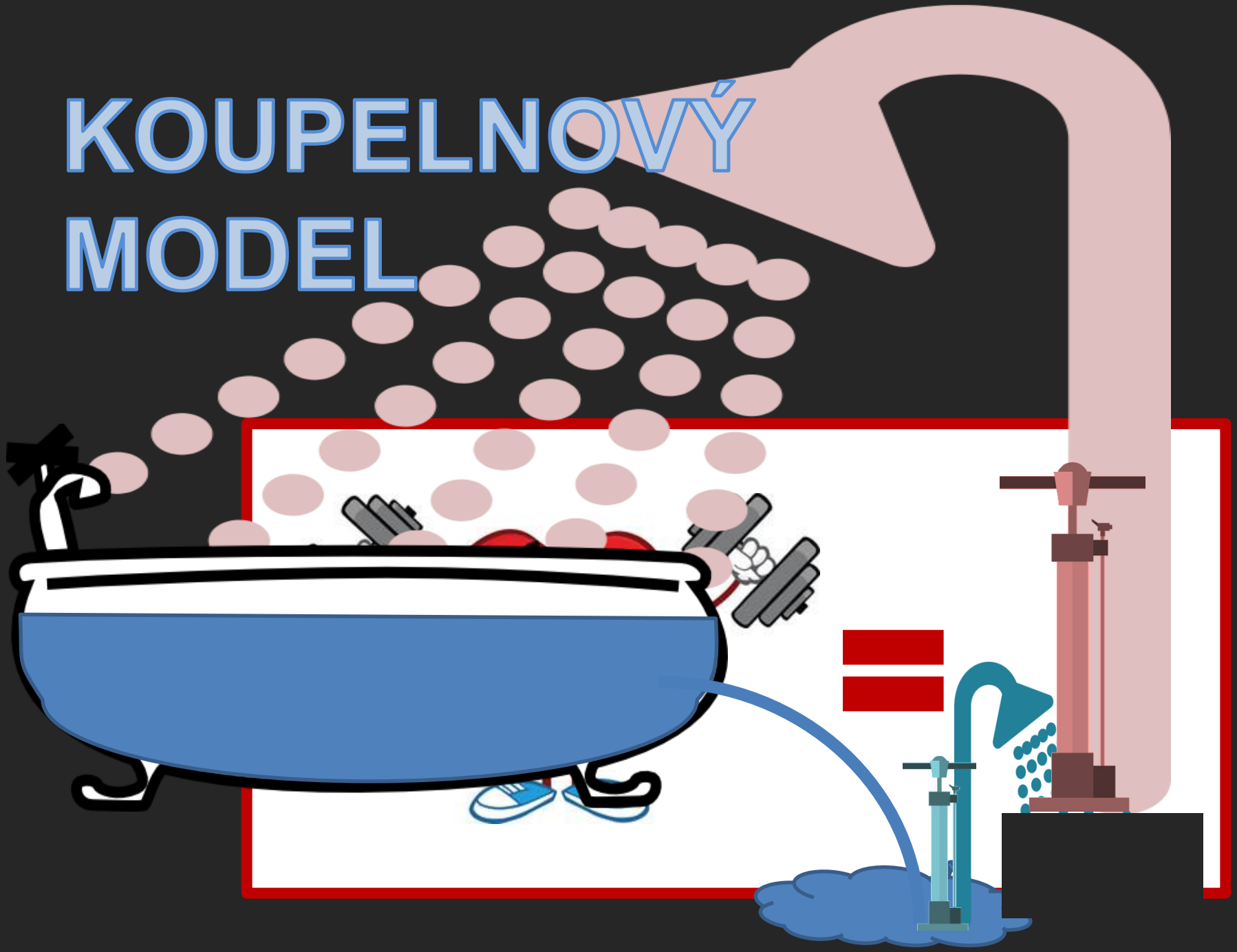
FRANCOFVRTI,
Sumptibus GVILIELMI FITZERI.
ANNO M. DC. XXVIII.

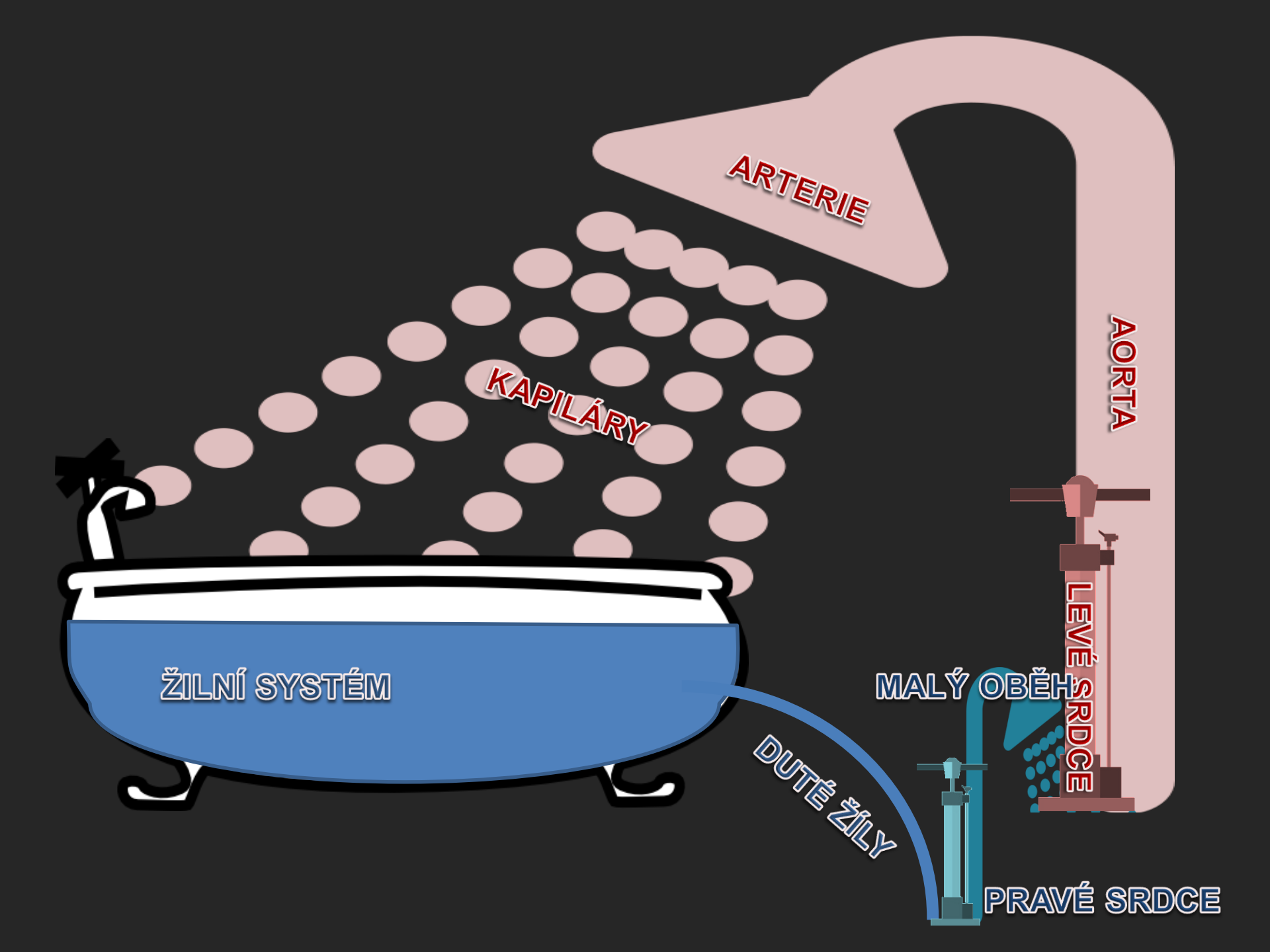


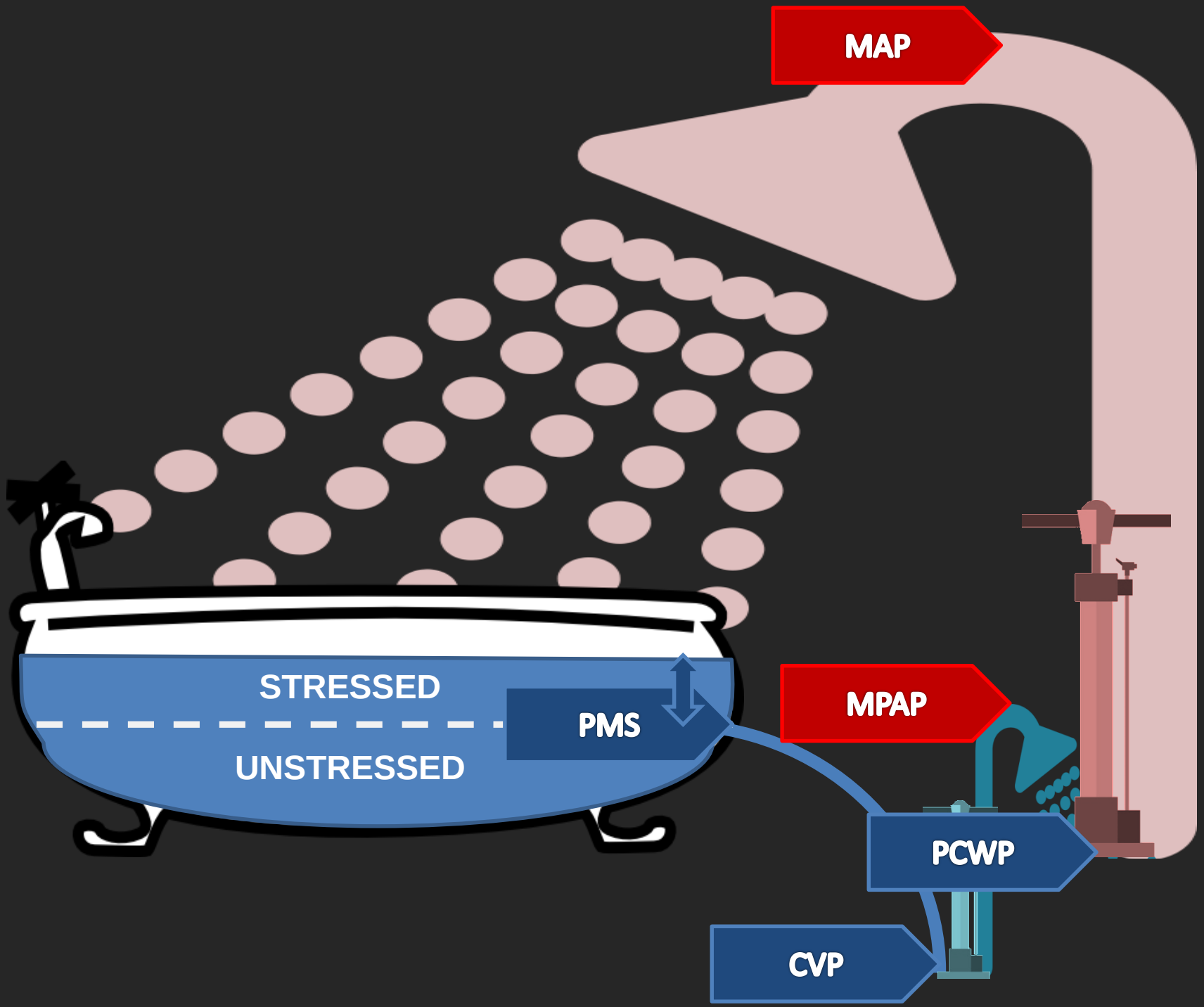
DODÁVKA

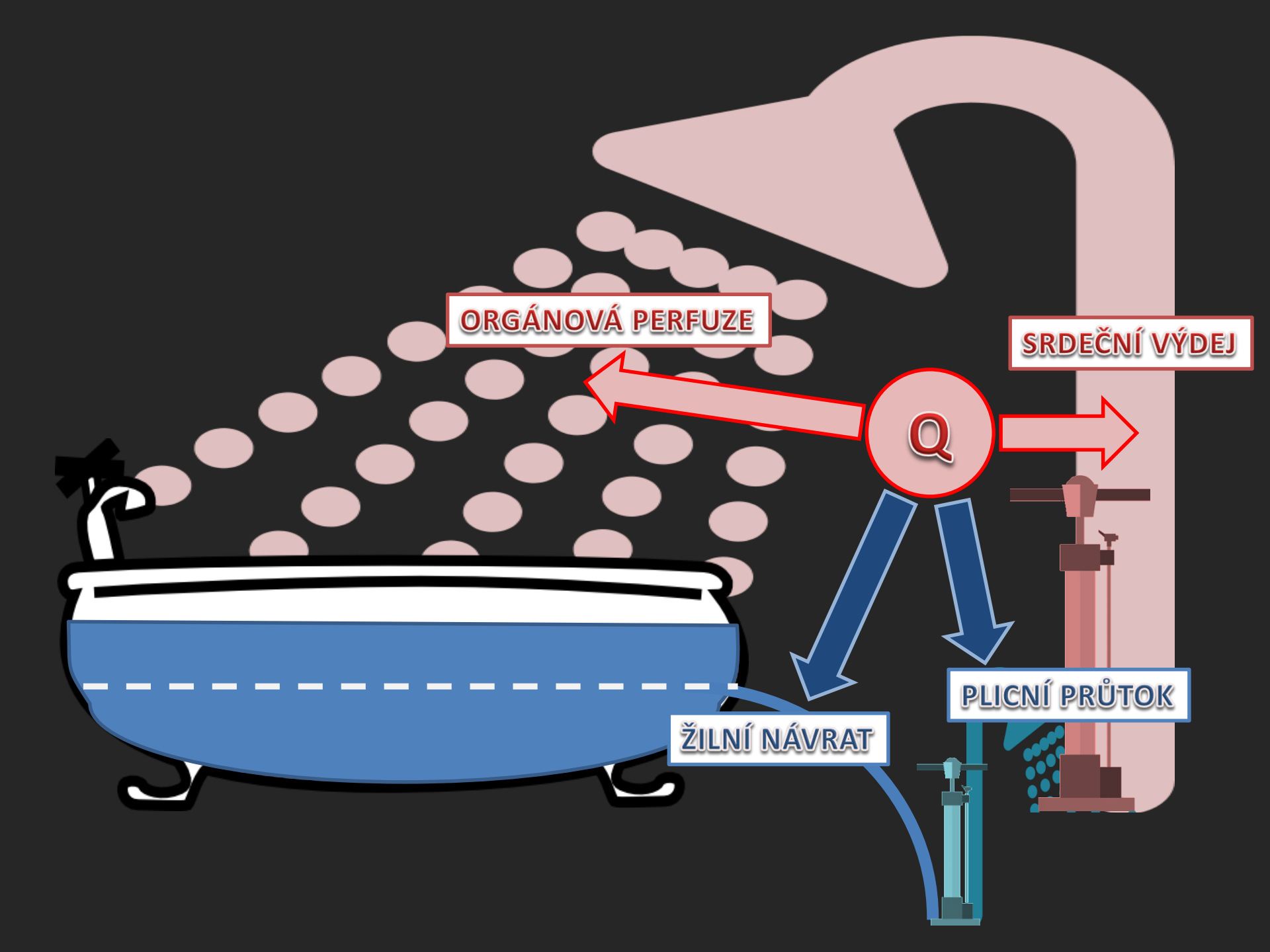
KYSLÍKU

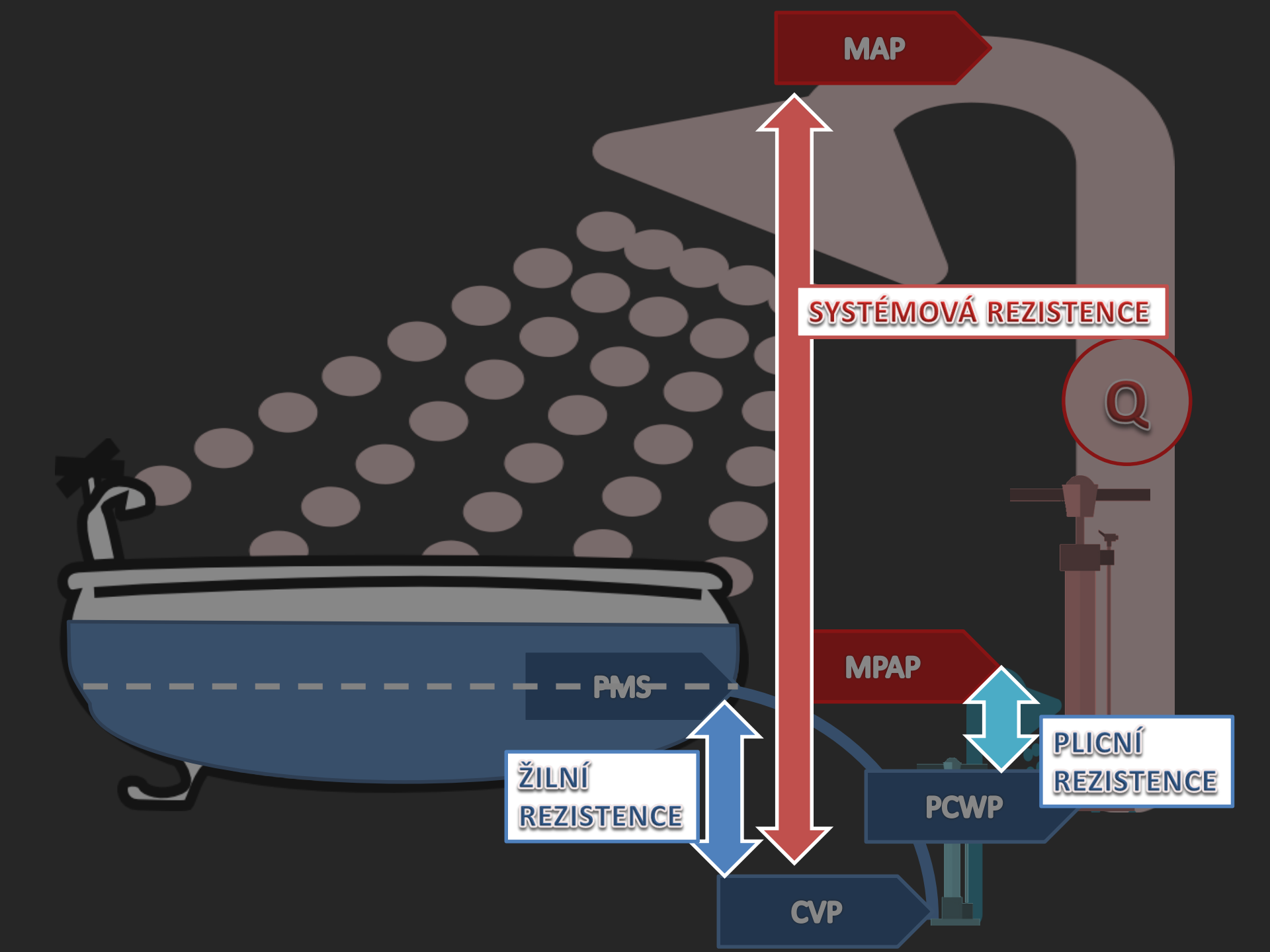
KOUPELNOVÝ MODEL




ARTERIE
AORTA
KAPILÁRY
LEVÉ SRDCE
ŽILNÍ SYSTÉM
MALÝ OBĚH
DUTÉ ŽÍLY
PRAVÉ SRDCE


MAP
STRESSED
UNSTRESSED
PMS
MPAP
PCWP
CVP


ORGÁNOVÁ PERFUZE
SRDEČNÍ VÝDEJ
Q
PLICNÍ PRŮTOK
ŽILNÍ NÁVRAT

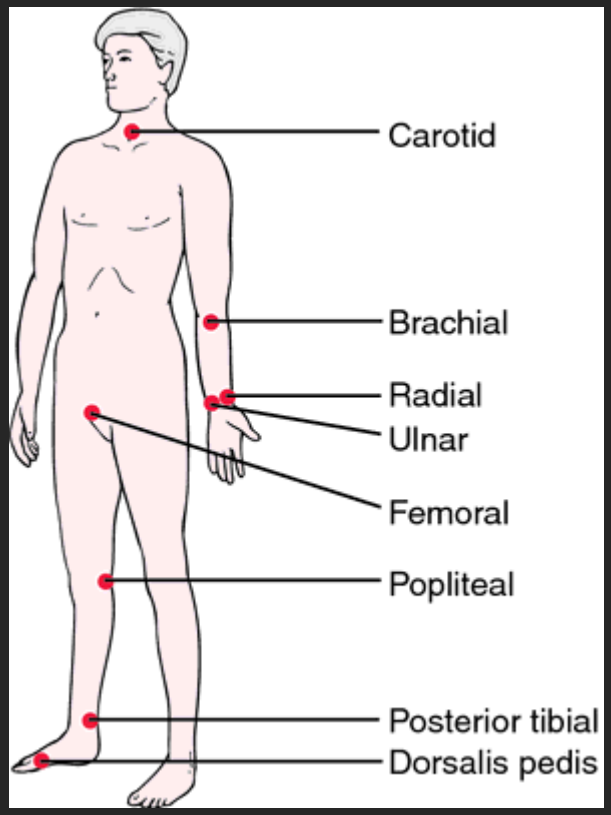

MAP
SYSTÉMOVÁ REZISTENCE
Q
MPAP
PMS
PLICNÍ REZISTENCE
ŽILNÍ REZISTENCE
PCWP
CVP

ZÁKLADNÍ MONITORACE

PULS = SRDEČNÍ FREKVENCE (SF nebo HR = HEART RATE)

Četnost stahů za minutu

Jednotka: /min

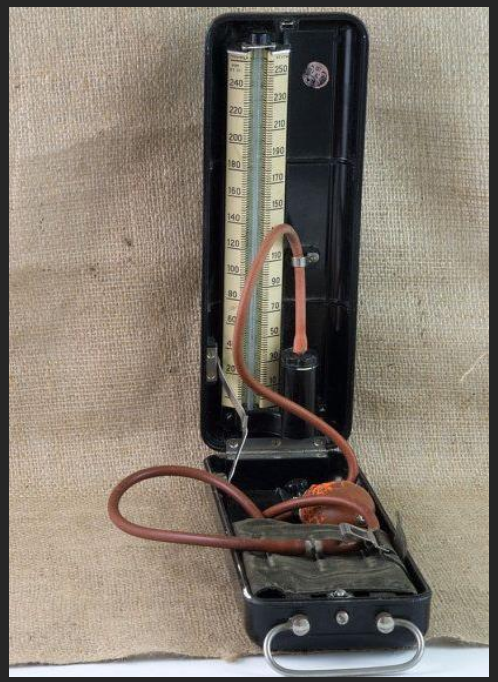


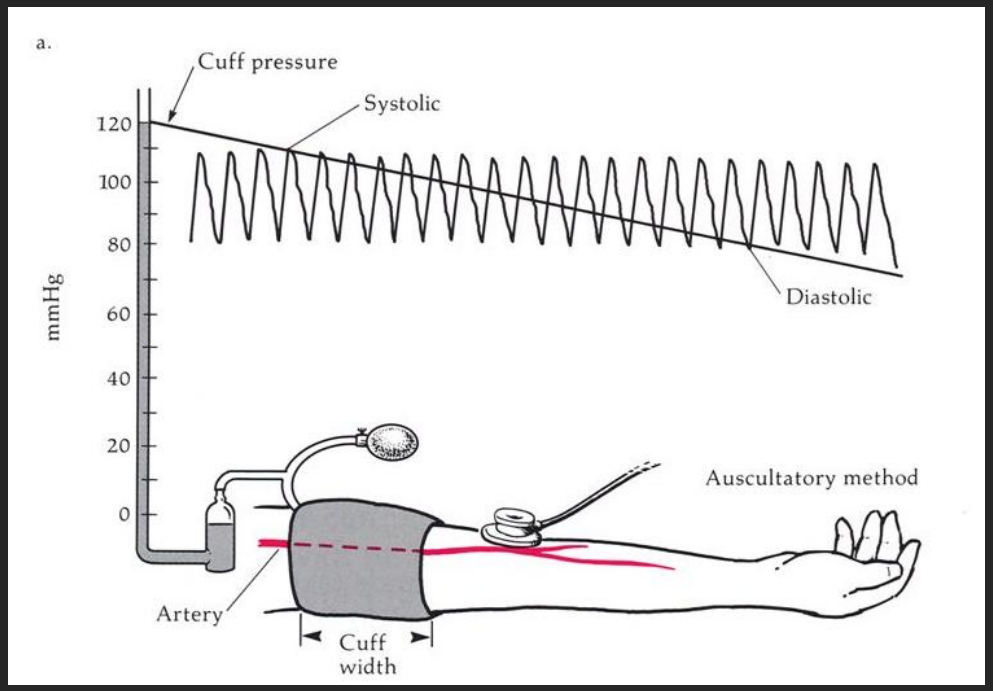
ZÁKLADNÍ MONITORACE

ARTERIÁLNÍ (KREVNÍ) TLAK (BP – BLOOD PRESSURE)

Neinvazivní manžetové měření

Riva Rocci – Korotkoff





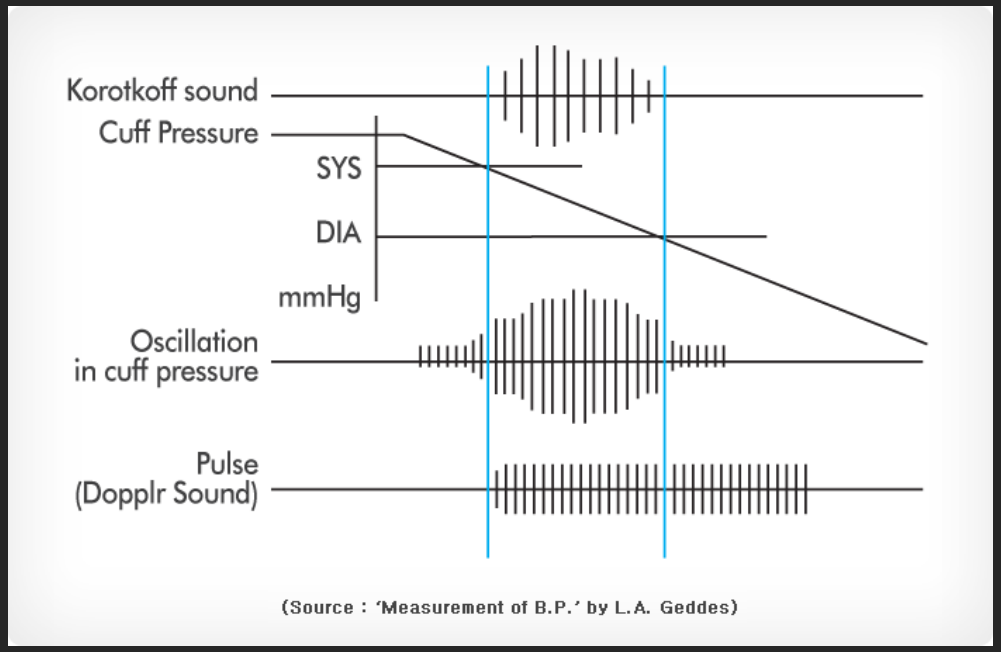
ZÁKLADNÍ MONITORACE

ARTERIÁLNÍ (KREVNÍ) TLAK (BP – BLOOD PRESSURE)

Neinvazivní manžetové měření

Riva Rocci – Korotkoff

Oscilometrie



J Clin Monit Comput
DOI 10.1007/s10877-014-9586-2

ORIGINAL RESEARCH

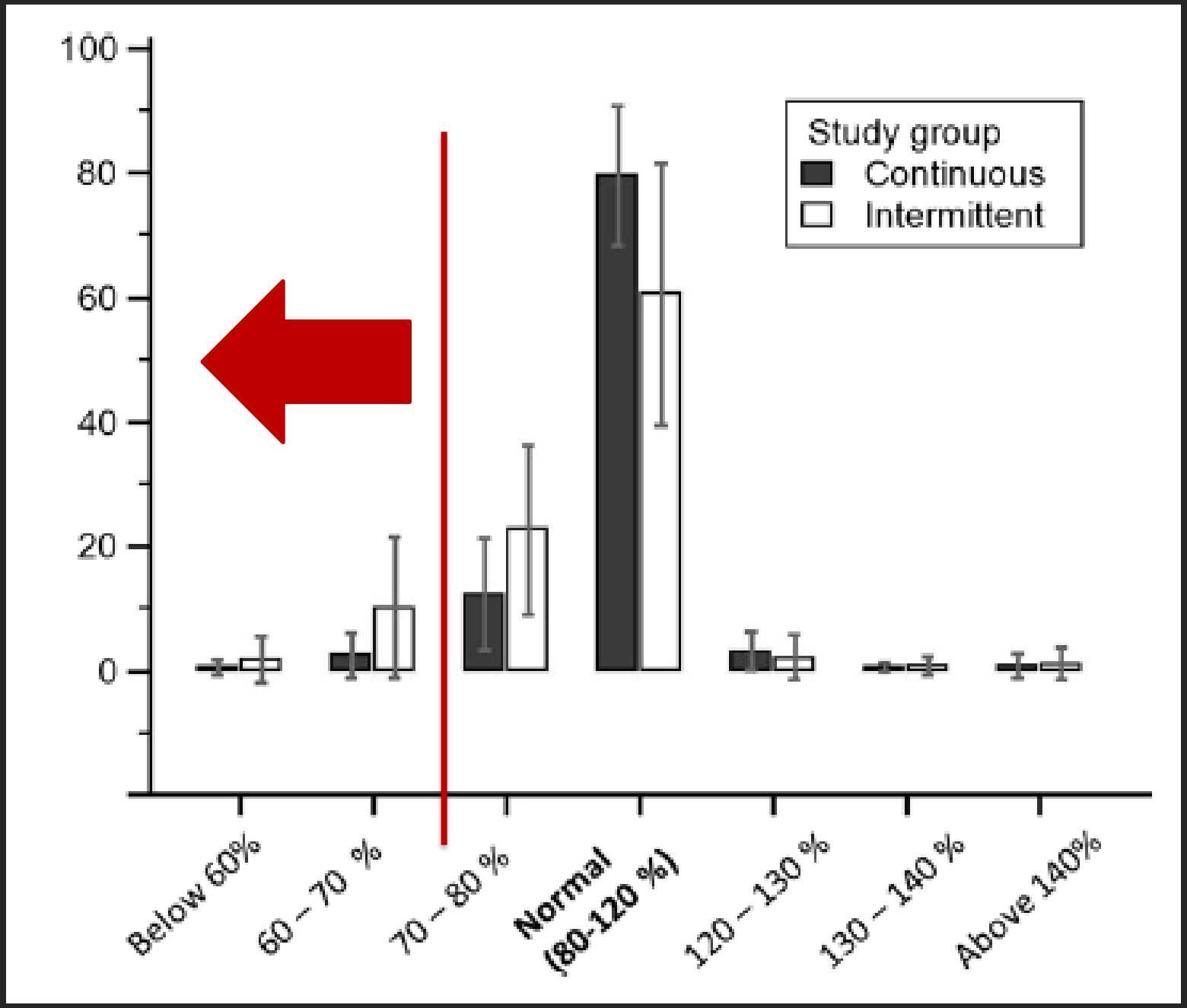
Continuous non-invasive monitoring improves blood pressure stability in upright position: randomized controlled trial

Jan Benes · Alena Simanova · Tereza Tovarnicka · Silvie Sevcikova · Jakub Kletecka · Jan Zatloukal · Richard Pradl · Ivan Chytra · Eduard Kasal

CONTINUOUS

INTERMITENT

Absolute time (min)	12 [4–20]	27 [16–34]	0.001
Proportional time (%)	14 [7–20] %	33.5 [17.5–53] %	0.003
Number of episodes per patient	2.5 [1.5–4]	3.5 [3–5.5]	0.053
Duration of episode (min)	4 [2–7]	8 [6–16]	0.014
Number of interventions	2 [1–3]	2 [1–4]	0.913


100
80
60
40
20
0
Study group
Continuous
Intermittent
Below 60%
60 – 70 %
70 – 80 %
Normal (80-120 %)
120 – 130 %
130 – 140 %
Above 140%

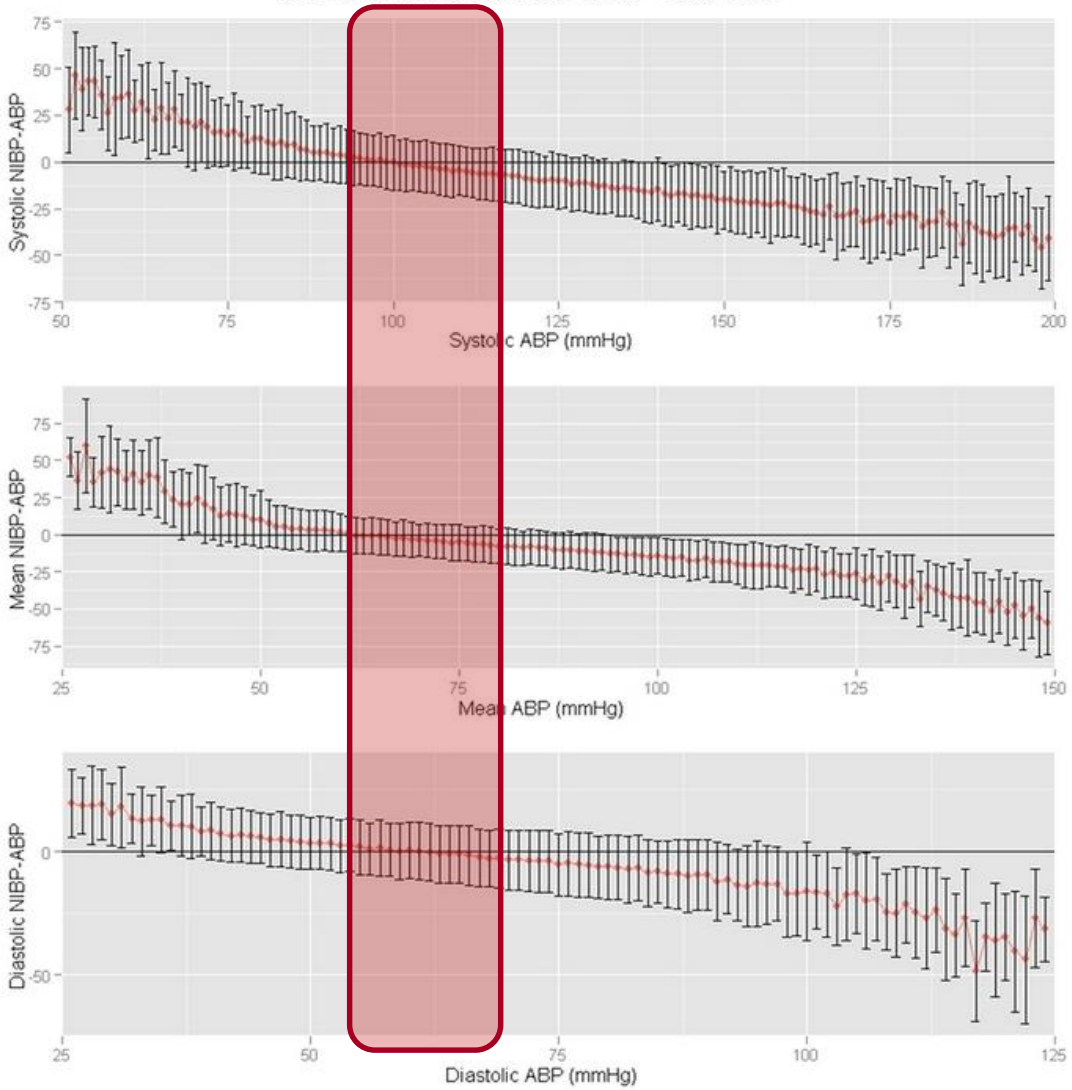


Figure 1
Graphical representation of the mean difference between NIBP and ABP across a physiologic range of systolic, mean, and diastolic blood pressures.

Wax et al.: Anetshesiology 2011

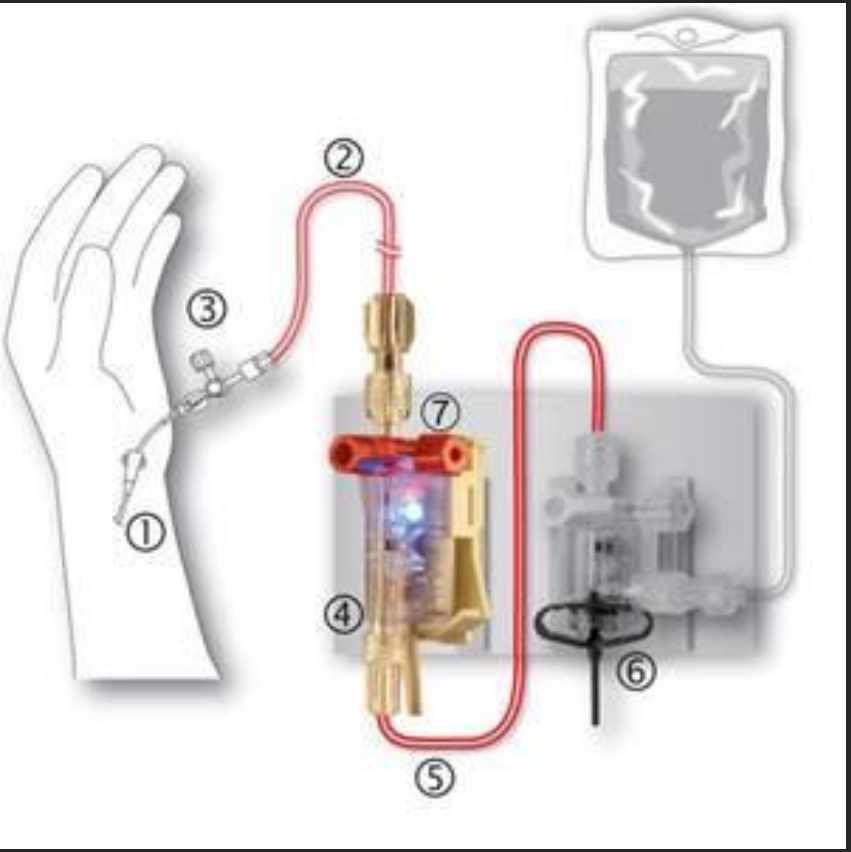
1

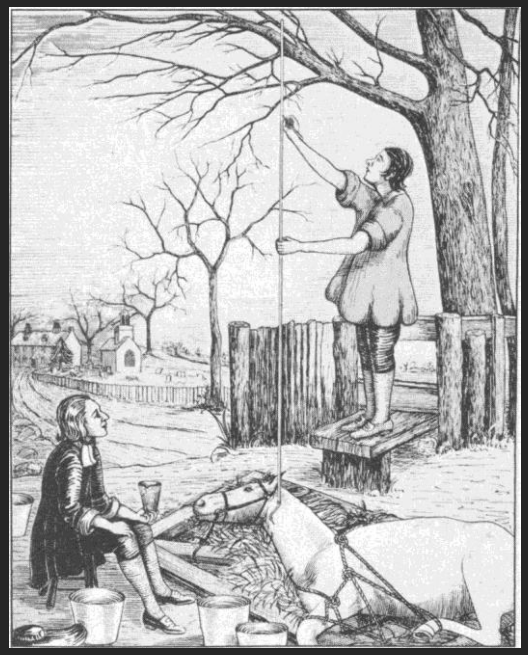
ČÍSLA KTERÁ NÁM PŘÍSTROJ
ČAS OD ČASU UKÁŽE
VYPADAJÍ LÉPE
NEŽ VE SKUTEČNOSTI JSOU

ZÁKLADNÍ MONITORACE

ARTERIÁLNÍ (KREVNÍ) TLAK (BP – BLOOD PRESSURE)

Invazivní měření



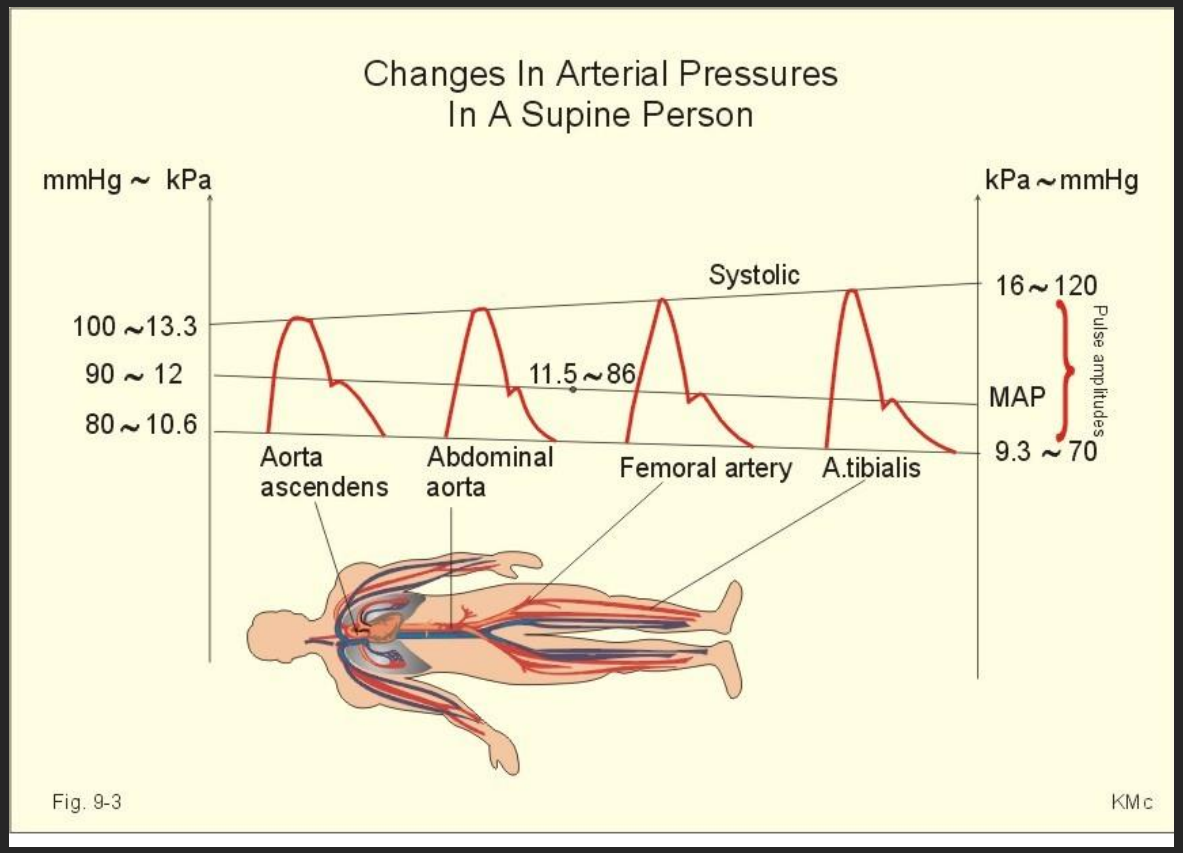


Stephan Hales, cca 1710

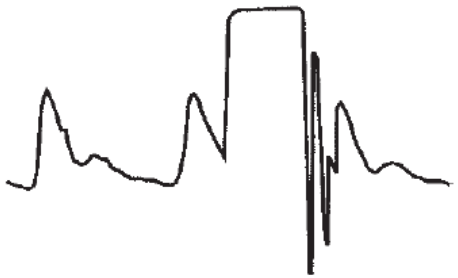
ZÁKLADNÍ MONITORACE

ARTERIÁLNÍ (KREVNÍ) TLAK (BP – BLOOD PRESSURE)

Invazivní měření

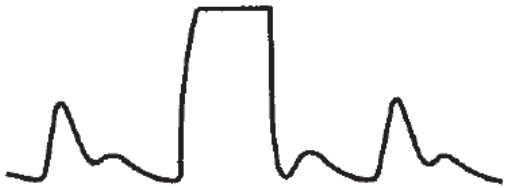


ZÁKLADNÍ MONITORACE



Optimally Damped:
1.5 – 2 oscillations before returning to tracing. Values obtained are accurate.

Underdamped:
> 2 oscillations. Overestimated systolic pressure, diastolic pressures may be underestimated.



Overdamped:
< 1.5 oscillations. Underestimation of systolic pressures, diastolic may not be affected.

Arterial Catheters as a Source of Bloodstream Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis*

John C. O'Horo, MD[1]; Dennis G. Maki, MD, MS[2]; Anna E. Krupp, RN[3]; Nasia Safdar, MD, PhD[2,3,4]

(*Crit Care Med* 2014; 42:1334–1339)

Two hundred two cases of arterial CRBSI were reported in 30,841 arterial catheters. Pooled incidence of CRBSI using a random effects model was 3.40/1,000 catheters (95% CI, 3.39–3.41/1,000

Clinical review: Complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine

Bernd Volker Scheer[1], Azriel Perel[2] and Ulrich J Pfeiffer[3] **Critical Care** June 2002 Vol 6 No 3

Complications following radial artery cannulation

Reference	Cases	Permanent ischaemic damage (*n*)	Temporary occlusion (*n*)	Sepsis (*n*)	Local infection (*n*)	Pseudoaneurysm (*n*)	Haematoma (*n*)	Bleeding (*n*)
Mean incidence (%)		0.09 (4/4217)	19.7 (831/4217)	0.13 (8/6245)	0.72 (45/6245)	0.09 (14/15,623)	14.40 (418/2903)	0.53 (2/375)

ZÁKLADNÍ MONITORACE

ARTERIÁLNÍ (KREVNÍ) TLAK (BP – BLOOD PRESSURE)

Kontinuální NEINVAZIVNÍ měření

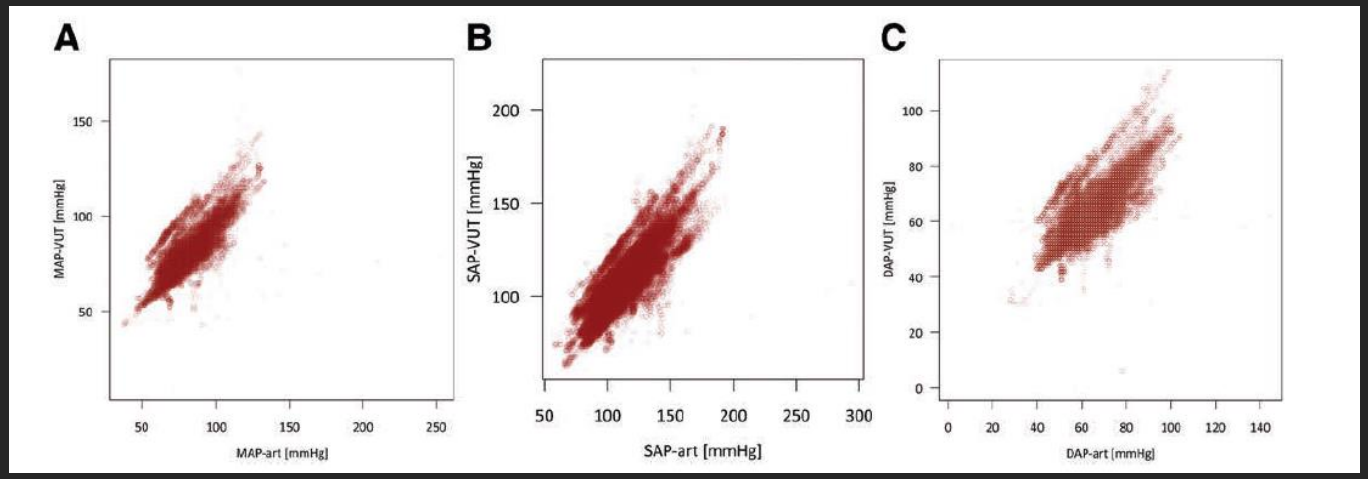
Technology, Computing, and Simulation

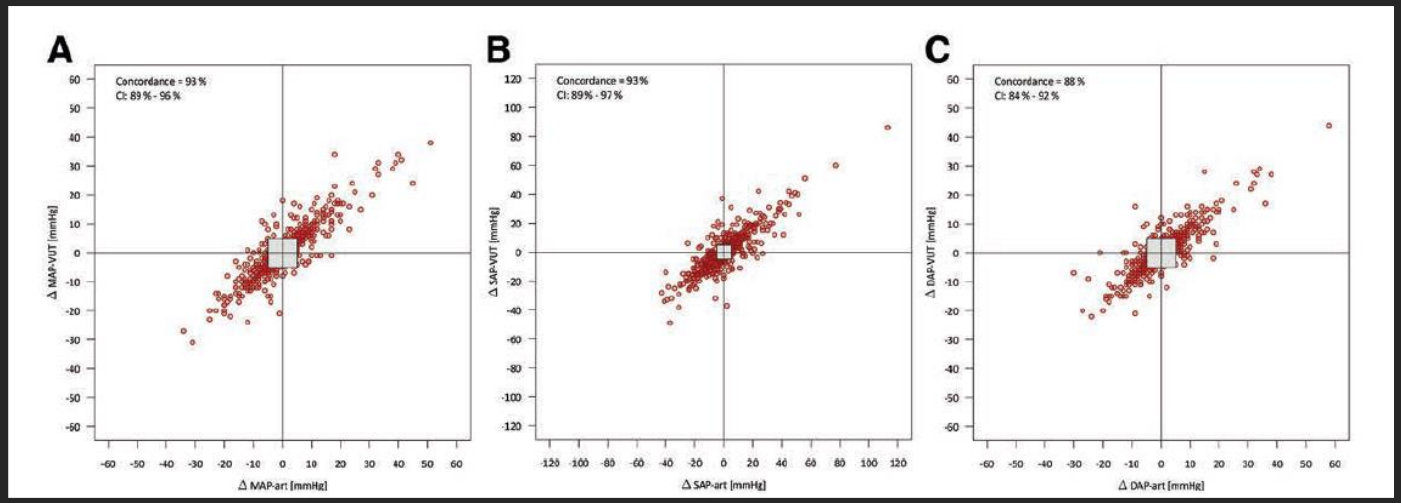
Section Editor: Maxime Cannesson

CME

Continuous Noninvasive Arterial Pressure Monitoring in Obese Patients During Bariatric Surgery: An Evaluation of the Vascular Unloading Technique (Clearsight system)

Dorothea E. Rogge, MD,* Julia Y. Nicklas, MD,* Gerhard Schön, MSc,† Oliver Grothe, PhD,‡
Sebastian A. Haas, MD,* Daniel A. Reuter, MD,* and Bernd Saugel, MD*



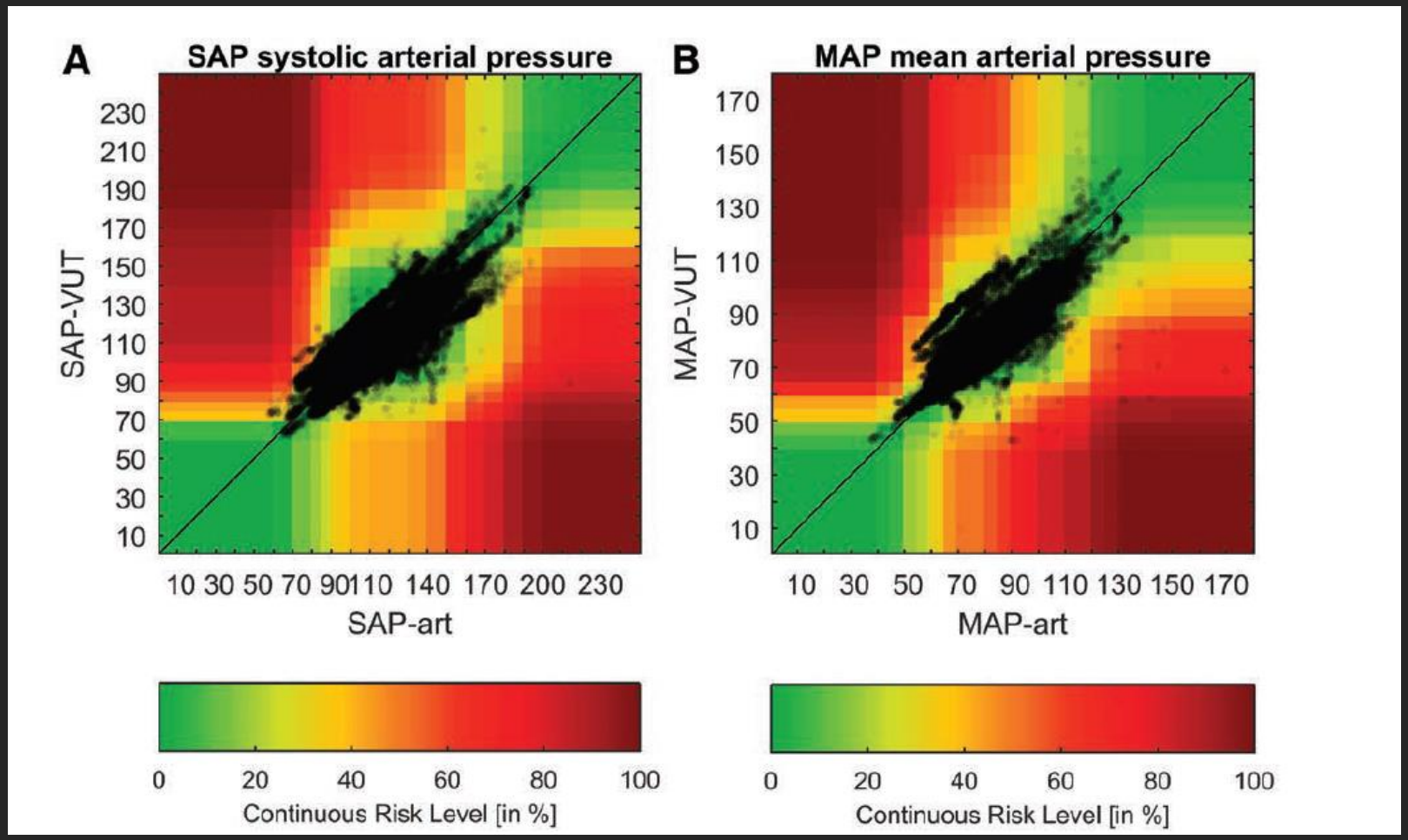


Section Editor: Maxime Cannesson

CME

Continuous Noninvasive Arterial Pressure Monitoring in Obese Patients During Bariatric Surgery: An Evaluation of the Vascular Unloading Technique (Clearsight system)

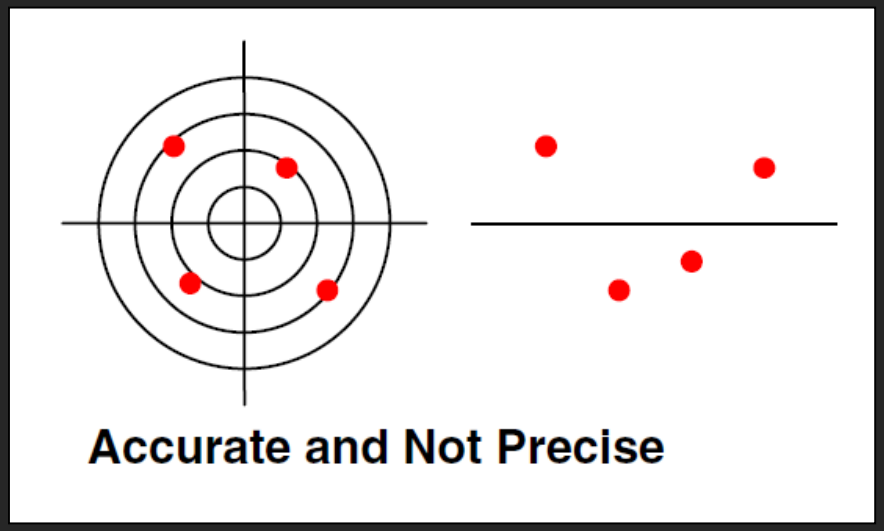
Dorothea E. Rogge, MD,* Julia Y. Nicklas, MD,* Gerhard Schön, MSc,† Oliver Grothe, PhD,‡
Sebastian A. Haas, MD,* Daniel A. Reuter, MD,* and Bernd Saugel, MD*

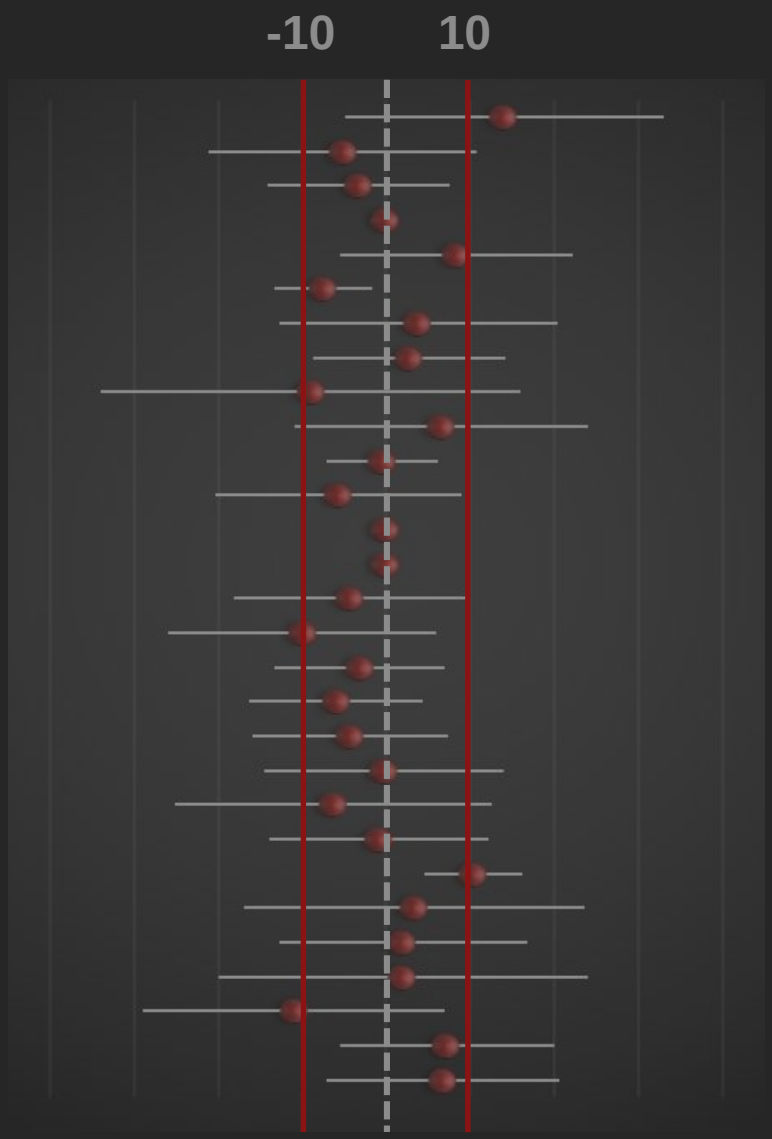


Noninvasive BP Monitoring in the Critically Ill

Time to Abandon the Intraarterial Catheter?

Karim Lakhal, MD; Stephan Ehrmann, MD, PhD; and Thierry Boulain, MD



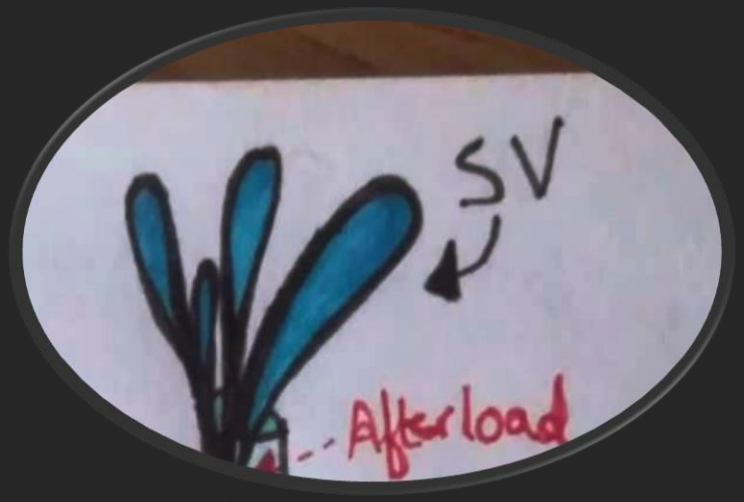


TEPOVÝ OBJEM (SV = STROKE VOLUME)

OBJEM KRVE VYPUZENÝ SRDCEM JEDNÍM STAHEM

Jednotka: ml

Má vztah k EJEKČNÍ FRAKCI – míře kontraktility



SRDEČNÍ VÝDEJ (CO = CARDIAC OUTPUT)

OBJEM KRVE VYPUZENÝ SRDCEM ZA 1 MINUTU

Jednotka: L/min (litr za minutu)

Základní parametr určující
srdeční výkonnost
množství krve dodaného do tkání

Vztah mezi CO a SV: $SV \times HR = CO$

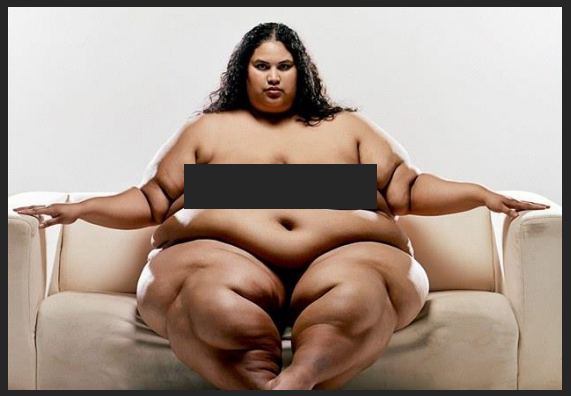
SRDEČNÍ VÝDEJ (CO = CARDIAC OUTPUT)

OBJEM KRVE VYPUZENÝ SRDCEM ZA 1 MINUTU

Jednotka: L/min (litr za minutu)

Základní parametr určující
srdeční výkonnost
množství krve dodaného do tkání

CAVE ! Jedná se o absolutní míru



4 l/min

VZTAŽENÍ NA POVRCH TĚLA

SRDEČNÍ INDEX (CI = CARDIAC INDEX)

Jednotka: L/min/m^2

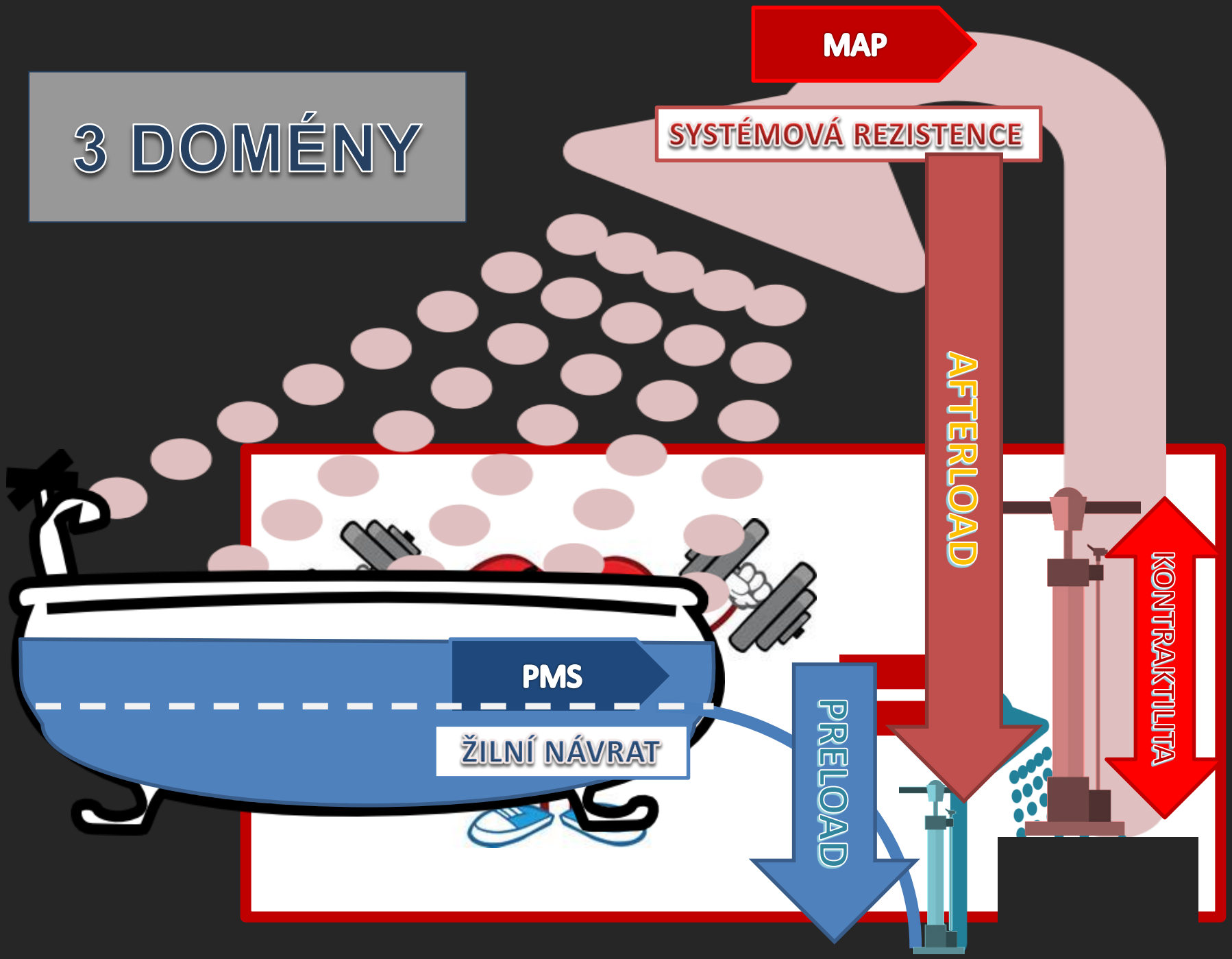
Norma
CI 2,5-4 l/min/m^2

TEPOVÝ INDEX (SVI = STROKE VOLUME INDEX)

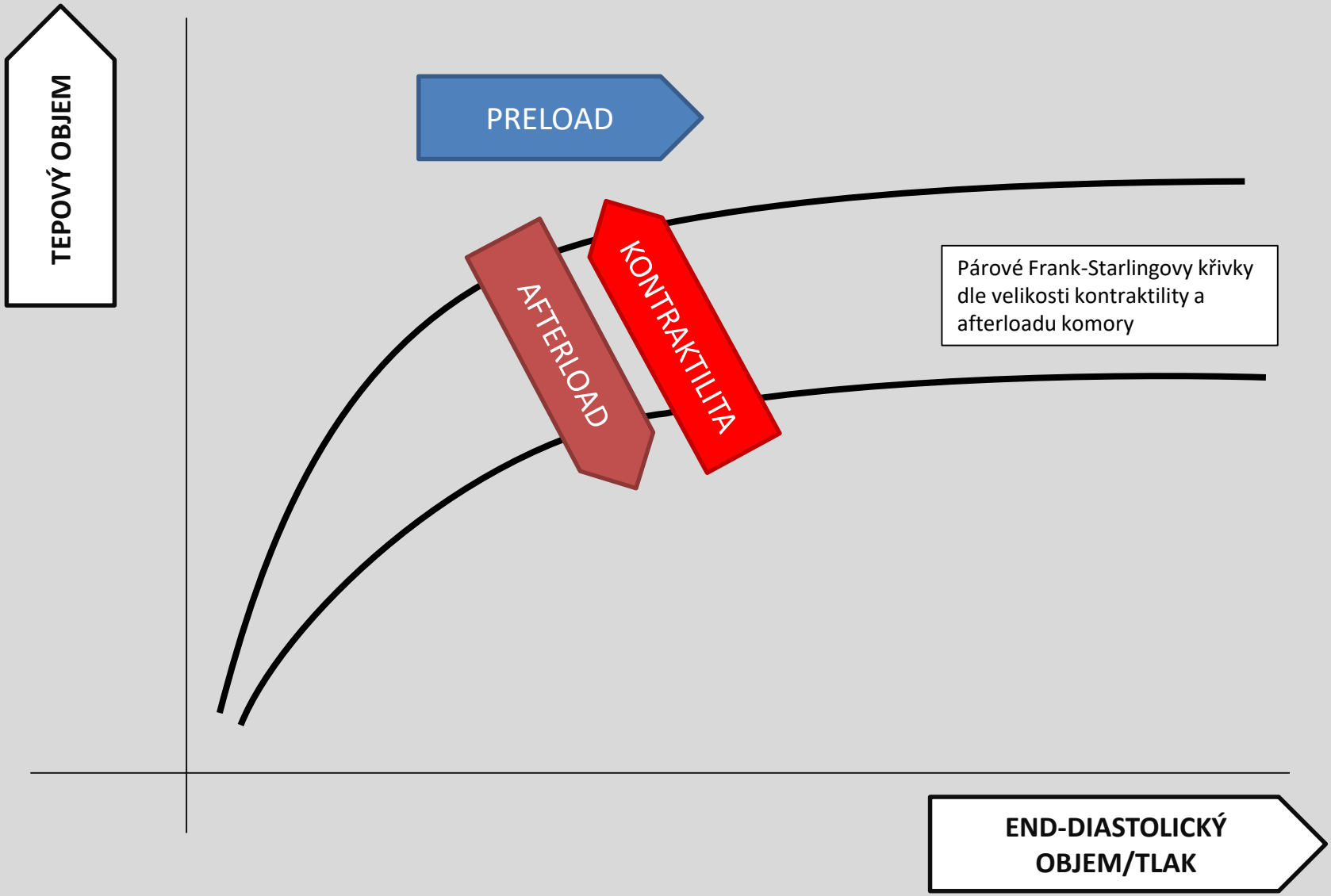
Jednotka: ml/m^2

Norma
SVI 35-50 ml/m^2

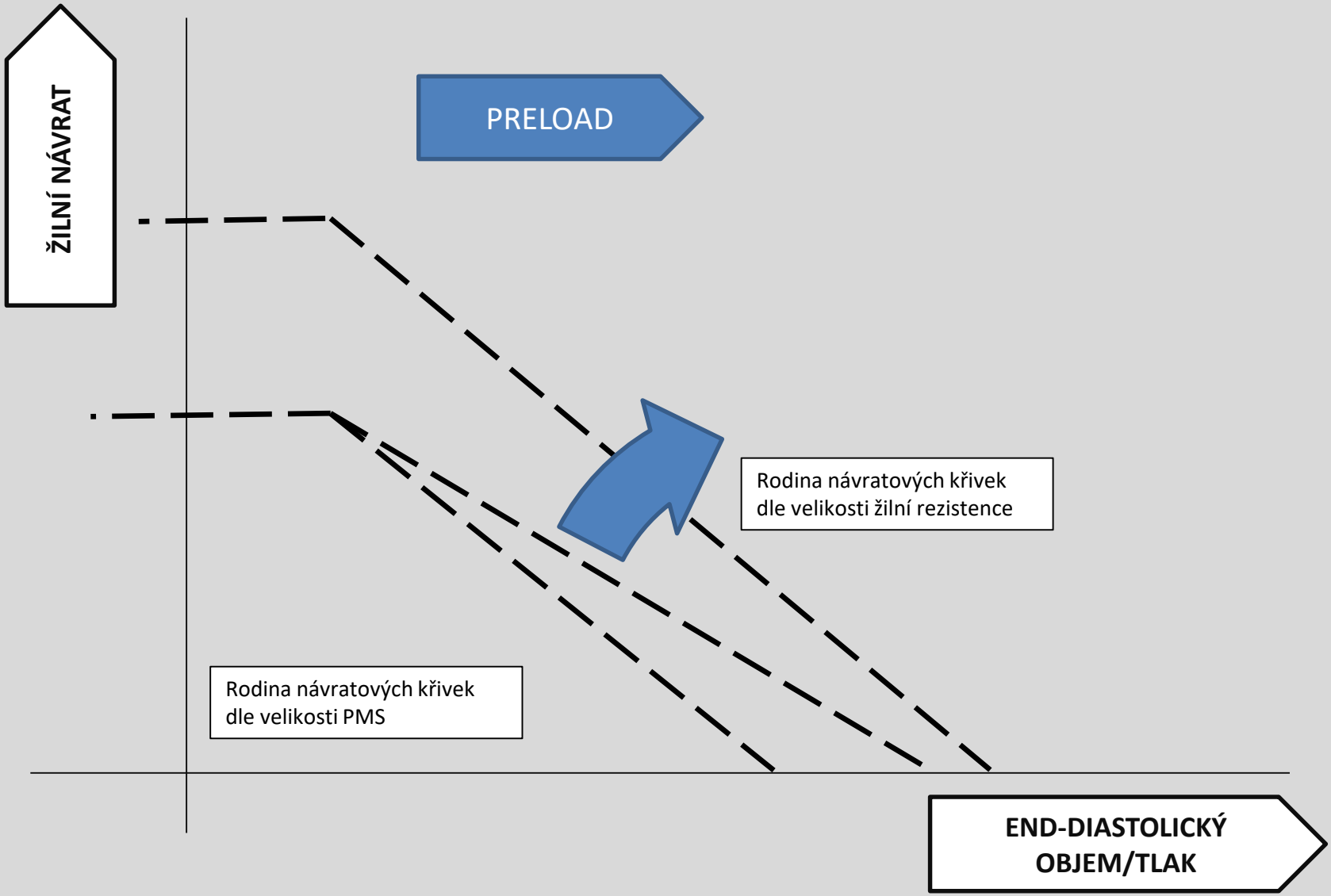
3 DOMÉNY


MAP
SYSTÉMOVÁ REZISTENCE
AFTERLOAD
KONTRAKTILITA
PMS
ŽILNÍ NÁVRAT
PRELOAD

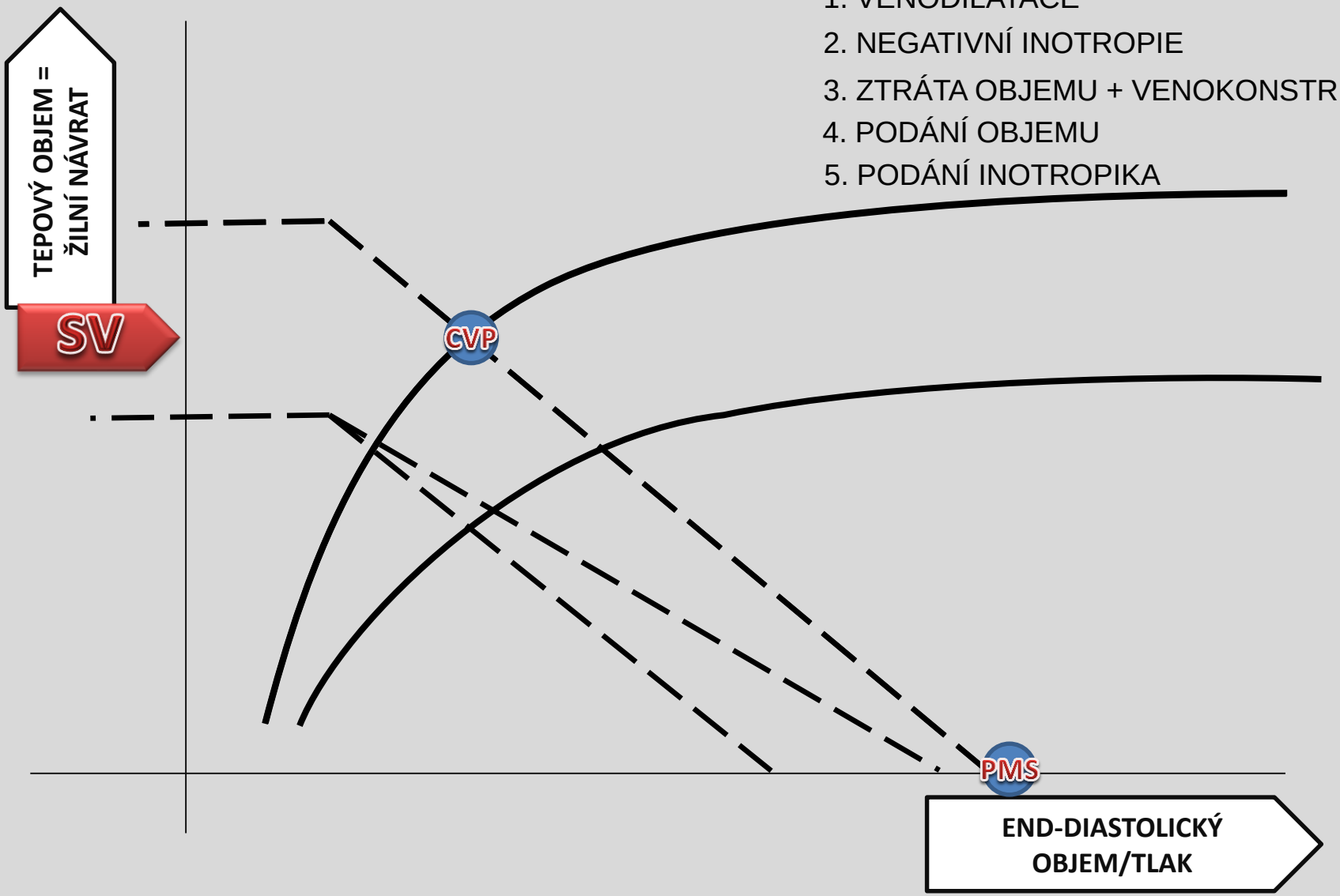
FRANK – STARLINGŮV ZÁKON SRDCE



GUYTONOVY KŘIVKY ŽILNÍHO NÁVRATU



kombinace



1. VENODILATACE
2. NEGATIVNÍ INOTROPIE
3. ZTRÁTA OBJEMU + VENOKONSTRIKCE
4. PODÁNÍ OBJEMU
5. PODÁNÍ INOTROPIKA

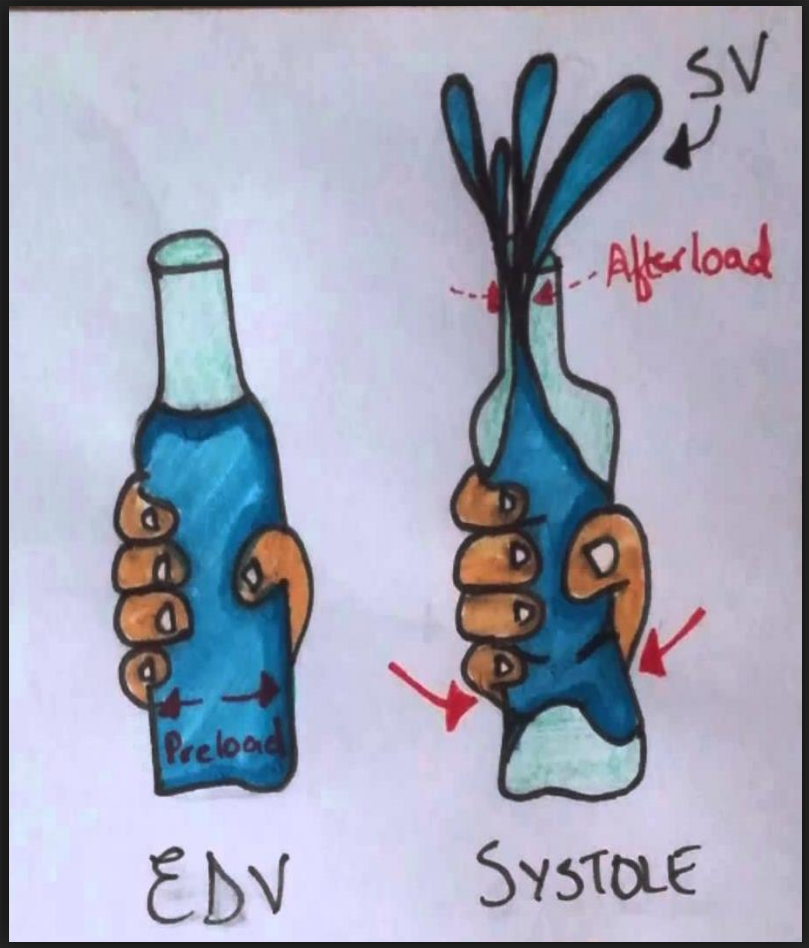
KONTRAKTILITA

EJEKČNÍ FRAKCE (EF LK)

Část krve, která je vypuzena z celkového nitrosrdečního objemu na konci diastoly

Jednotka: %

Vztah : EF = SV/EDV



KONTRAKTILITA

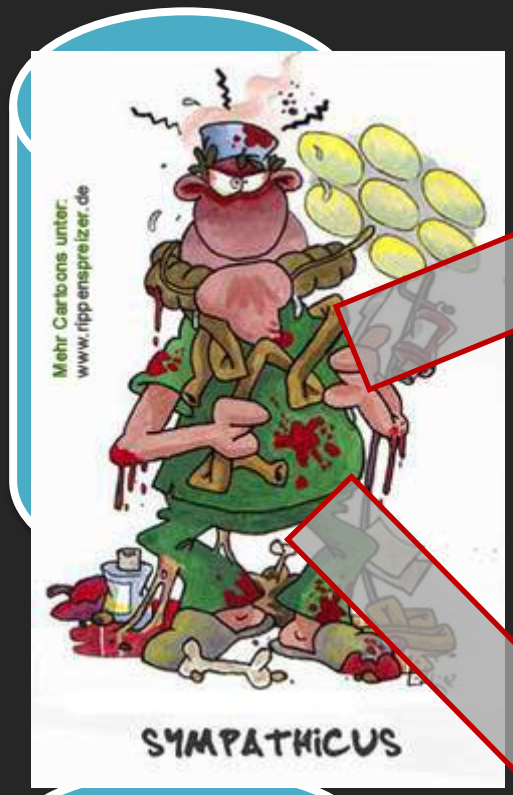
EJEKČNÍ FRAKCE (EF LK)

Část krve, která je vypuzena z celkového nitrosrdečního objemu na konci diastoly

Jednotka: %

Vztah : EF = SV/EDV

Norma
EF LK > 55%



75ml

EF LK 25%

25ml

x 60/min = 1,5 l/min

EF LK 50%

50ml

x 60/min = 3 l/min

EF LK 66%

50ml

x 60/min = 3,2 l/min

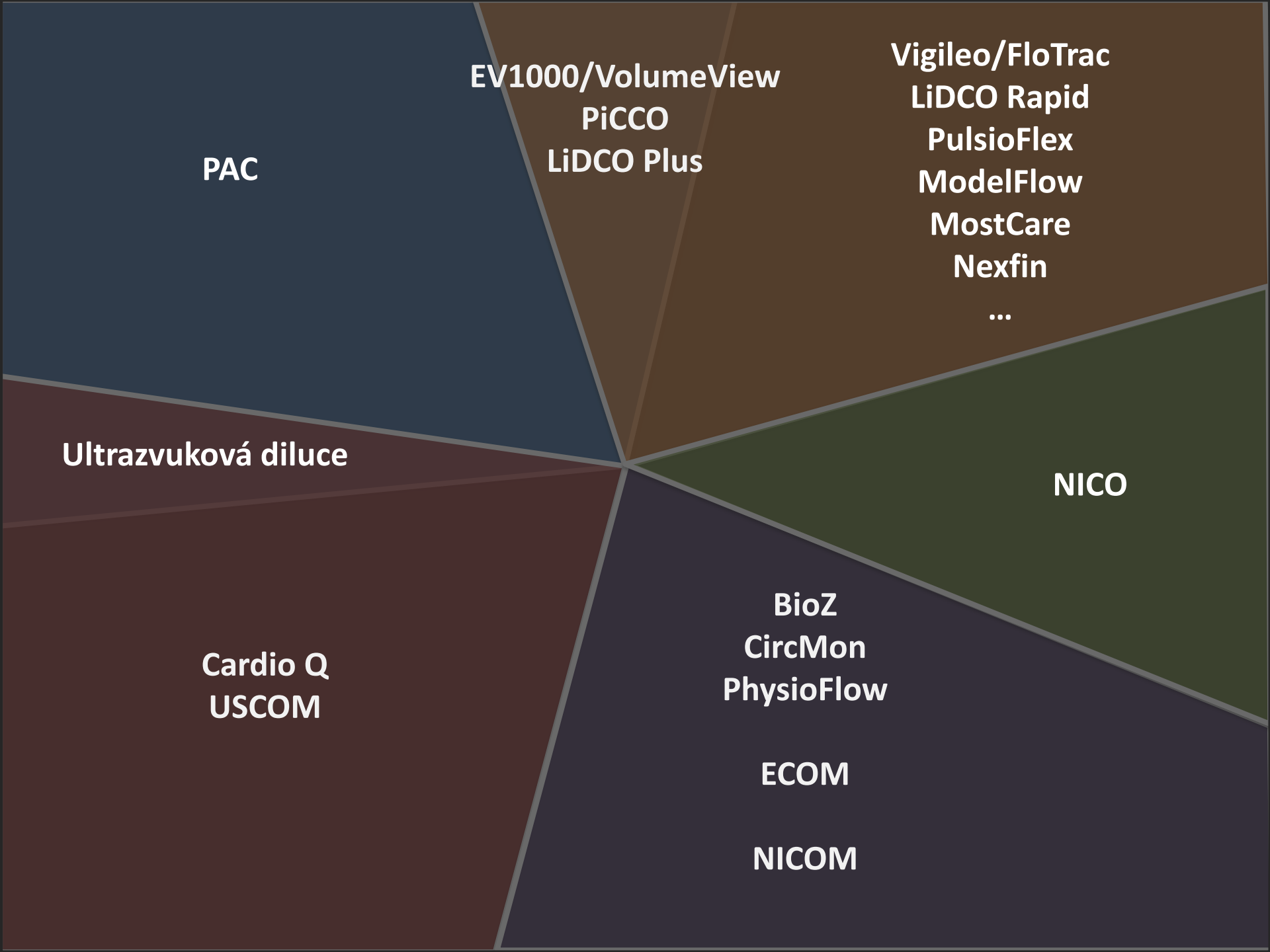
(TERMO)DILUCE

ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY

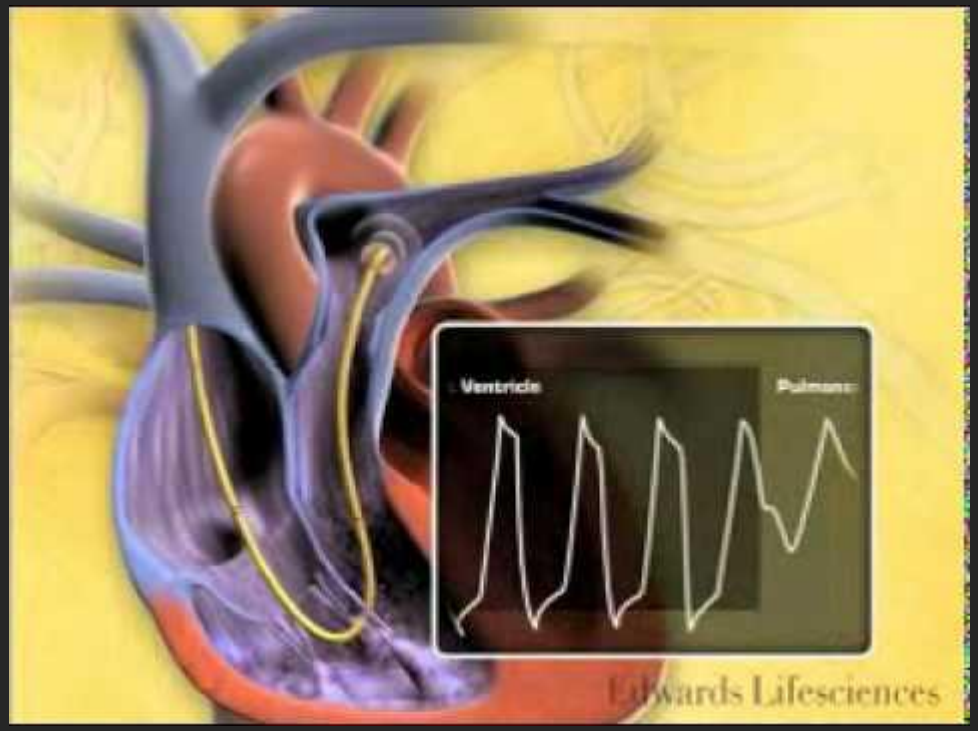
FICKŮV PRINCIP

SONOGRAFIE A DOPPLER

ANALÝZA PROUDOVÝCH KOMPONENT


PAC
EV1000/VolumeView
PiCCO
LiDCO Plus
Vigileo/FloTrac
LiDCO Rapid
PulsioFlex
ModelFlow
MostCare
Nexfin
...
NICO
BioZ
CircMon
PhysioFlow
ECOM
NICOM
Cardio Q
USCOM
Ultrazvuková diluce

PLICNICOVÝ (SWAN-GANZŮV) KATÉTR

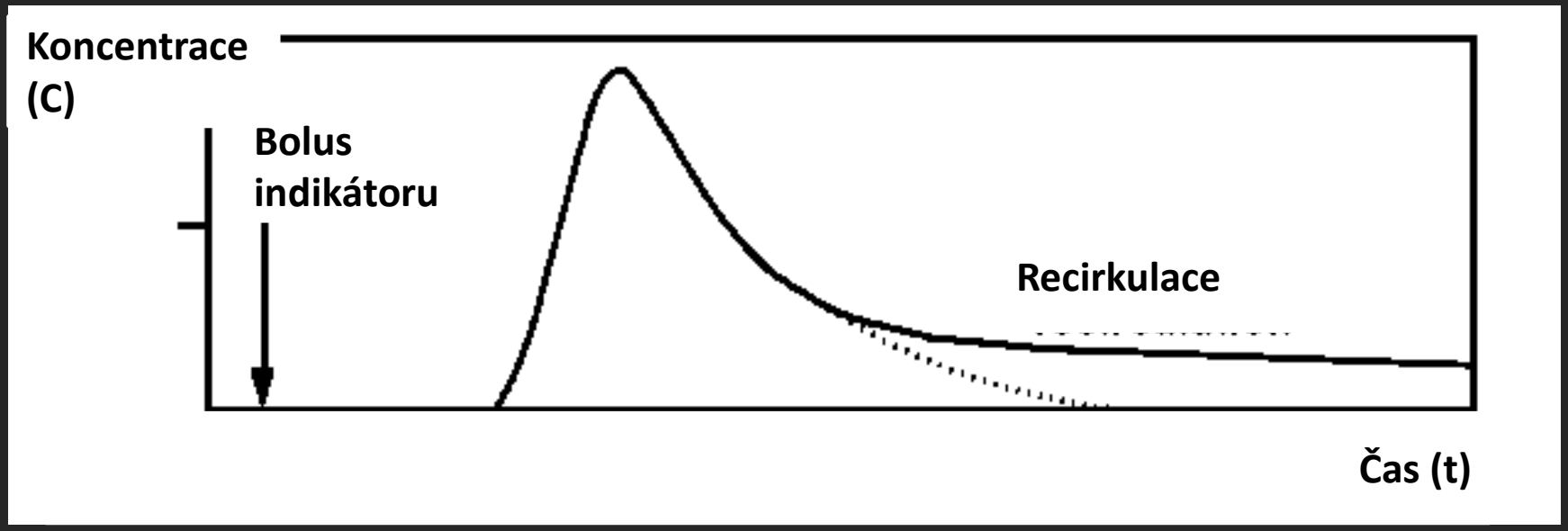


Umožňuje monitoraci

- tlaků v plicním řečišti a plnícího tlaku levého srdce
- Srdečního výdeje termodiluční metodou
- Stanovení SvO_2

PLICNICOVÝ (SWAN-GANZŮV) KATÉTR
PRINCIP DILUCE

PLICNICOVÝ (SWAN-GANZŮV) KATÉTR
PRINCIP DILUCE



ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY

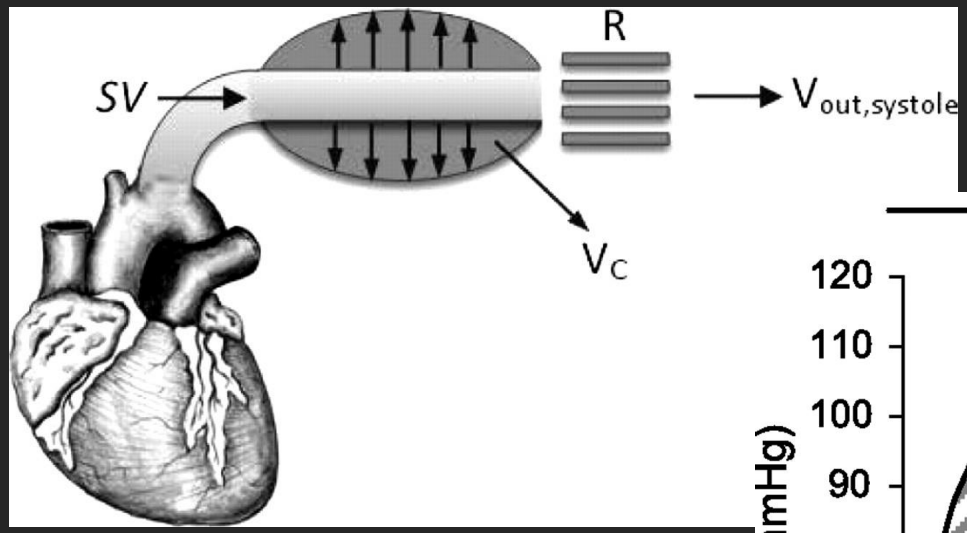
ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY

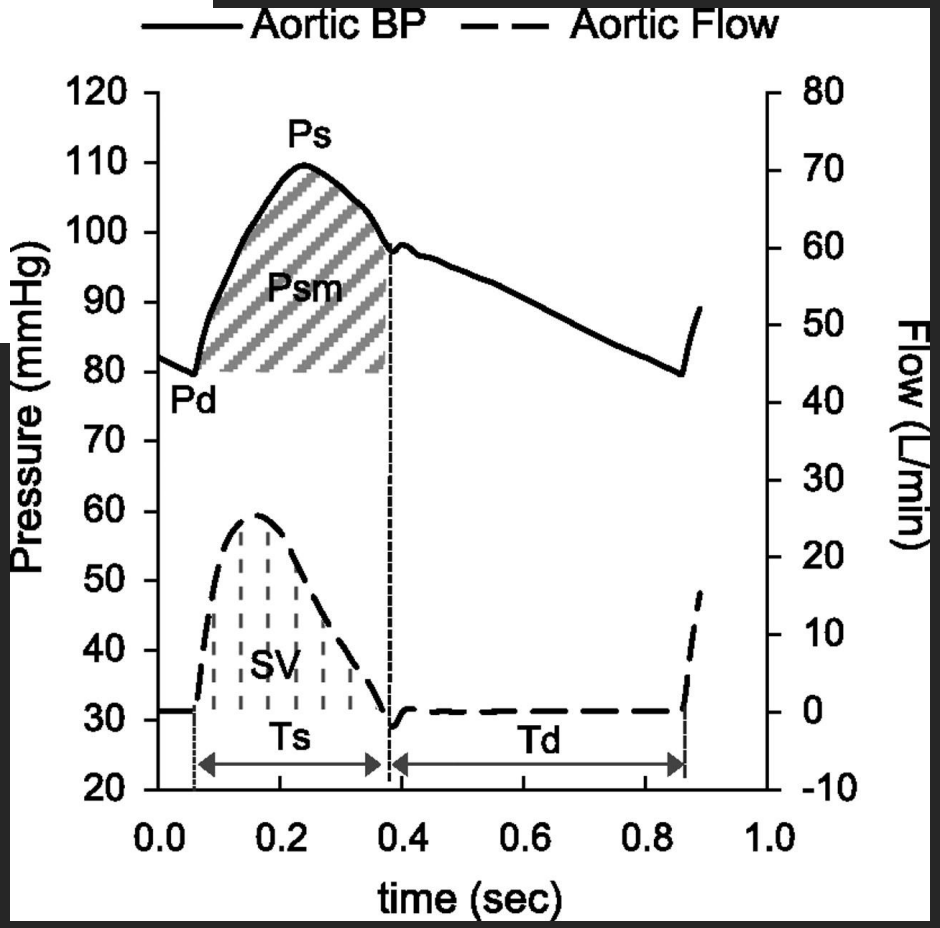
Umožňují monitoraci

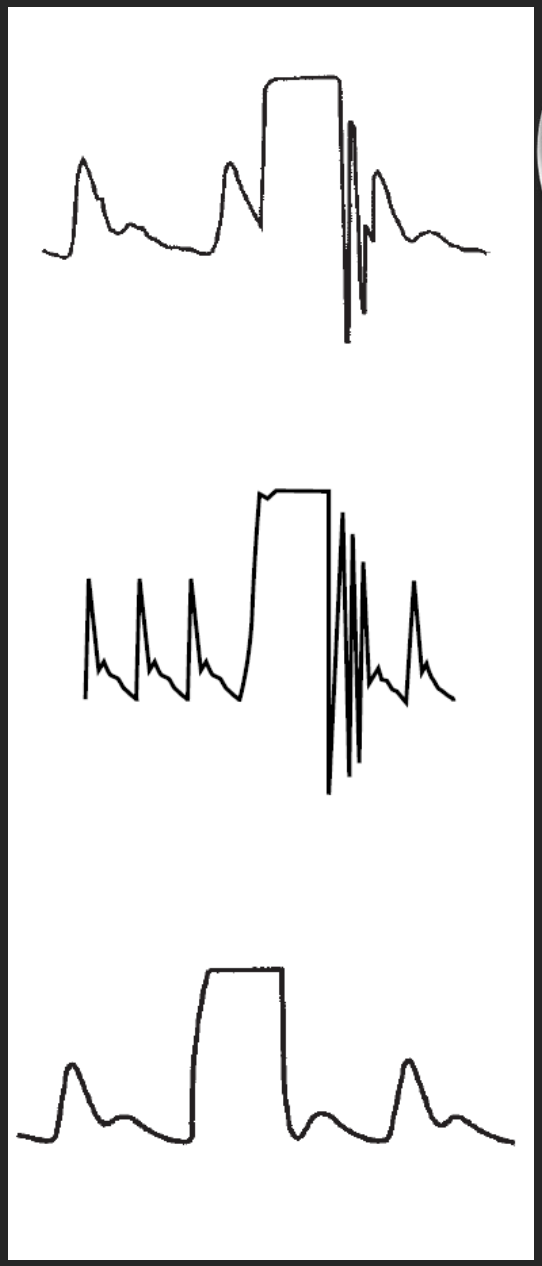
- Srdečního výdeje analýzou pulsové křivky (různé matematické modely)
- Stanovení variace tepového objemu nebo tlaků
- Řada nových parametrů charakteristiky arteriální křivky

KONTINUÁLNÍ

ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY







2

MONITORACE
JE JEN TAK PŘESNÁ
JAK KVALITNÍ
(a validní)
JE VSTUPNÍ SIGNÁL

KLIBROVANÁ ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY

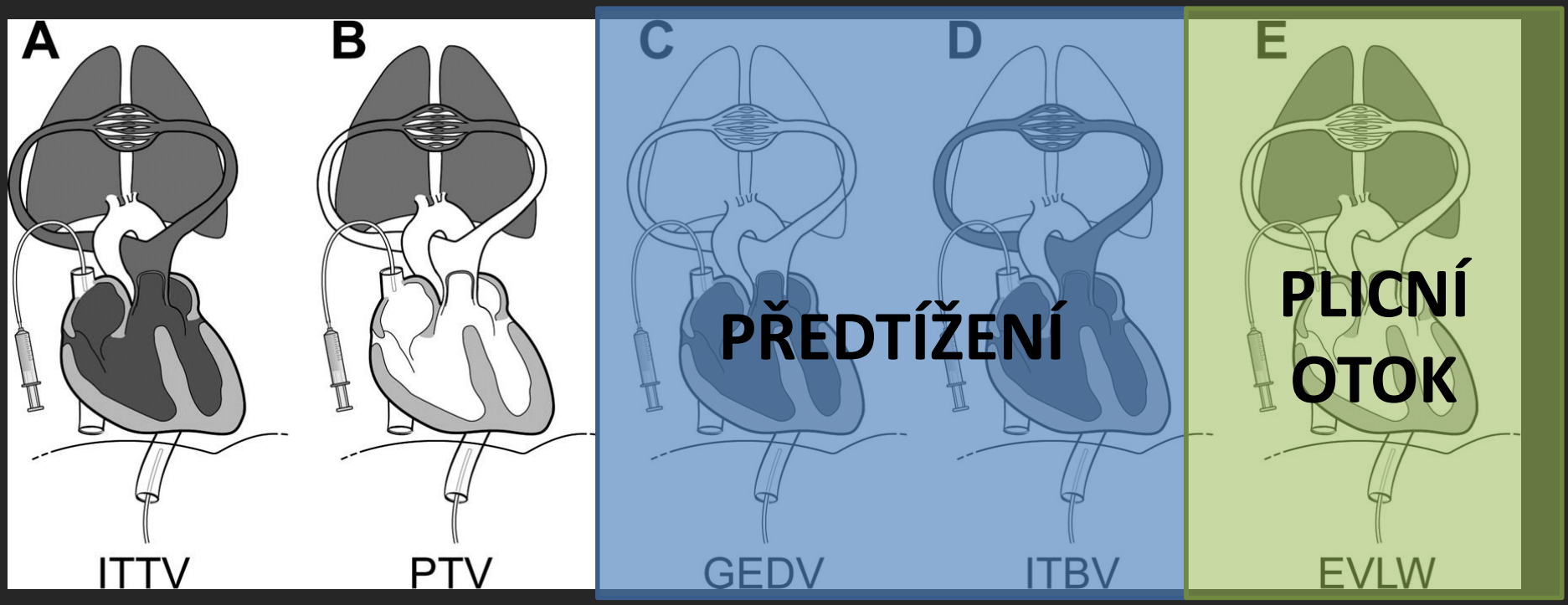
Kombinuje stanovení výdeje dilučním principem (přesné) a analýzou tepové křivky (kontinuální)

KLIBROVANÁ ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY

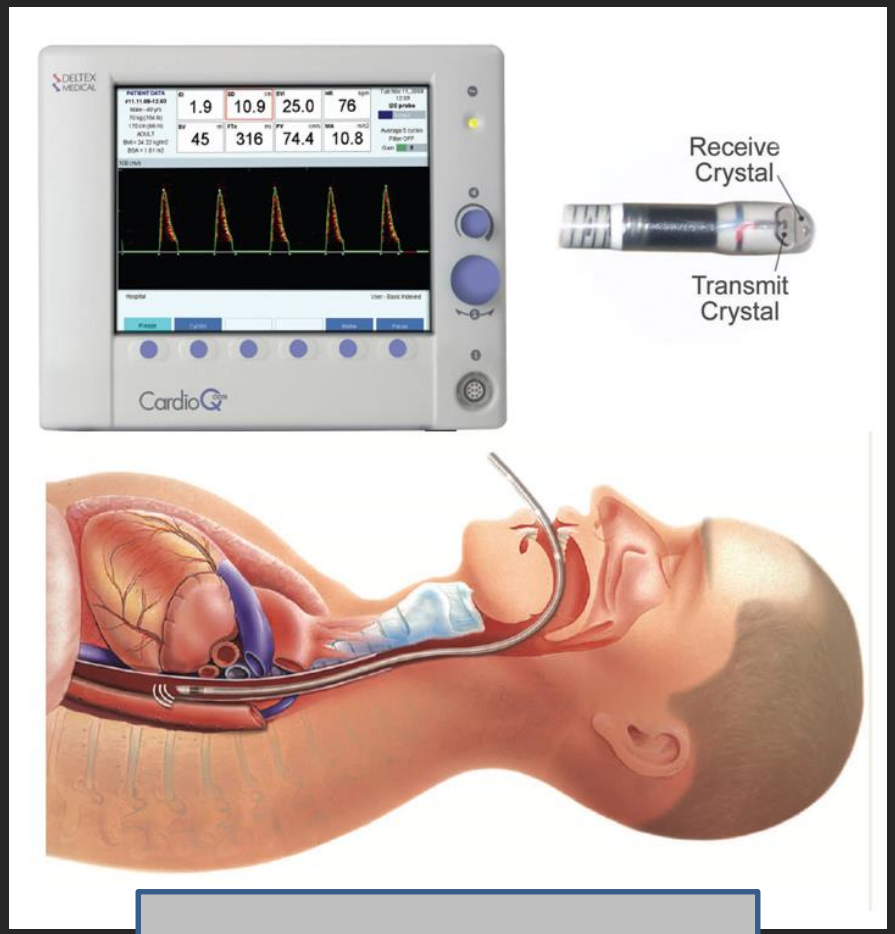
Umožňují monitoraci

- Srdečního výdeje
  diluční metodou (různé indikátory) a
  analýzou pulsové křivky (různé matematické modely)
- Stanovení variace tepového objemu nebo tlaků
- Volumetrické parametry předtížení
- Další parametry ($ScvO_2$, jaterní eliminace indikátoru atp.)

KLIBROVANÁ ANALÝZA TEPOVÉ KŘIVKY
VOLUMETRICKÉ PARAMETRY



DOPPLER



KONTINUÁLNÍ

Umožňují monitoraci

- Tepového objemu Dopplerovskou analýzou rychlosti proudění krve
- Stanovení variace průtokové rychlosti

DOTÍŽENÍ / AFTERLOAD

DOTÍŽENÍ / AFTERLOAD

SYSTÉMOVÝ CÉVNÍ ODPOR (SVR = SYSTEMIC VASCULAR REZISTANCE)

Event. SVRI – indexováná hodnota

Odpor systémového cévního řečiště proudění krve

Vztah: SVR = (MAP-CVP)/CO x 80
Jednotka: dyne-s/cm^5 (/m^2)

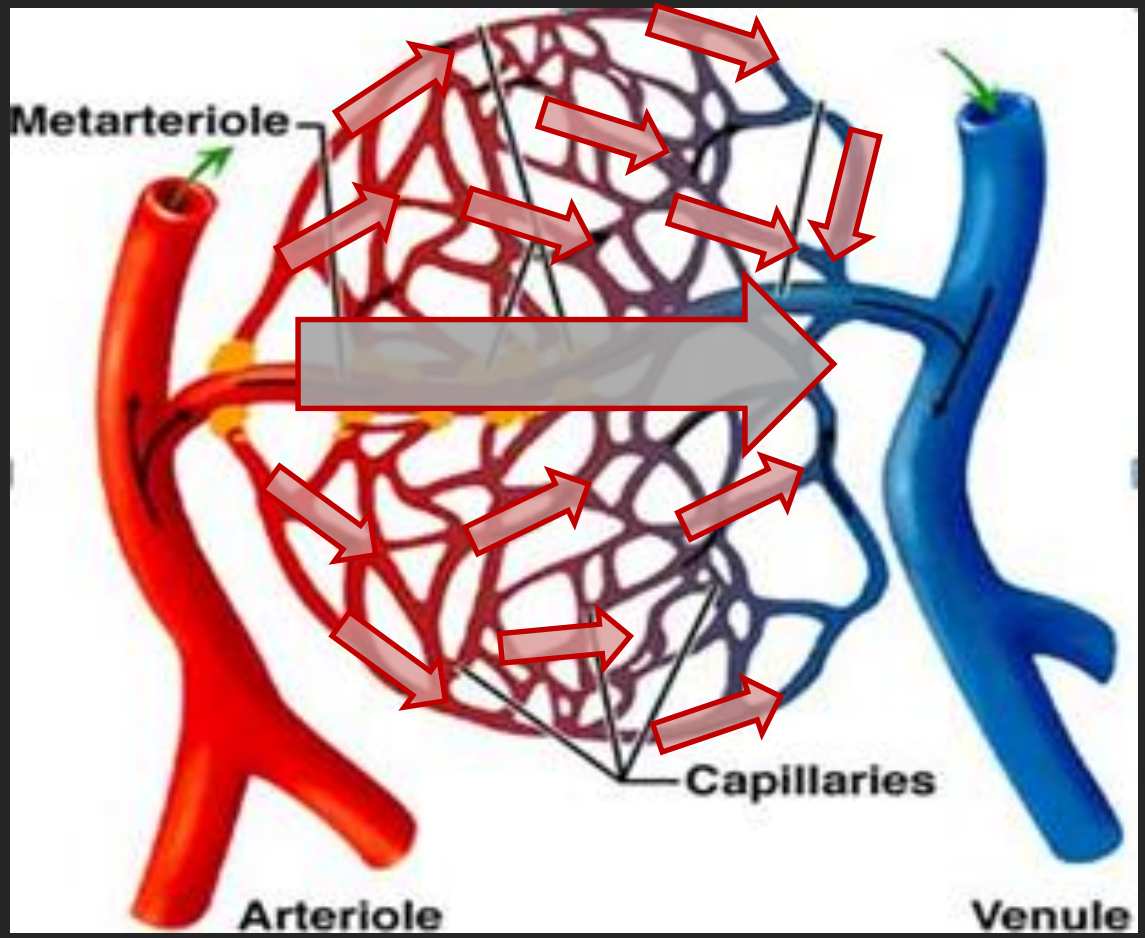
Základní parametr určující
míru afterloadu
A který je určený
mírou systémové vazikonstrikce a dilatace

Hlavní odporové cévy jsou arterioly

Norma
SVRI 1970-2390
dyne-s/cm^5 /m^2

DOTÍŽENÍ / AFTERLOAD

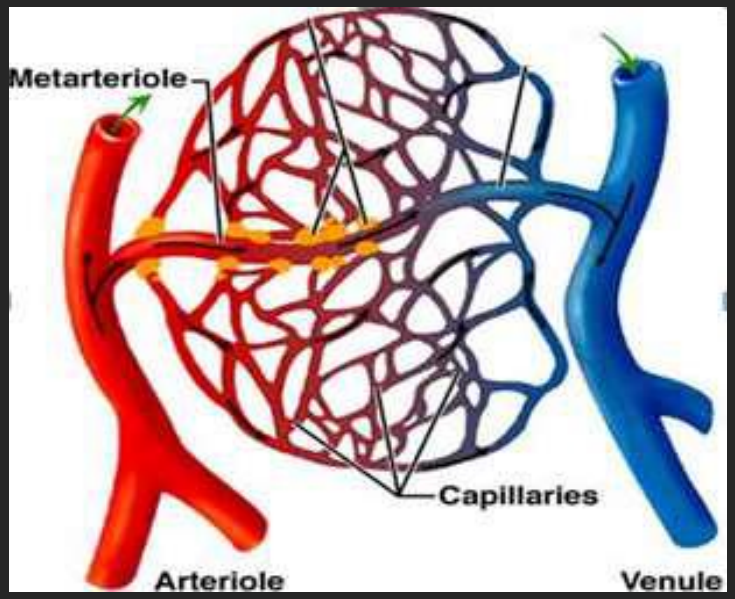
Co klade větší odpor ?



SHUNTING

AFTERLOAD

ARTERIAL TONE



VENOUS TONE

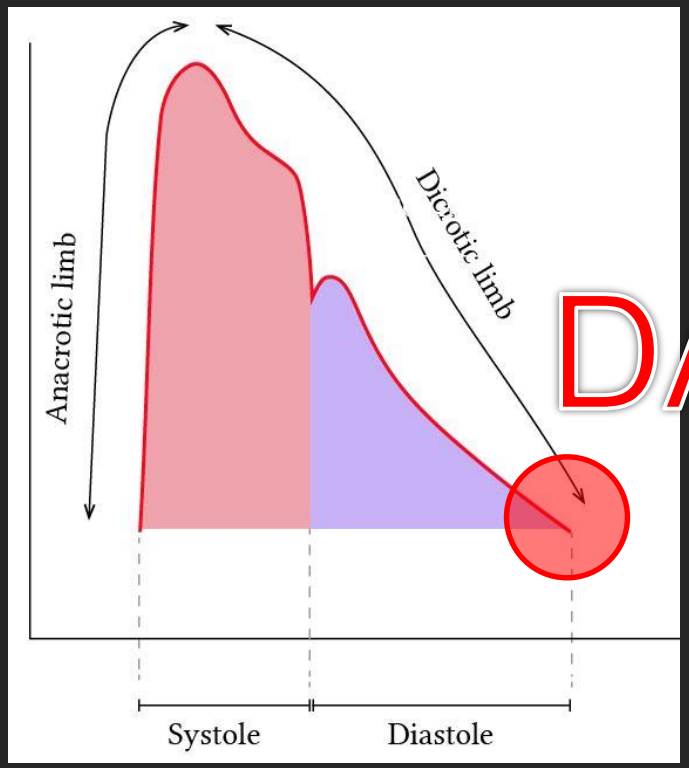
AFTERLOAD

SVRI ≈ (MAP – CVP) / CO

SHUNTING

AFTERLOAD

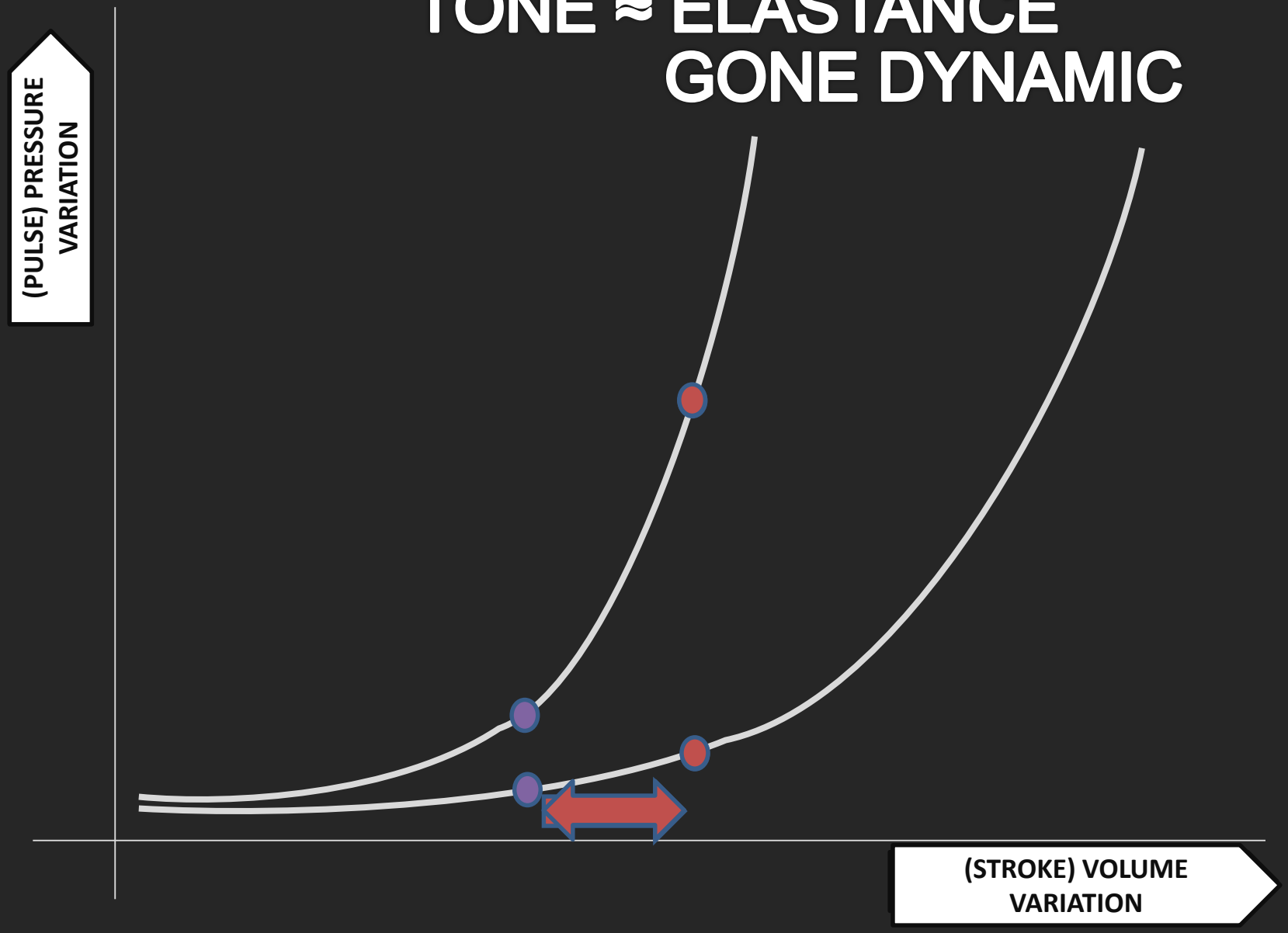
ARTERIAL TONE



DAP

SVRI ≈ (MAP – CVP) / CO

TONE ≈ ELASTANCE GONE DYNAMIC



BJA

British Journal of Anaesthesia, ■ (■): 1–7 (2018)

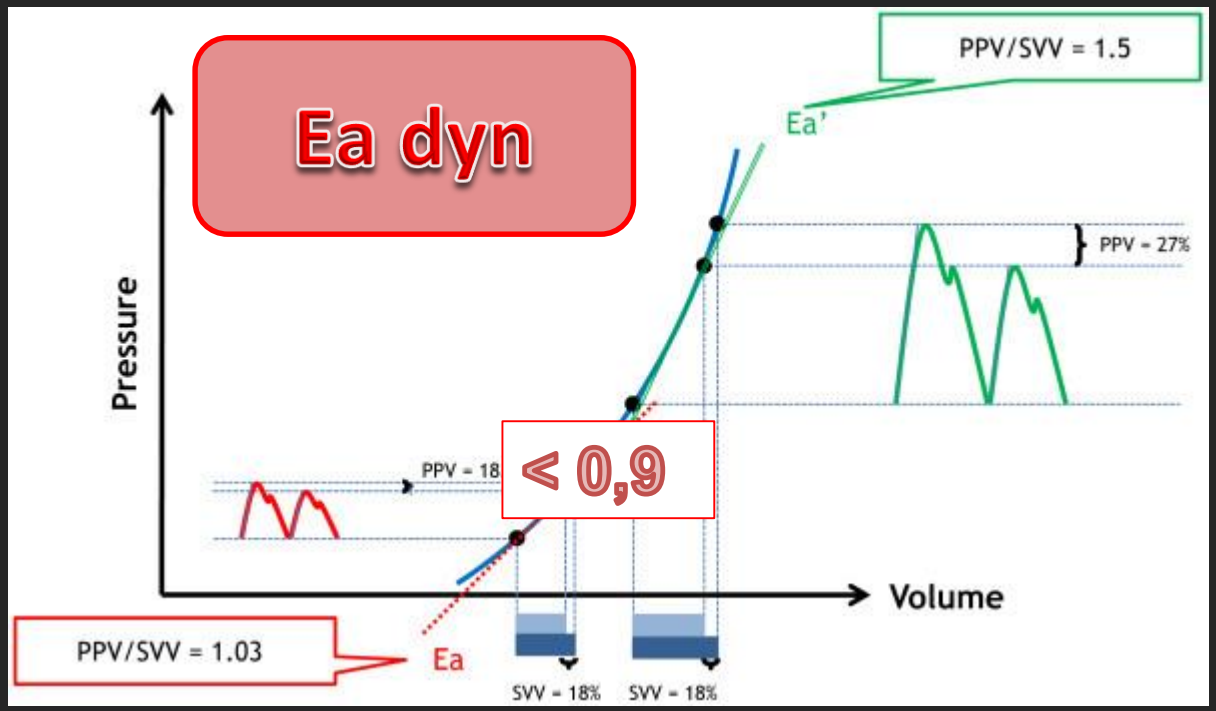
doi: 10.1016/j.bja.2018.01.032
Advance Access Publication Date: xxx
Clinical Investigation

CLINICAL INVESTIGATION

Dynamic arterial elastance measured by uncalibrated pulse contour analysis predicts arterial-pressure response to a decrease in norepinephrine

S. Bar[1,*], F. Leviel[1], O. Abou Arab[1], L. Badoux[1], Y. Mahjoub[1,2], H. Dupont[1,2], E. Lorne[1,2] and P.-G. Guinot[3]

Indications of norepinephrine treatment, *n* (%)	
Cardiac postoperative vasoplegic syndrome	14 (40)
Sepsis	14 (40)
Haemorrhage shock	5 (14)
Polytrauma	2 (6)



PŘEDTÍŽENÍ / PRELOAD

PŘEDTÍŽENÍ / PRELOAD

CENTRÁLNÍ ŽILNÍ TLAK (CVP = CENTRAL VENOUS PRESSURE)

Tlak v žilách před pravou síní =
= tlak v pravé síni =
= tlak v pravé komoře na konci diastoly

Jednotka: mmHg

Nejsnáze zjistitelný parametr určující míru předtížení (plnění srdce)

Norma	
CVP	2-6 (8) mmHg

PŘEDTÍŽENÍ / PRELOAD

TLAK V ZAKLÍNĚNÍ
(PCWP = PULMONARY CAPILLARY WEDGE PRESSURE)

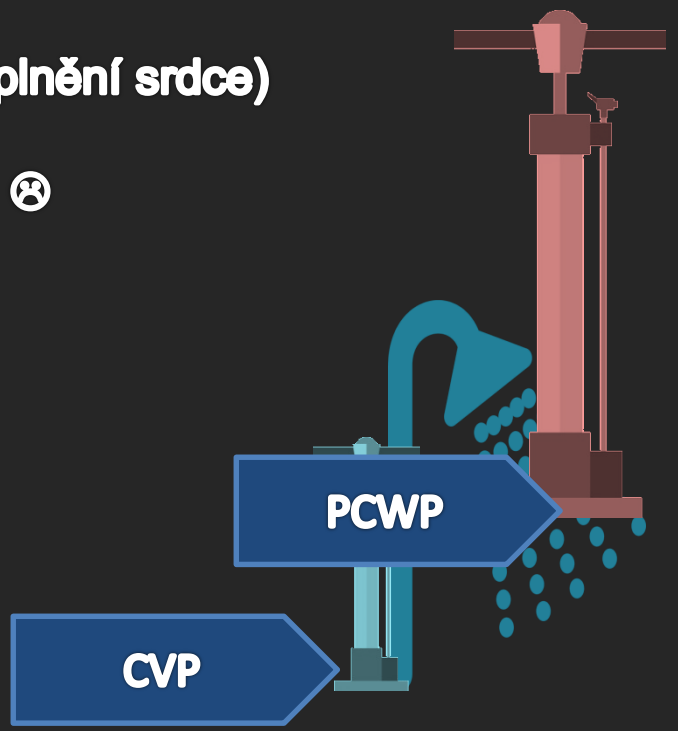
Prekapilární tlak v plicním řečišti po „ucpání“ balonkem =
= tlak v žilním systému plicního řečiště =
= tlak v levé síni =
= tlak v levé komoře na konci diastoly

Jednotka: mmHg

Parametr určující
míru předtížení levého srdce (plnění srdce)

Nutné zavedení plicnicového katétru … ☹

Norma	
PCWP	8-15 mmHg

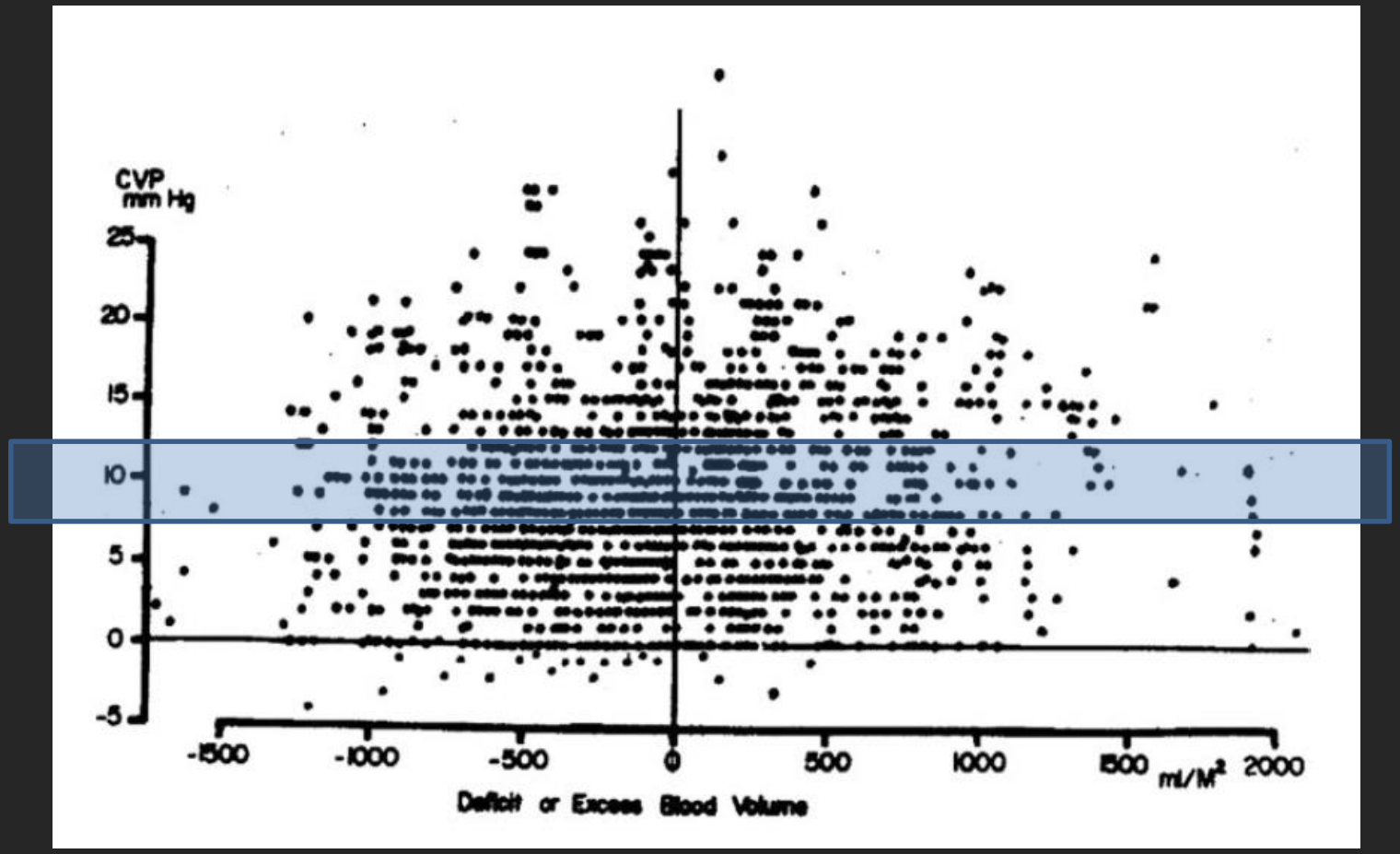


Does Central Venous Pressure Predict Fluid Responsiveness?*

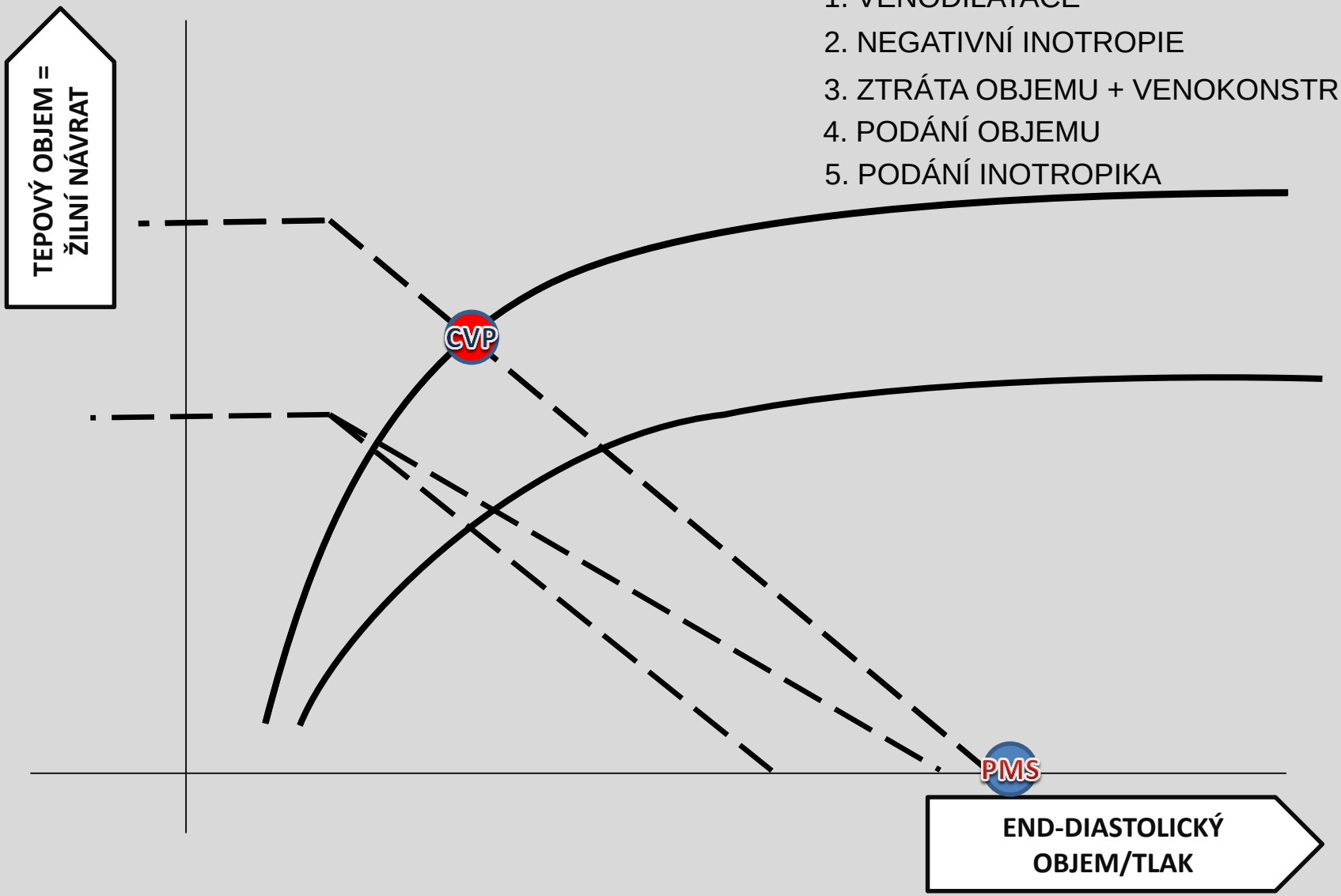
A Systematic Review of the Literature and the Tale of Seven Mares

(CHEST 2008; 134:172–178)

Paul E. Marik, MD, FCCP; Michael Baram, MD, FCCP; and Bobbak Vahid, MD



ZMĚNY CVP



1. VENODILATACE
2. NEGATIVNÍ INOTROPIE
3. ZTRÁTA OBJEMU + VENOKONSTRIKCE
4. PODÁNÍ OBJEMU
5. PODÁNÍ INOTROPIKA

PŘEDTÍŽENÍ / PRELOAD

FUNKČNÍ TESTY

SVV

Variace tlaku
SPV
PPV
dDown

Variace Dopplerova signálu
ΔABF
VTI

Plethysmografické variace
PVI
ΔPOP

Marik *et al. Annals of Intensive Care* 2011, **1**:1
http://www.annalsofintensivecare.com/content/1/1/1

Annals of Intensive Care
a SpringerOpen Journal

REVIEW Open Access

Hemodynamic parameters to guide fluid therapy

Paul E Marik[1*], Xavier Monnet[2], Jean-Louis Teboul[2]

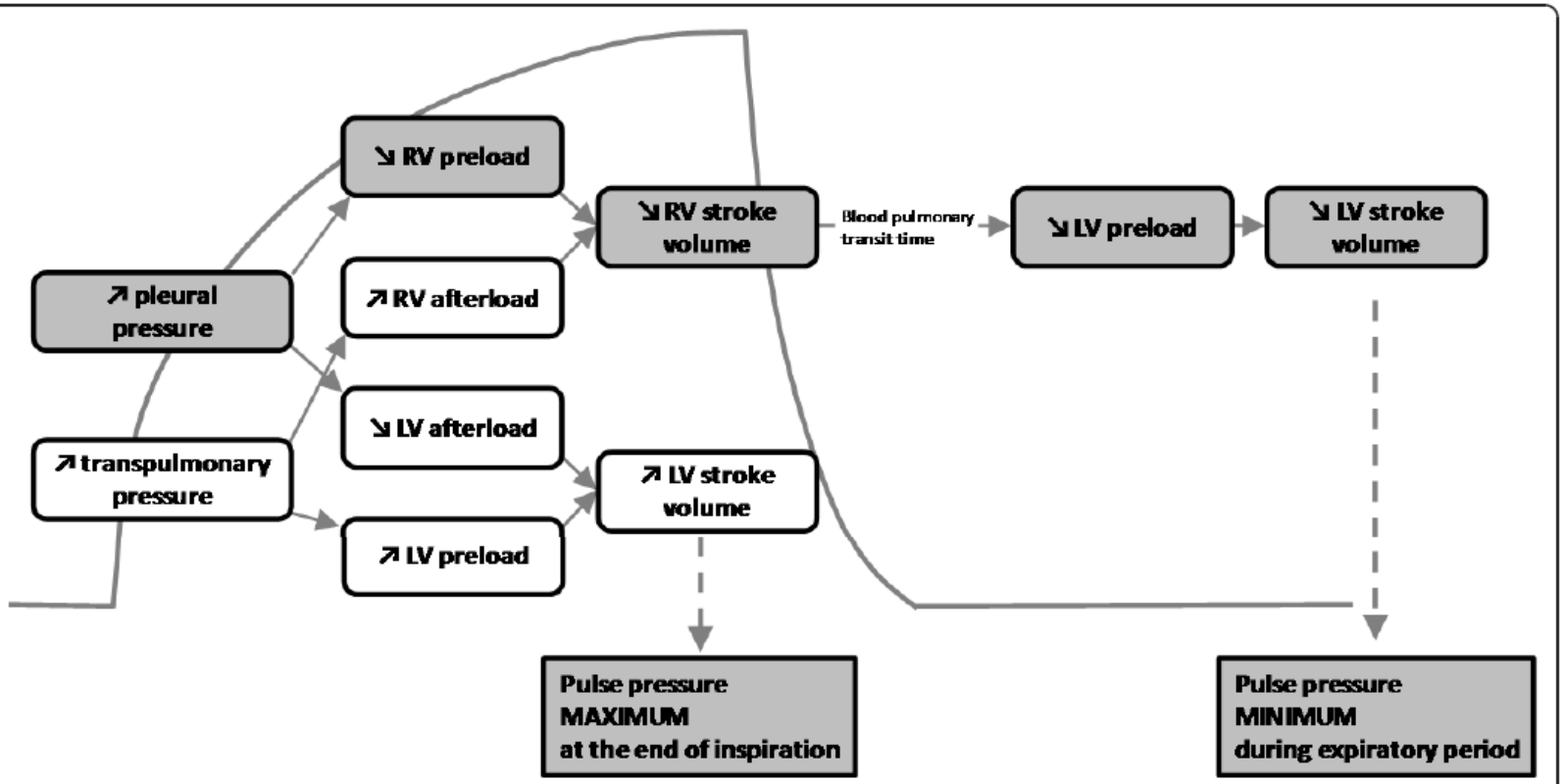
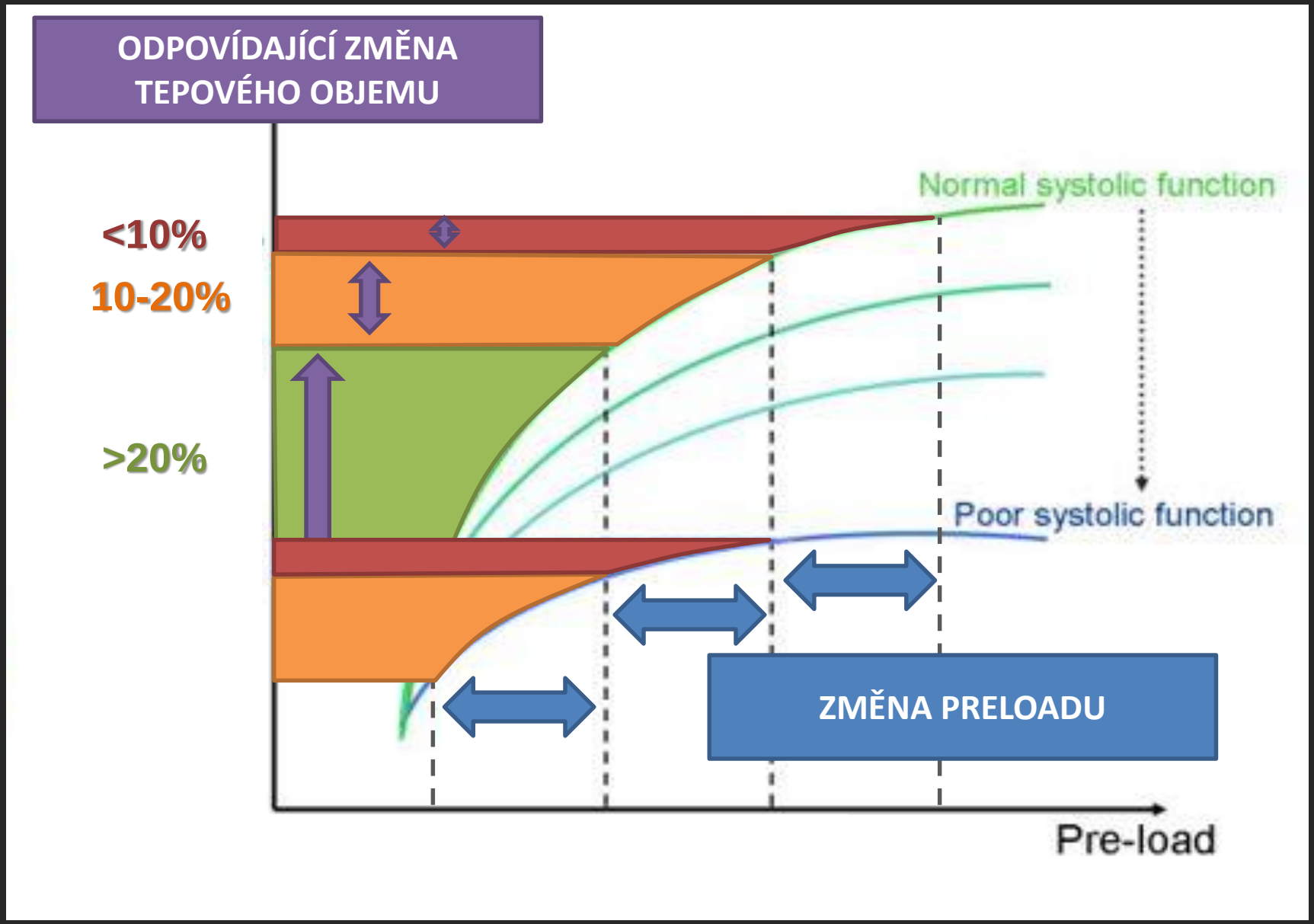


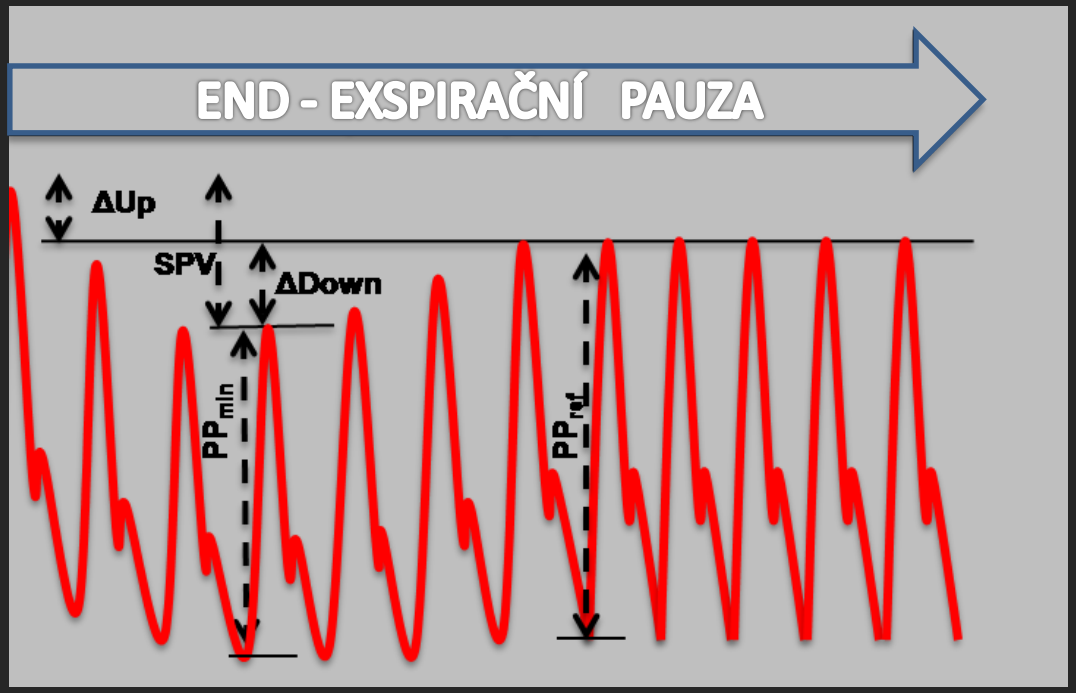
Figure 2 Heart-lung interactions. Hemodynamic effects of mechanical ventilation. The cyclic changes in left ventricular (LV) stroke volume are mainly related to the expiratory decrease in LV preload due to the inspiratory decrease in right ventricular (RV) filling. Reproduced with permission from Critical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

FUNKČNÍ TESTY – FRANK STARLINGOVA KŘIVKA

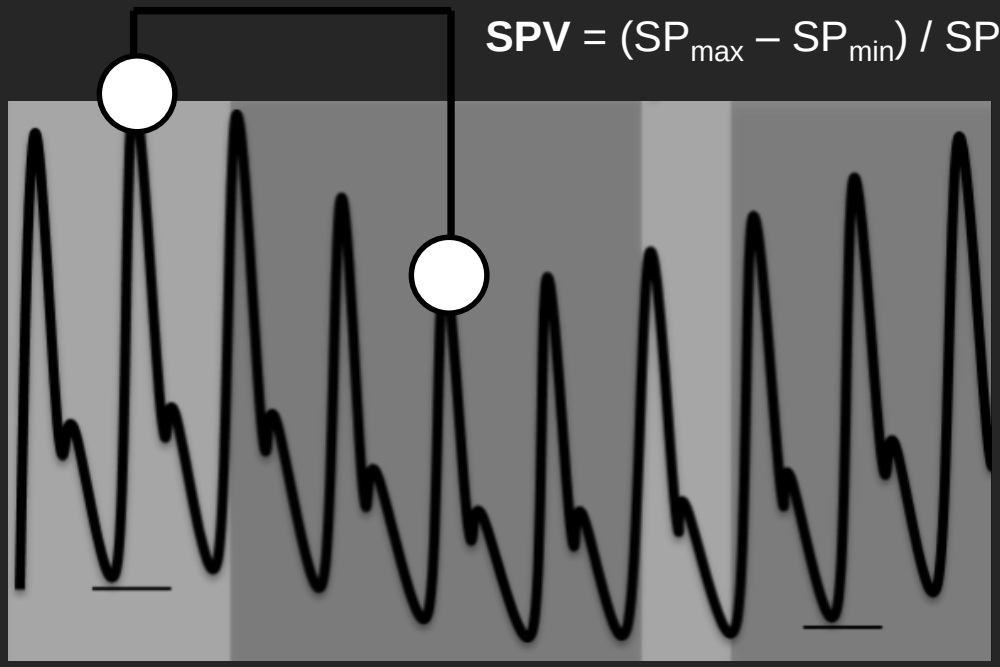
PŘEDTÍŽENÍ / PRELOAD



Zkratka	Název	Zóna cut off	Automatické hodnocení
SVV	Variace tepového objemu	9-12%	Nutné
PPV	Variace pulzního tlaku	9-13%	Možné
SPV	Variace systolického tlaku	10-13%	Ne
ΔDown	Pokles STK oproti end-exspiriu	5 mmHg	Ne
PVI	Variace pletysmografického signálu	9,5-15%	Možné
----	variace VTI/ABF		Ne



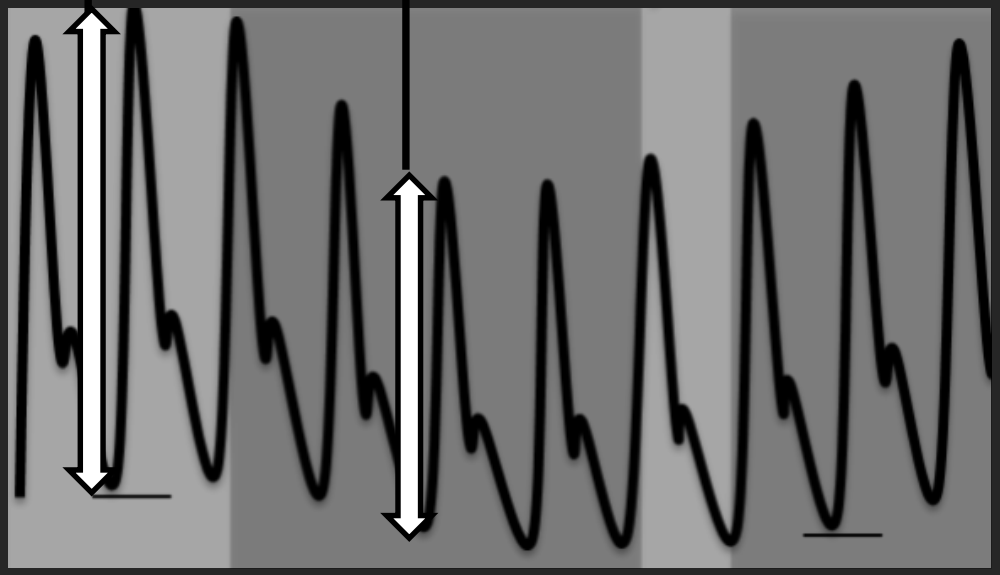
Zkratka	Název	Zóna cut off	Automatické hodnocení
ΔDown	Pokles STK oproti end-exspiriu	5 mmHg	Ne



$$\mathbf{SPV} = (SP_{max} - SP_{min}) / SP_{mean}$$

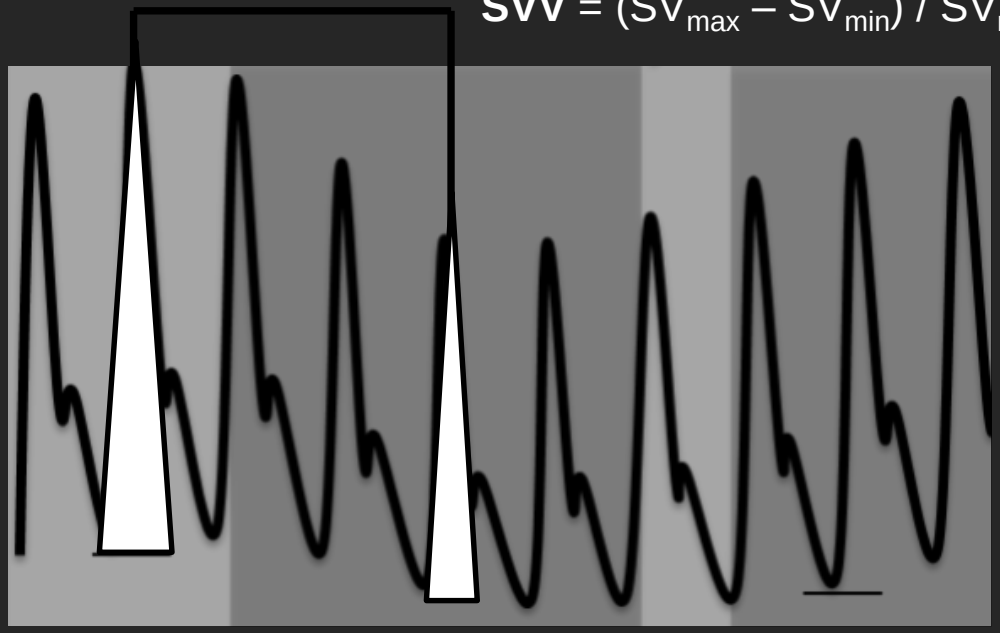
Zkratka	Název	Zóna cut off	Automatické hodnocení
SPV	Variace systolického tlaku	10-13%	Ne
----	variace Vmax (Doppler)		Ne

$$\mathbf{PPV} = (PP_{max} - PP_{min}) / PP_{mean}$$



Zkratka	Název	Zóna cut off	Automatické hodnocení
PPV	Variace pulzního tlaku	9-13%	Možné
PVI	Variace pletysmografického signálu	9,5-15%	Možné

$$\mathbf{SVV} = (SV_{max} - SV_{min}) / SV_{mean}$$



Zkratka	Název	Zóna cut off	Automatické hodnocení
SVV	Variace tepového objemu	9-12%	Nutné
----	variace VTI/ABF		Ne

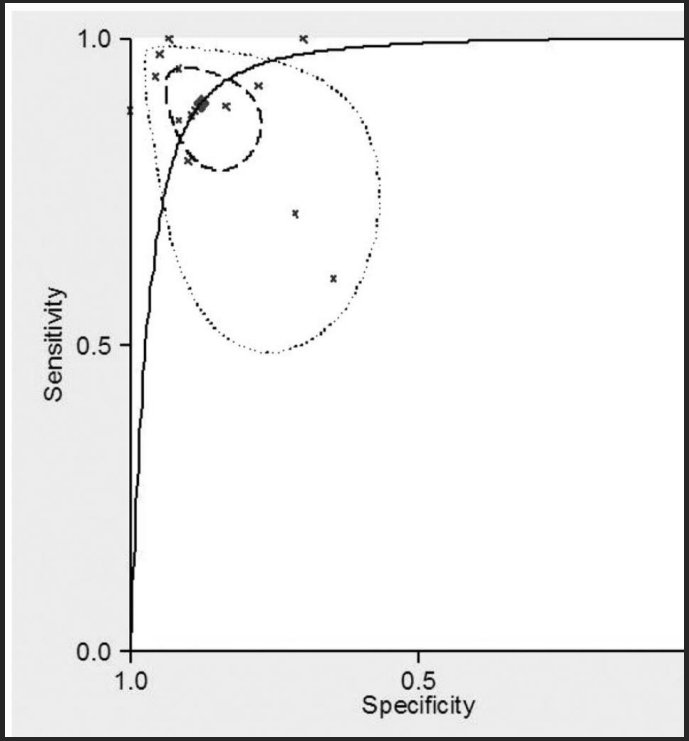
Review Article

Crit Care Med 2009 Vol. 37, No. 9

Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: A systematic review of the literature*

Paul E. Marik, MD, FCCM; Rodrigo Cavallazzi, MD; Tajender Vasu, MD; Amyn Hirani, MD

29 studies = 685 patients
AUC (PPV) = 0,94 (0,92-0,96) …12,5%
AUC (SVV) = 0,84 (0,81-0,87) … 11,6%



J Anesth (2011) 25:904–916
DOI 10.1007/s00540-011-1217-1

REVIEW ARTICLE

Accuracy of stroke volume variation in predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis

Zhongheng Zhang · Baolong Lu · Xiaoyan Sheng · Ni Jin

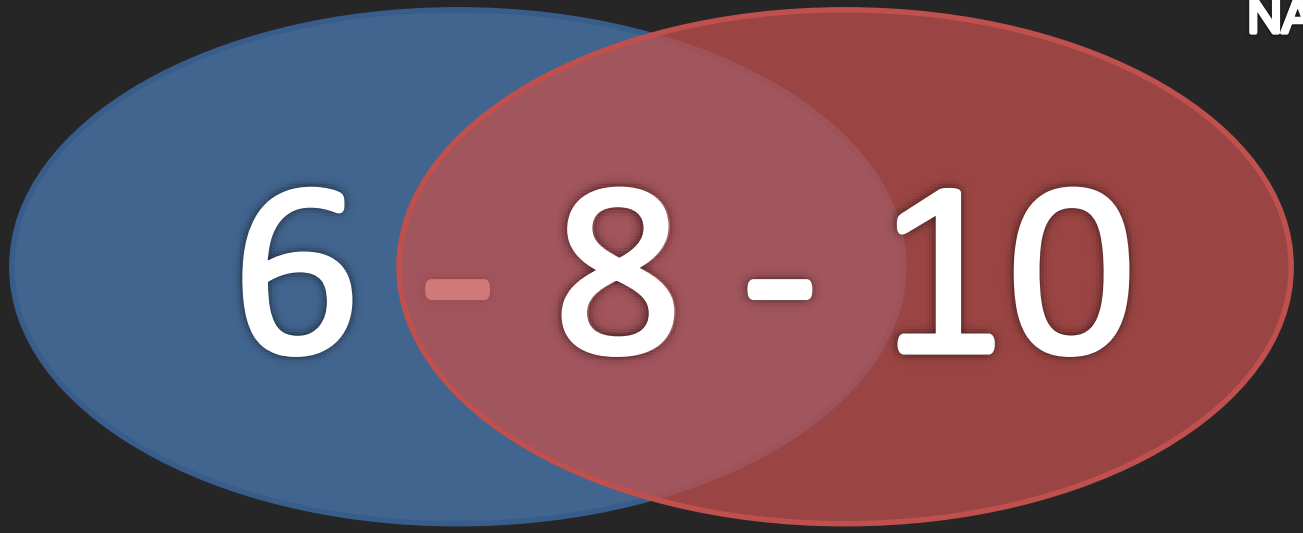
23 studies – 568 patients
AUC (all) = 0,93 (0,91-0,95)

Setting [no. of studies (data sets)]	Sensitivity (95% CI)	Specificity (95% CI)	DOR (95% CI)	AUC-ROC (95% CI)[a]
Across all settings (12 [15])	0.81 (0.77–0.85)	0.80 (0.70–0.88)	18.4 (9.52–35.5)	0.93 (0.907–0.945)
In OR under general anesthesia (8 [10])	0.80 (0.75–0.84)	0.78 (0.61–0.89)	14.1 (5.84–34.3)	0.94 (0.92–0.96)
In ICU (4 [5])	0.86 (0.78–0.92)	0.84 (0.74–0.91)	28.3 (12.3–65.1)	0.85 (0.79–0.91)
Patients ventilated with TV > 8 ml/kg (10 [13])	0.81 (0.77–0.85)	0.80 (0.68–0.89)	17.5 (8.44–36.5)	0.85 (0.82–0.88)
Hemodynamic monitoring with PiCCO system (6 [6])	0.80 (0.72–0.85)	0.84 (0.75–0.91)	21.0 (10.7–41.5)	0.85 (0.81–0.89)
Hemodynamic monitoring with Vigileo system (7 [9])	0.85 (0.78–0.90)	0.78 (0.58–0.91)	20.8 (6.09–71.2)	0.96 (0.94–0.98)

	False positive	False negative
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	✓	✓

PROTEKTIVNÍ VENTILACE

PREDIKCE ODPOVĚDI NA TEKUTINU



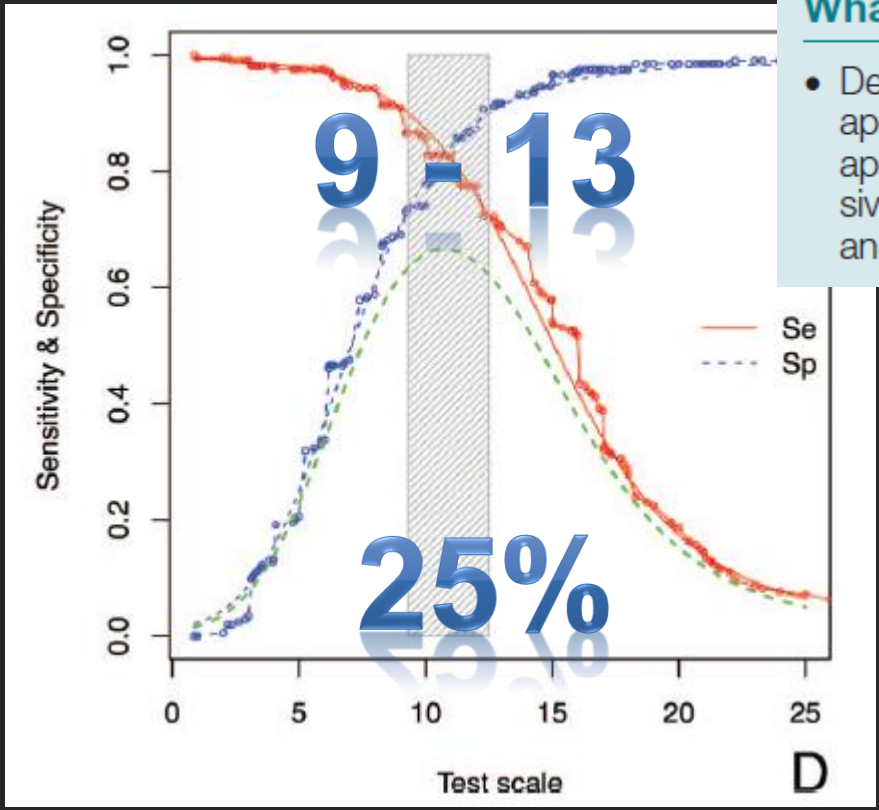
VENTILACE S UŽITÍM
8 ml/kg IDEÁLNÍ HMOTNOSTI
UMOŽNÍ JAK **PROTEKTIVNÍ VENTILACI** TAK
PŘEDPOVĚĎ **FLUID RESPONSIVENESS**

Stroke Volume Variation (SVV) Facts

Assessing the Diagnostic Accuracy of Pulse Pressure Variations for the Prediction of Fluid Responsiveness

A "Gray Zone" Approach

Maxime Cannesson, M.D., Ph.D.,* Yannick Le Manach, M.D., Ph.D.,† Christoph K. Hofer, M.D.,‡ Jean Pierre Goarin, M.D.,§ Jean-Jacques Lehot, M.D., Ph.D.,‖ Benoît Vallet, M.D., Ph.D.,# Benoît Tavernier, M.D., Ph.D.#



What This Article Tells Us That Is New

- Despite a strong predictive value, the gray zone approach applied to pulse pressure variation may be inconclusive in approximately 25% of patients for prediction of fluid responsiveness in mechanically ventilated patients during general anesthesia

~~THE DREADED~~

"GRAY ZONE."[5]

VYSOKÁ SENSITIVITA

-

NÍZKÉ RIZIKO PŘEHLÉDNUTÍ RESPONZIVNÍHO NEMOCNÉHO

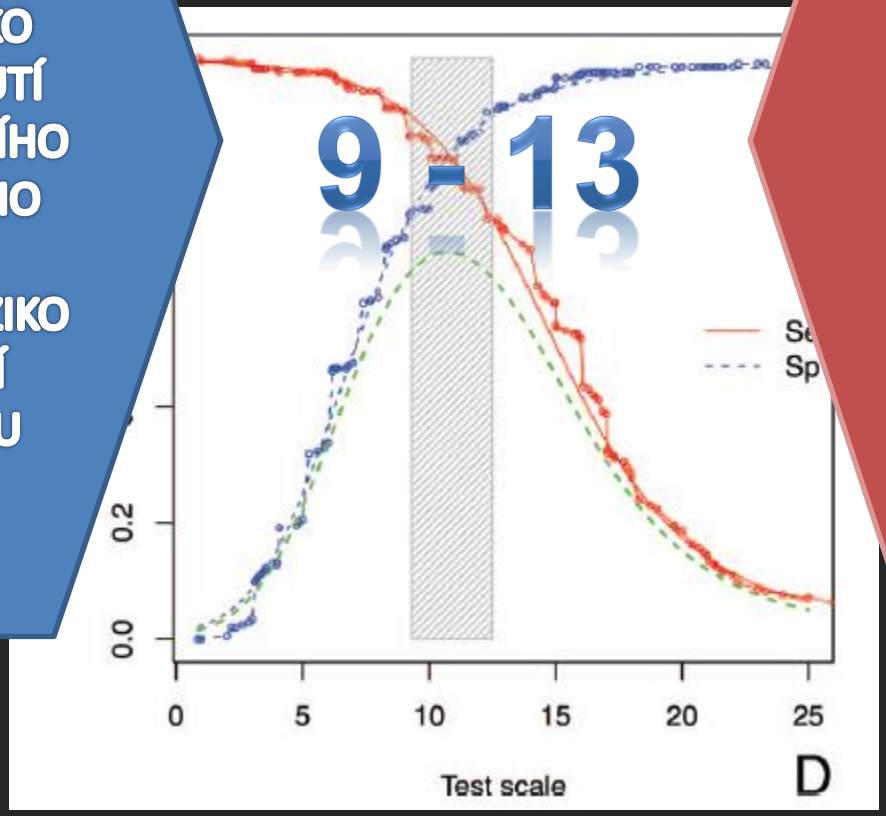
– VYSOKÉ RIZIKO PŘETÍŽENÍ TEKUTINOU

VYSOKÁ SPECIFICITA

-

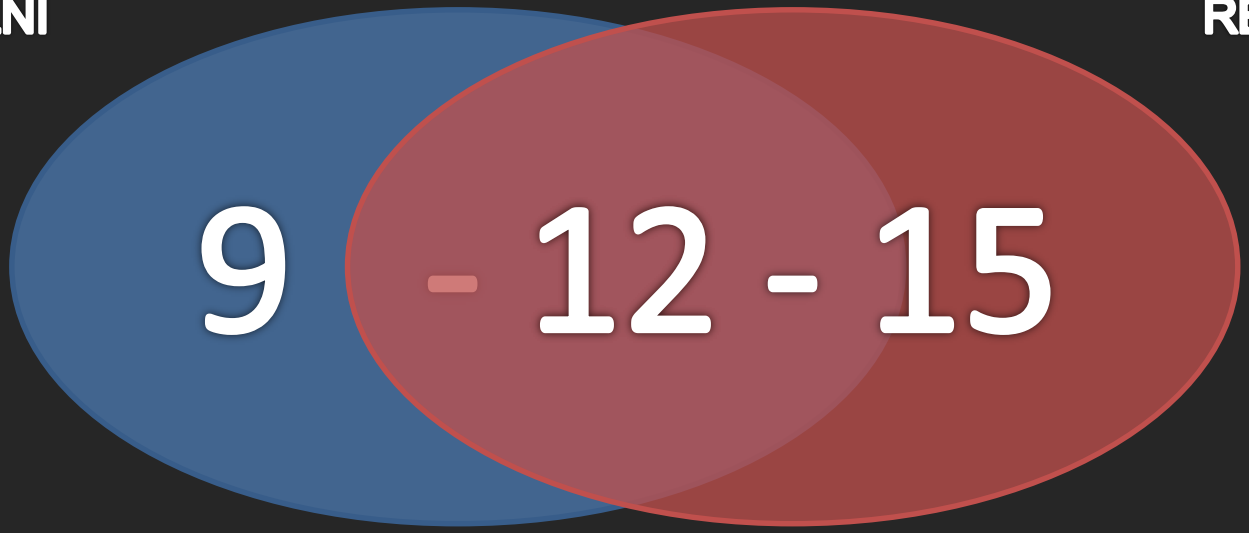
RIZIKO PŘEHLÉDNUTÍ RESPONZIVNÍHO NEMOCNÉHO

– NÍZKÉ RIZIKO PŘETÍŽENÍ TEKUTINOU



VELMI SENSITIVNÍ
LIBERÁLNÍ

VÍCE SPECIFICKÉ
RESTRIKTIVNÍ



ODLIŠNÉ PRAHY ŠEDÉ ZÓNY
MOHOU NAPOMOCI K INDIVIDUALIZACI
LÉČEBNÝCH CÍLŮ

Proč nám v těle proudí krev?

- *Slouží jako hlavní transportní služba v organismu…*

DODÁVKA KYSLÍKU
(DO_2 = OXYGEN DELIVERY)

Event. Index dodávky kyslíku : DO_2I

Množství kyslíku dodané do celého organismu za minutu

Jednotka: ml/min (event. ml/min/m^2)

Kalkulace: $CO \times (SaO_2 \times Hb \times 1{,}36 + 0{,}03 \times PaO_2)$

Zjednodušeně: $DO_2 \approx CO \times Hb \times SaO_2$

Norma
DO_2I 500-600 ml/min/m^2

SPOTŘEBA KYSLÍKU
(VO_2 = OXYGEN CONSUMPTION)

Event. Index dodávky kyslíku : VO_2I

Množství kyslíku spotřebované celým organismem za minutu

Jednotka: ml/min (event. ml/min/m^2)

Kalkulace: $CO \times (SaO_2 \times Hb \times 1{,}36 + 0{,}03 \times PaO_2) -$
$- CO \times (SvO_2 \times Hb \times 1{,}36 + 0{,}03 \times PvO_2)$

Zjednodušeně: $VO_2 \approx CO \times Hb \times (SaO_2 - SvO_2)$

KYSLÍKOVÝ METABOLISMUS

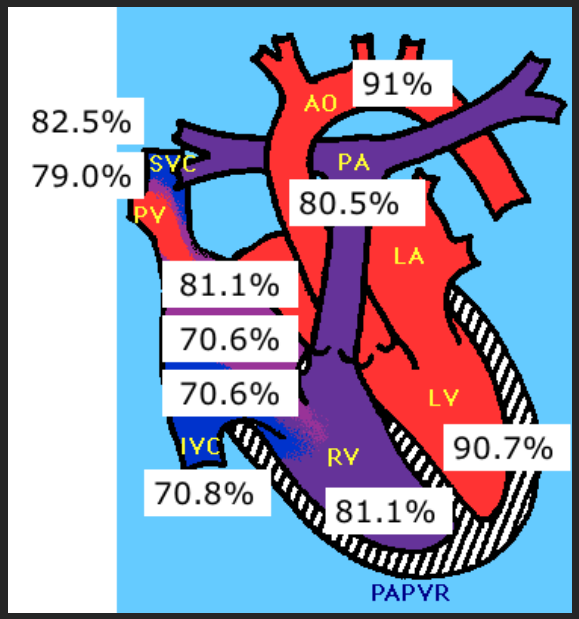
EXTRAKCE KYSLÍKU (O_2ER)
VENOZNÍ SATURACE ($ScvO_2/SvO_2$)

Míra toho, kolik z dodaného kyslíku se spotřebuje/zůstane.

Zjednodušeně: VO_2 / DO_2

Norma
$ScvO_2$ 65-80 %

= ZŮSTATEK NA ÚČTU



KYSLÍKOVÝ METABOLISMUS

Zvýší se spotřeba kyslíku když dobíháte ~~tramvaj~~ ŠALINU?

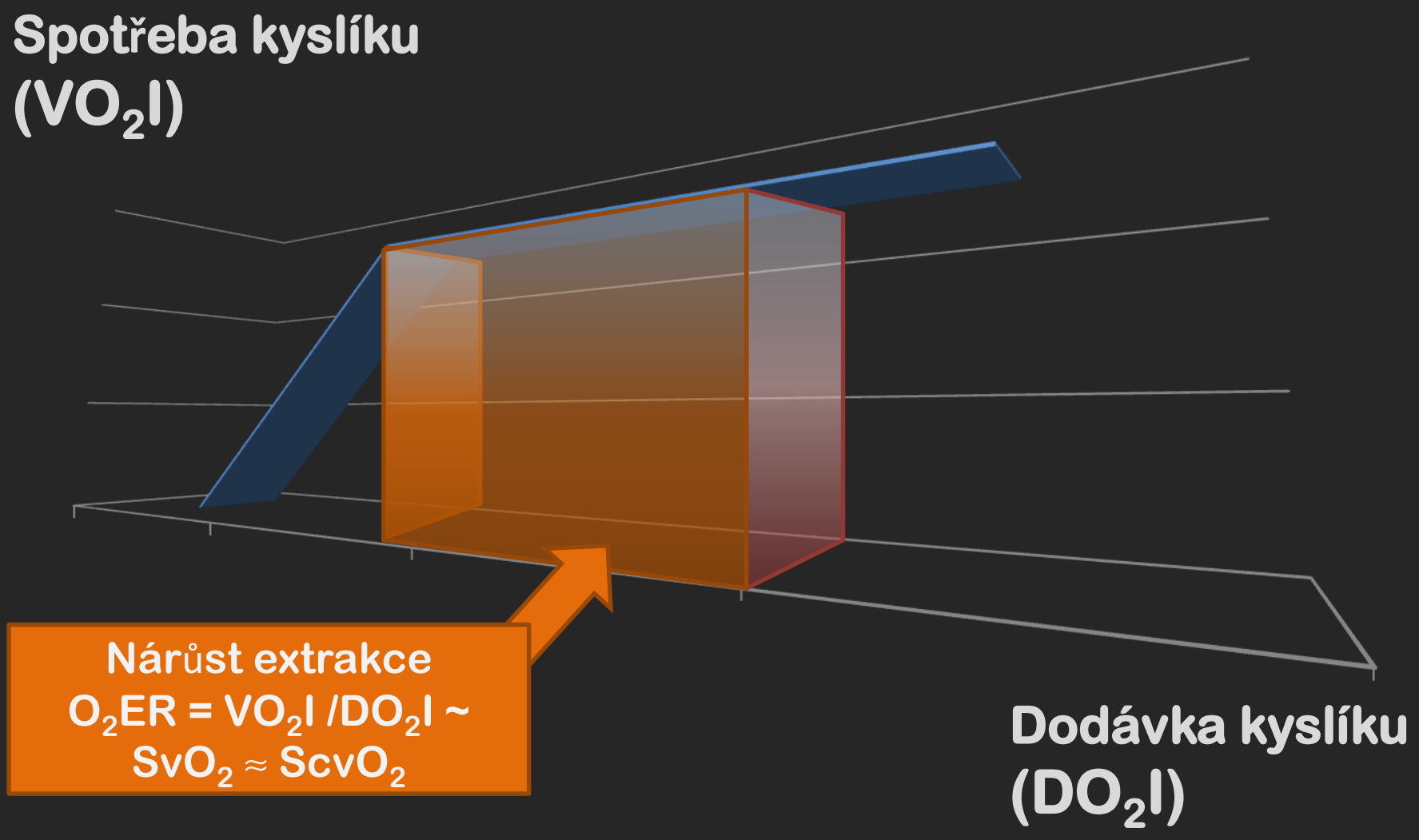
Jaké má tělo možnosti zvýšit dodávku O_2 když dobíháte ŠALINU?

$$DO_2 \approx CO \times Hb \times SaO_2$$

$$CO = SF \times SV$$

$$SV = EF \times EDV$$

$$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$$


Spotřeba kyslíku
(VO_2I)
Nárůst extrakce
$O_2ER = VO_2I / DO_2I \sim$
$SvO_2 \approx ScvO_2$
Dodávka kyslíku
(DO_2I)

A když nestačí dodávka a Vy stále dobíháte ŠALINU?

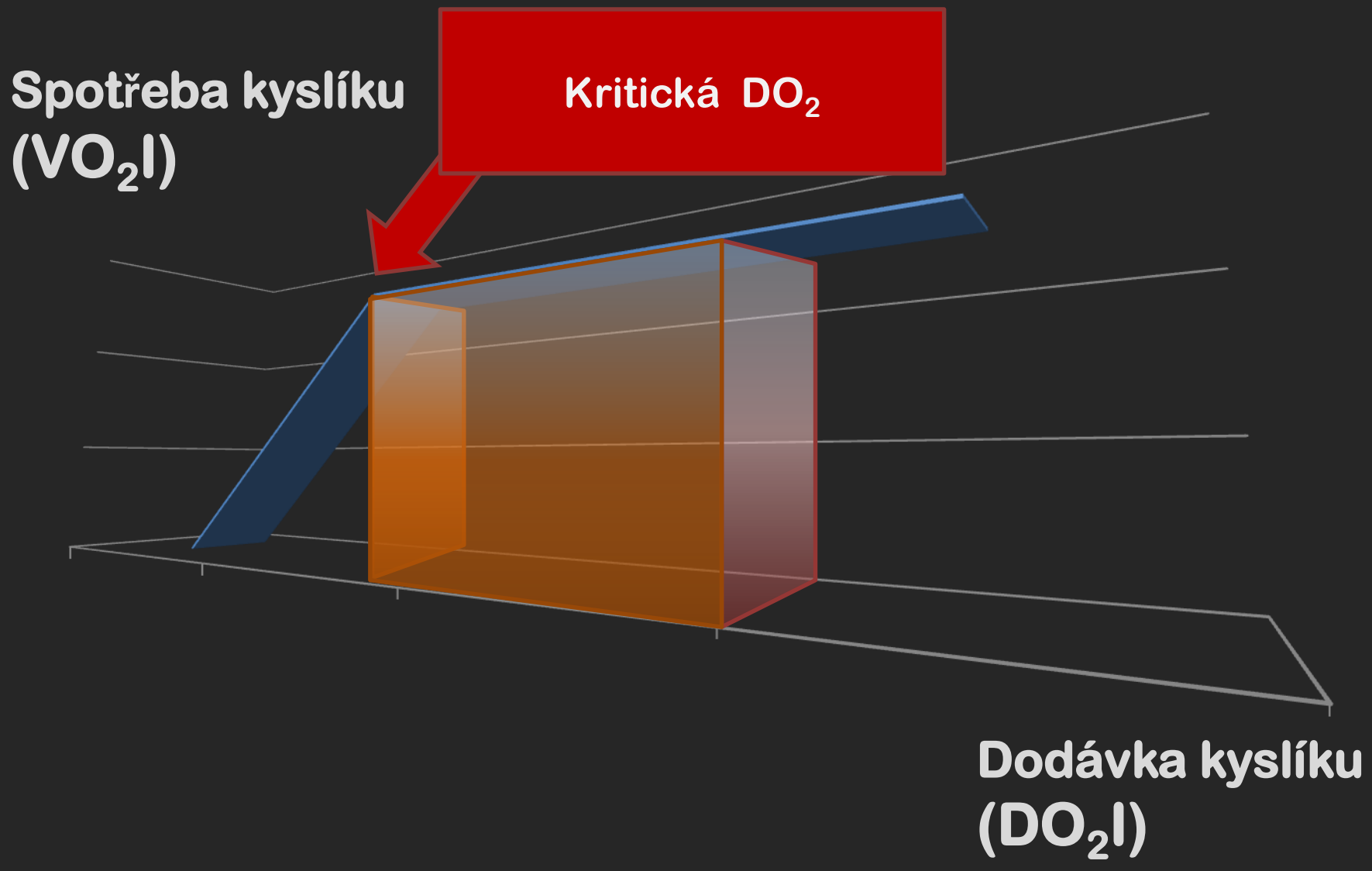
$DO_2 \approx CO \times Hb \times SaO_2$

$CO = SF \times SV$

$SV = EF \times EDV$

$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$

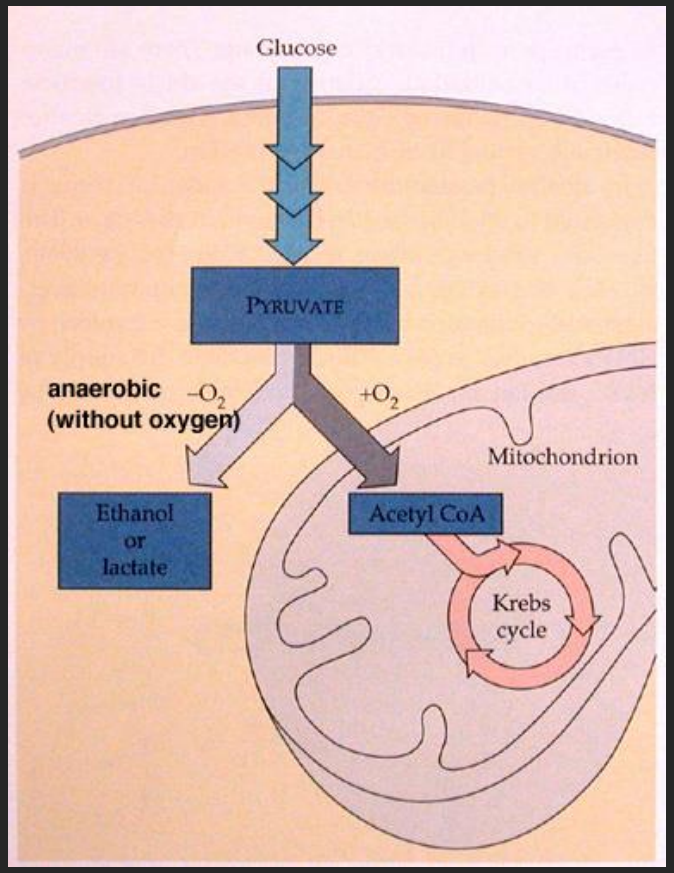
Zvětšení extrakce


Spotřeba kyslíku
(VO2I)
Kritická DO2
Dodávka kyslíku
(DO2I)

LAKTÁT

Laktát vzniká v důsledku anaerobní glykolýzy
Marker dostatečnosti dodávky kyslíku do tkání

Norma do 2 mmol/l



Když dobíháte ŠALINU…

$DO_2 \approx CO \times Hb \times SaO_2$

$CO = SF \times SV$

$SV = EF \times EDV$

$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$

Zvětšení extrakce

Produkce laktátu

KYSLÍKOVÝ METABOLISMUS

Když jste po OP…

$DO_2 \approx CO \times Hb \times SaO_2$

$CO = SF \times SV$

$SV = EF \times EDV$

$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$

Zvětšení extrakce

Produkce laktátu

PROBLÉM č.1

BACK TO THE 80s

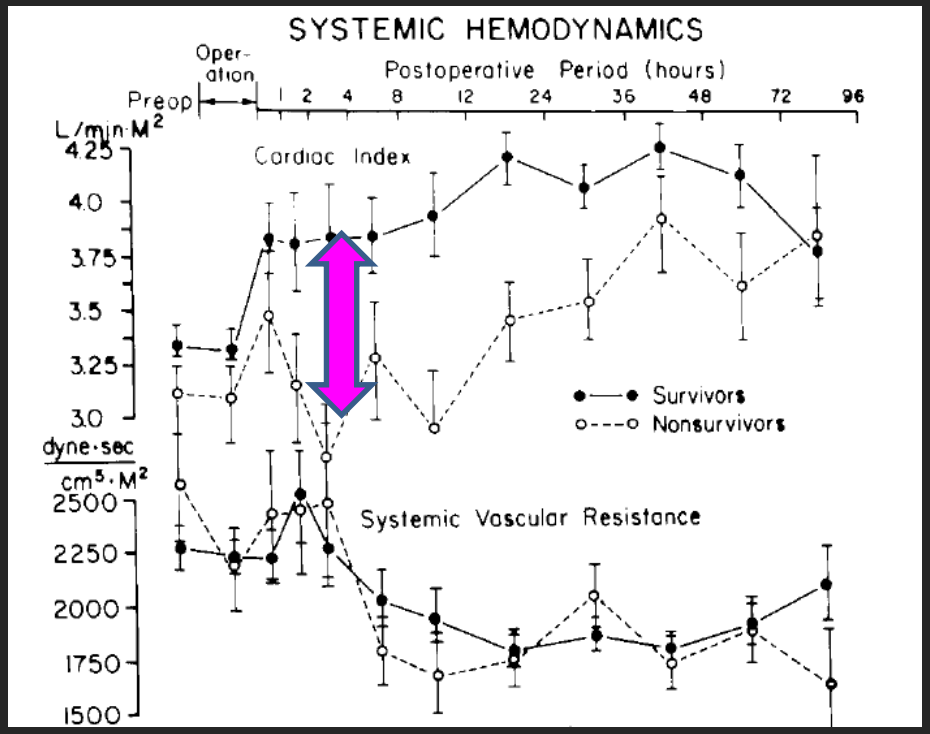
BACK TO THE 80's

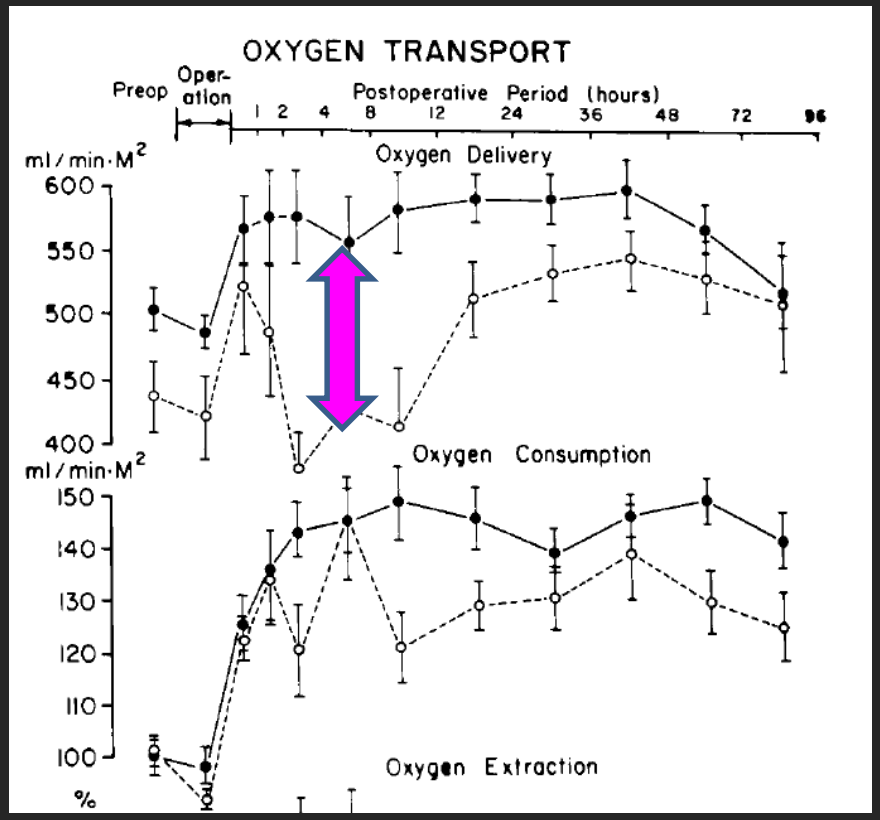
Postoperative deaths may be due to anatomic problems including surgical technical errors, judgment errors and the severity of the patients' illness as well as inadequate physiologic compensations. It follows that therapeutic goals include surgical correction of the anatomic problems, followed by supplementation of those physiologic compensations that are determinants of survival. Thus, the physiologic goals of therapy are not the normal values of unstressed, healthy volunteer subjects, but rather the values of survivors of a life-threatening surgical illness.[17]

0090-3493/85/1302-0085$02.00/0
CRITICAL CARE MEDICINE
Copyright © 1985 by The Williams & Wilkins Co.
Vol. 13, No. 2
Printed in U.S.A.

Hemodynamic and oxygen transport patterns in surviving and nonsurviving postoperative patients

RICHARD D. BLAND, MD; WILLIAM C. SHOEMAKER, MD; EDWARD ABRAHAM, MD; JUAN CARLOS COBO, MD

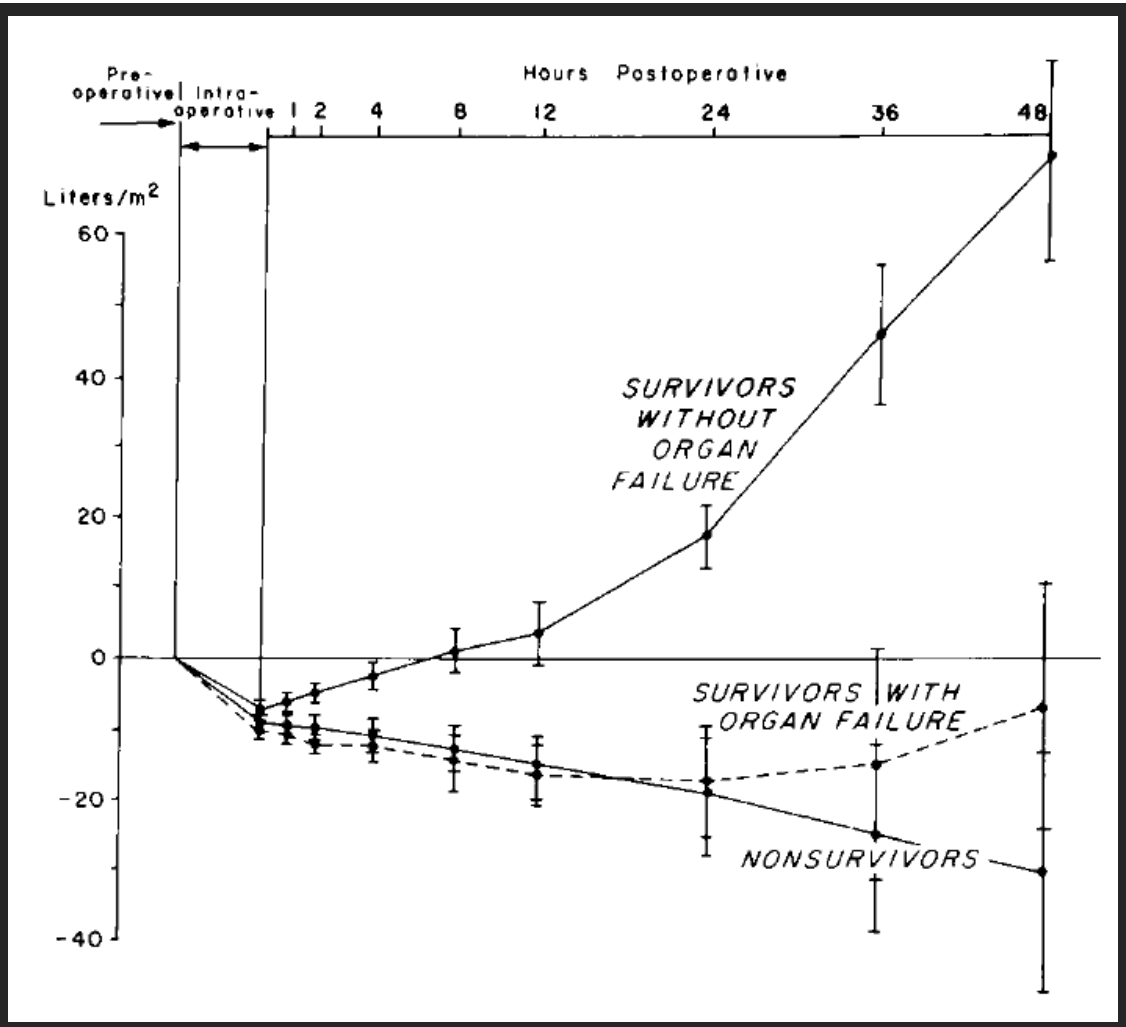




0090-3493/88/1611-1117$02.00/0
CRITICAL CARE MEDICINE
Vol. 16, No. 11
Printed in U.S.A.
Copyright © 1988 by The Williams & Wilkins Co.

Tissue oxygen debt as a determinant of lethal and nonlethal postoperative organ failure

WILLIAM C. SHOEMAKER, MD; PAUL L. APPEL, MPA; HARRY B. KRAM, MD



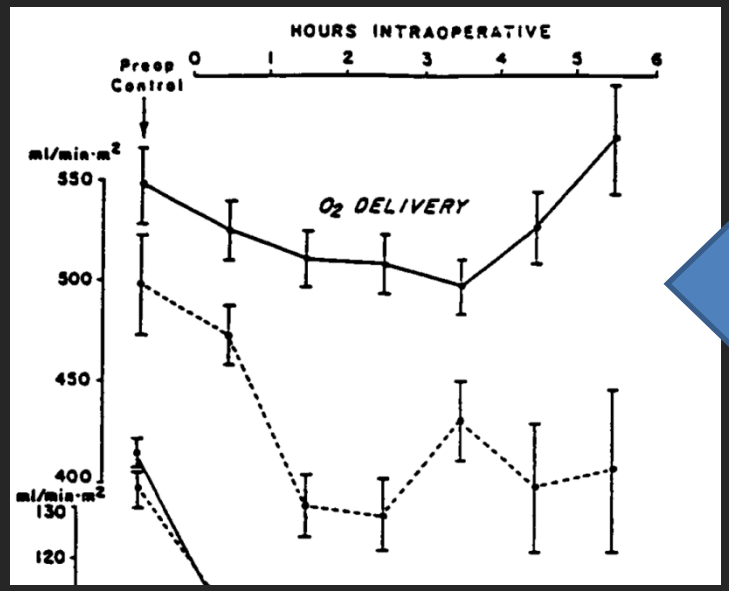
3

KUMULACE KYSLÍKOVÉHO DLUHU MŮŽE PACIENTA PO OPERACI VÝZNAMNĚ OHROZIT

Prospective Trial of Supranormal Values of Survivors as Therapeutic Goals in High-Risk Surgical Patients*

William C. Shoemaker, M.D.; Paul L. Appel, M.P.A.; Harry B. Kram, M.D.; Kenneth Waxman, M.D.; and Tai-Shion Lee, M.D., F.C.C.P.

(Chest 1988; 94:1176-86)



DO_2I 600 ml/min/m²

CI 4,5 l/min/m²

VO_2I 170 ml/min/m²

600

4,5

100%

$$DO_2I = 1{,}34 \times CI \times Hb \times SaO_2$$

100

$$CI = SF \times EF \times EDV$$

INOTROPIKUM

INFUZE

PROBLÉM č.2

Lowell et al.: Postoperative fluid overload: not a benign problem. Crit Care Med

1990

Pacienti s nárůstem hmotnosti o více než 10% měli vyšší mortalitu 31.6 vs. 10.3%.

Ti s nárůstem nad 20% měli mortalitu 100%

British Journal of Anaesthesia 97 (6): 755–7 (2006)
doi:10.1093/bja/ael290

Editorial

Wet, dry or something else?

REGIONÁLNÍ HYPOPERFUZE

PORUCHA DODÁVKY O2

PORUCHA HOJENÍ

PORUCHA FCE (GIT, LEDVIN etc.)

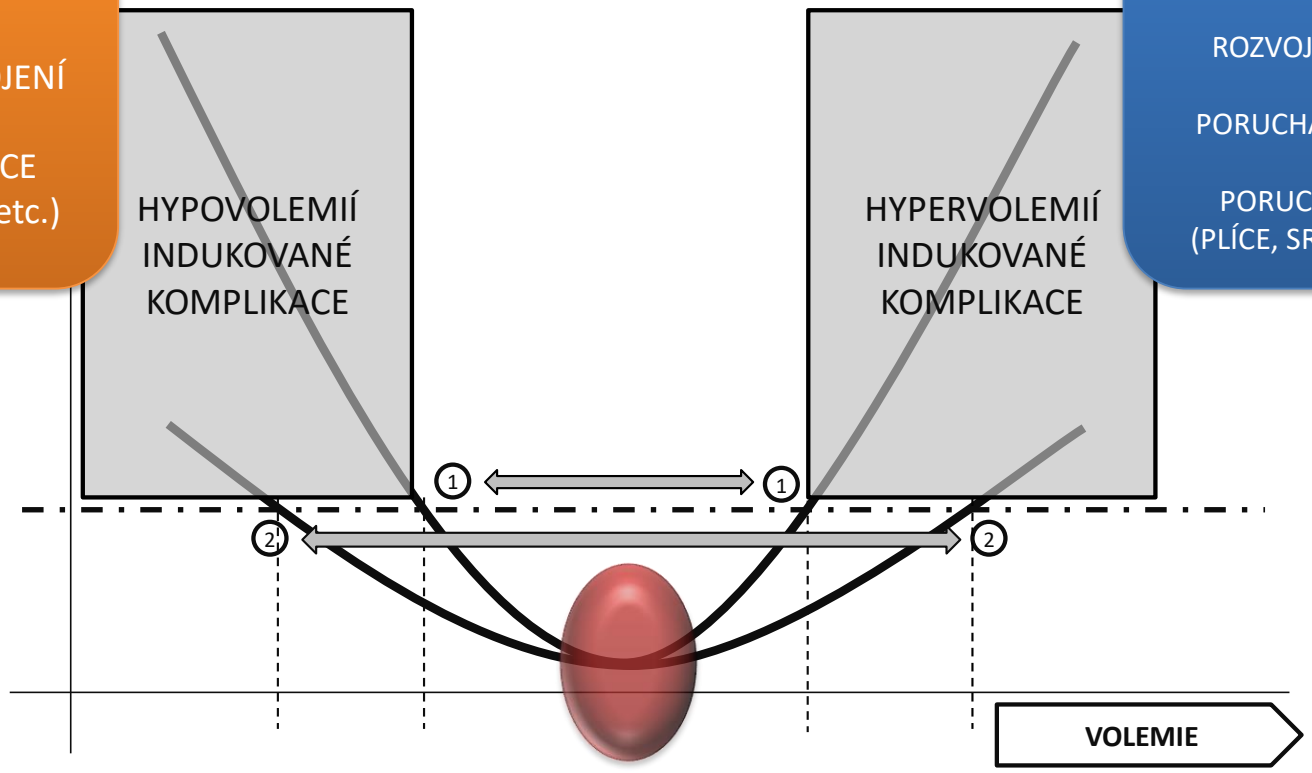
PŘETÍŽENÍ TEKUTINAMI

HEMODILUCE A DILUCE SRÁŽECÍCH FAKTORŮ

ROZVOJ OTOKŮ

PORUCHA HOJENÍ

PORUCHA FCE (PLÍCE, SRDCE etc.)

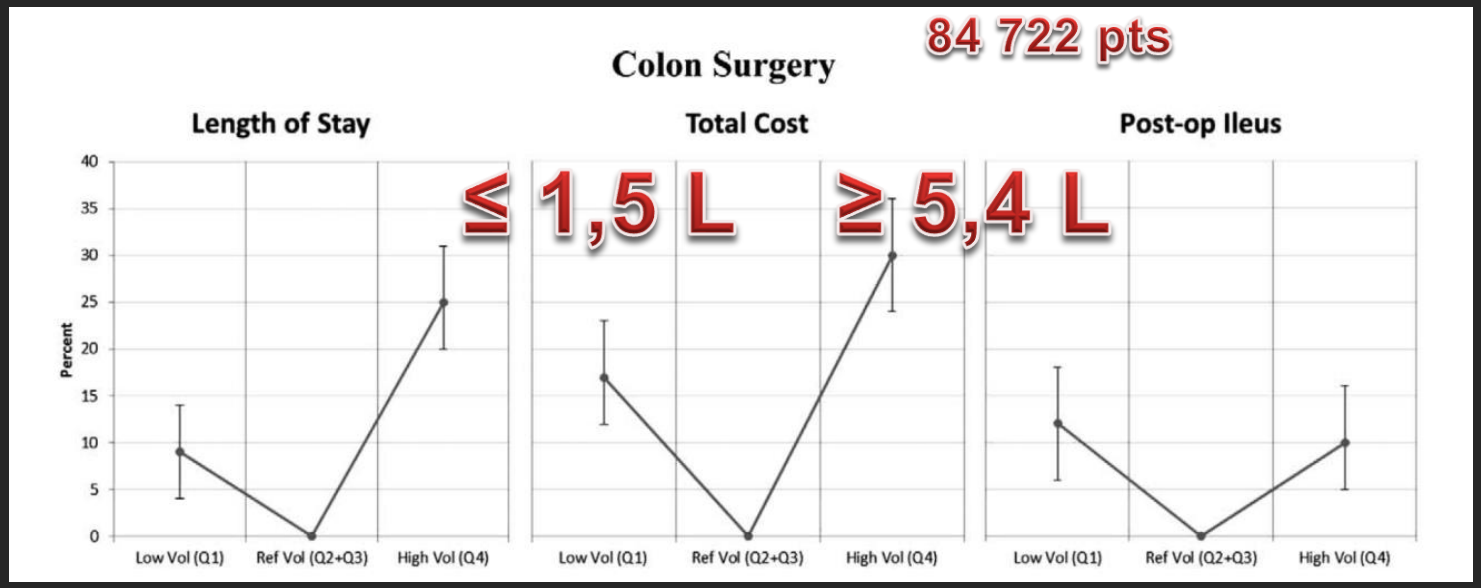


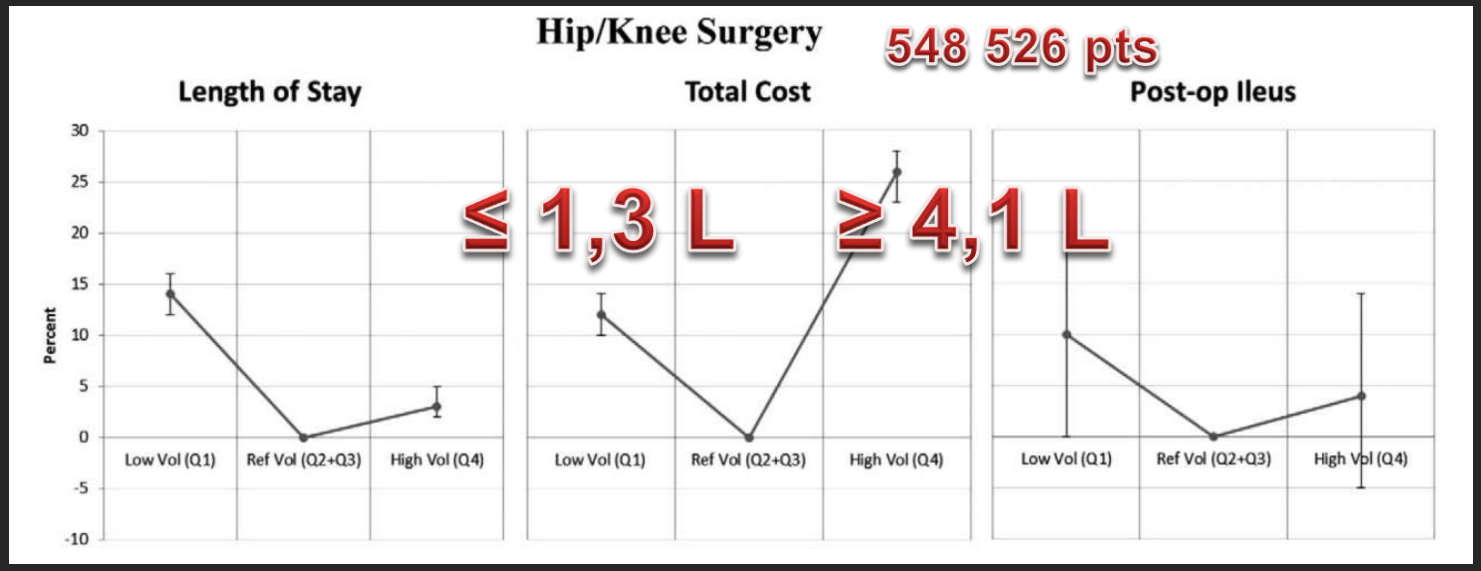
ORIGINAL ARTICLE

Perioperative Fluid Utilization Variability and Association With Outcomes

Considerations for Enhanced Recovery Efforts in Sample US Surgical Populations

Julie K. M. Thacker, MD, William K. Mountford, PhD,† Frank R. Ernst, PharmD, MS,‡ Michelle R. Krukas, MA,‡ and Michael (Monty) G. Mythen, MBBS, MD, FRCA, FFICM, FCAI (Hon)§*





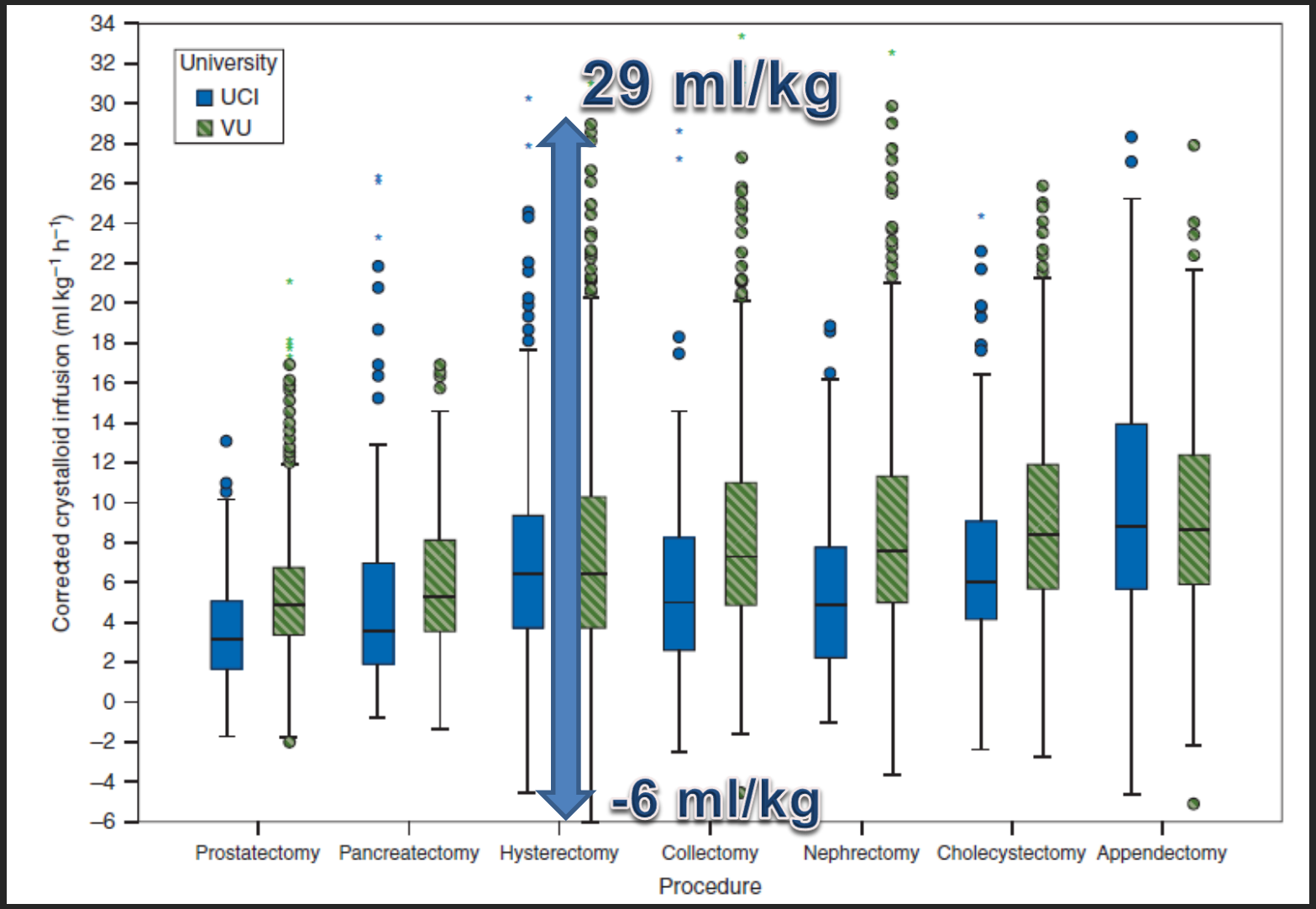
British Journal of Anaesthesia 114 (5): 767–76 (2015)
Advance Access publication 13 January 2015 · doi:10.1093/bja/aeu452

BJA

CLINICAL PRACTICE

Variability in practice and factors predictive of total crystalloid administration during abdominal surgery: retrospective two-centre analysis†

M. Lilot[1,2], J. M. Ehrenfeld[3], C. Lee[1], B. Harrington[1], M. Cannesson[1] and J. Rinehart[1*]



REVIEW ARTICLE

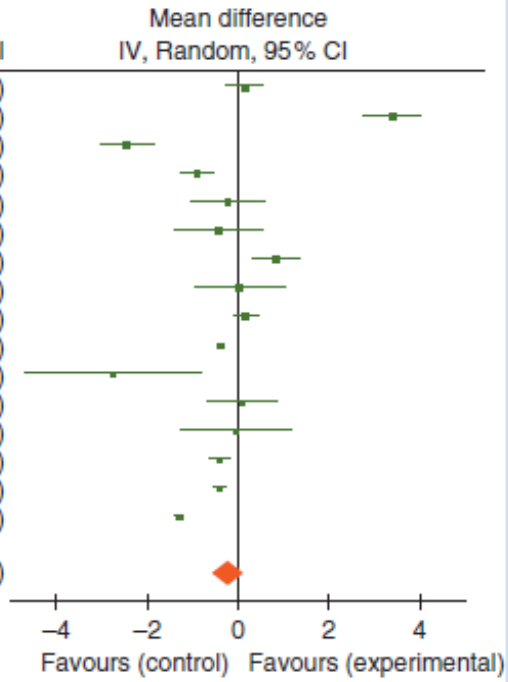
Perioperative goal-directed therapy with uncalibrated pulse contour methods: impact on fluid management and postoperative outcome

F. Michard[1,*], M. T. Giglio[2] and N. Brienza[2]

Study or subgroup	Experimental Mean	Experimental SD	Experimental Total	Control Mean	Control SD	Control Total	Weight	Mean difference IV, Random, 95% CI
Benes	3.586	0.926	51	3.444	1.183	54	7.1%	0.14 (–0.26, 0.55)
Cecconi	6.032	1.388	20	2.635	0.36	20	6.3%	3.40 (2.77, 4.03)
Colantonio	5.812	1.244	38	8.269	1.452	42	6.5%	–2.46 (–3.05, –1.87)
Correa–Gallego	2	1.1	69	2.9	1	66	7.2%	–0.90 (–1.25, –0.55)
Funk	2.785	1.085	20	3.008	1.532	20	5.6%	–0.22 (–1.05, 0.60)
Hand	5.887	2.291	47	6.319	2.519	47	5.1%	–0.43 (–1.41, 0.54)
Lai	5.369	2.27	109	4.532	1.525	111	6.7%	0.84 (0.33, 1.35)
Mayer	4.528	2.317	30	4.494	1.561	30	5.0%	0.03 (–0.97, 1.03)
Pearse	4.189	1.953	367	4.022	1.643	362	7.4%	0.17 (–0.09, 0.43)
Peng	1.85	0.169	40	2.225	0.175	40	7.7%	–0.38 (–0.45, –0.30)
Ramsingh	4.082	2.044	18	6.845	3.893	20	2.5%	–2.76 (–4.71, –0.81)
Salzwedel	3.854	1.954	79	3.771	2.827	81	5.9%	0.08 (–0.67, 0.83)
Scheeren	4.477	2.107	26	4.528	2.387	26	4.2%	–0.05 (–1.27, 1.17)
Zeng	2.732	0.488	30	3.135	0.346	30	7.5%	–0.40 (–0.62, –0.19)
Zhang Ji	0.985	0.135	30	1.385	0.35	30	7.6%	–0.40 (–0.53, –0.27)
Zheng	2.65	0.133	30	3.95	0.221	30	7.7%	–1.30 (–1.39, –1.21)
Total (95% CI)			1004			1009	100.0%	–0.22 (–0.59, 0.15)

Heterogeneity: $\tau^2=0.47$; $\chi^2=550.26$, df=15 ($P<0.00001$); $I^2=97\%$

Test for overall effect: $z=1.15$ ($P=0.25$)

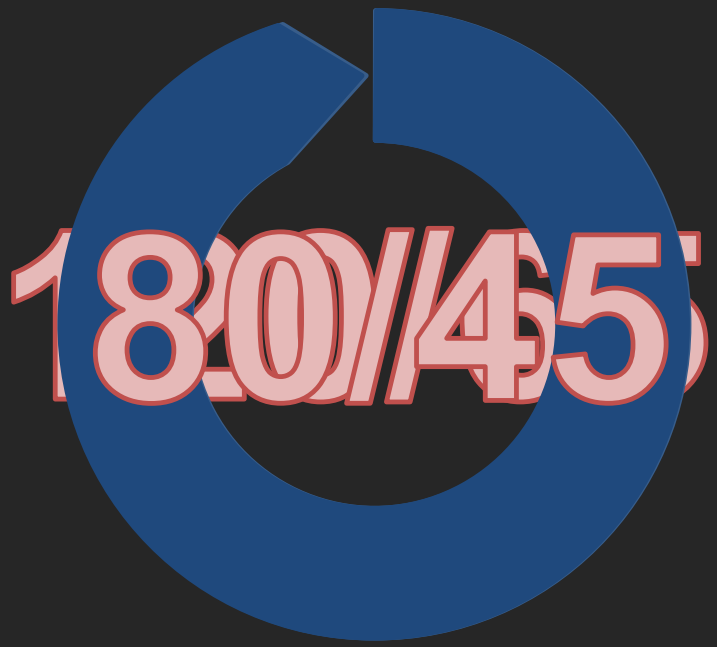


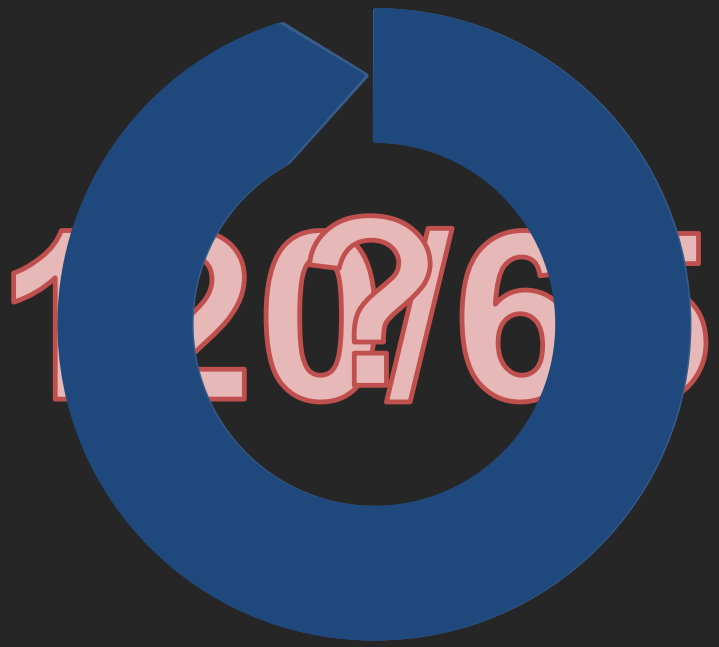
4

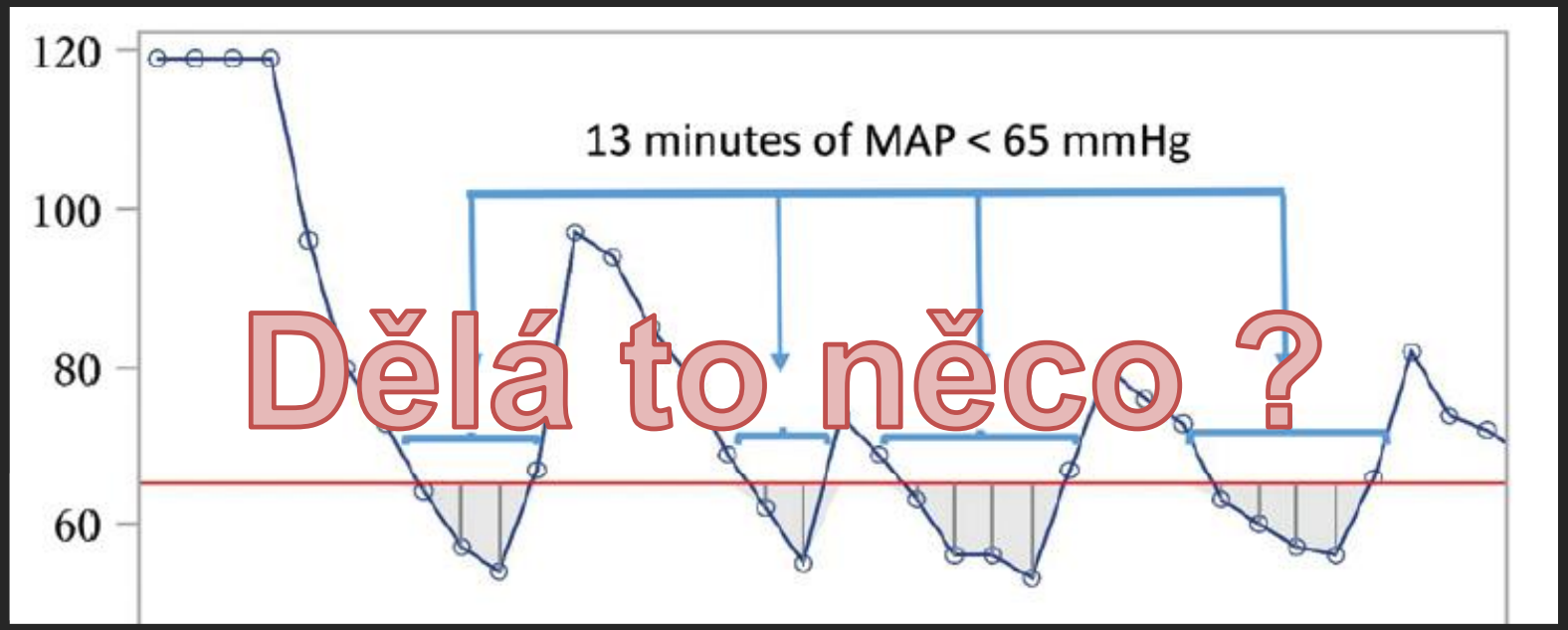
CÍLENÁ TEKUTINOVÁ TERAPIE (GDFT) SNIŽUJE RIZIKO NEADEKVÁTNÍ VARIABILITY TEKUTINOVÉHO PŘÍJMU

PROBLÉM č.3

120/65


180/45


1
2026
5



Dělá to něco ?

(Anesth Analg 2018;127:424–31)

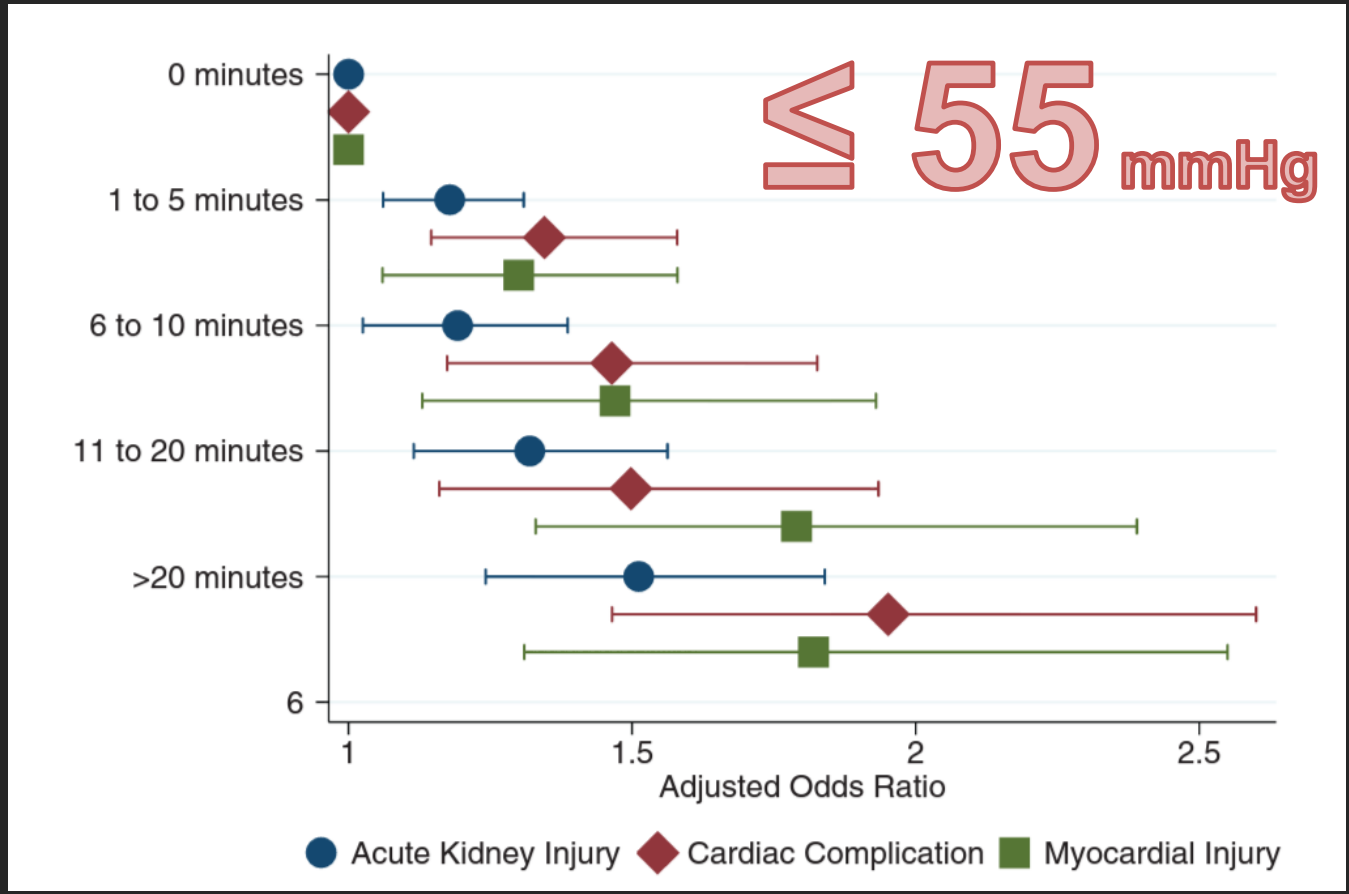
PERIOPERATIVE MEDICINE

Relationship between Intraoperative Mean Arterial Pressure and Clinical Outcomes after Noncardiac Surgery

Toward an Empirical Definition of Hypotension

Michael Walsh, M.D.,* Philip J. Devereaux, M.D., Ph.D.,† Amit X. Garg, M.D., Ph.D.,‡ Andrea Kurz, M.D.,§ Alparslan Turan, M.D.,‖ Reitze N. Rodseth, M.D.,# Jacek Cywinski, M.D.,** Lehana Thabane, Ph.D.,†† Daniel I. Sessler, M.D.‡‡

33330 patients non-cardiac surgery

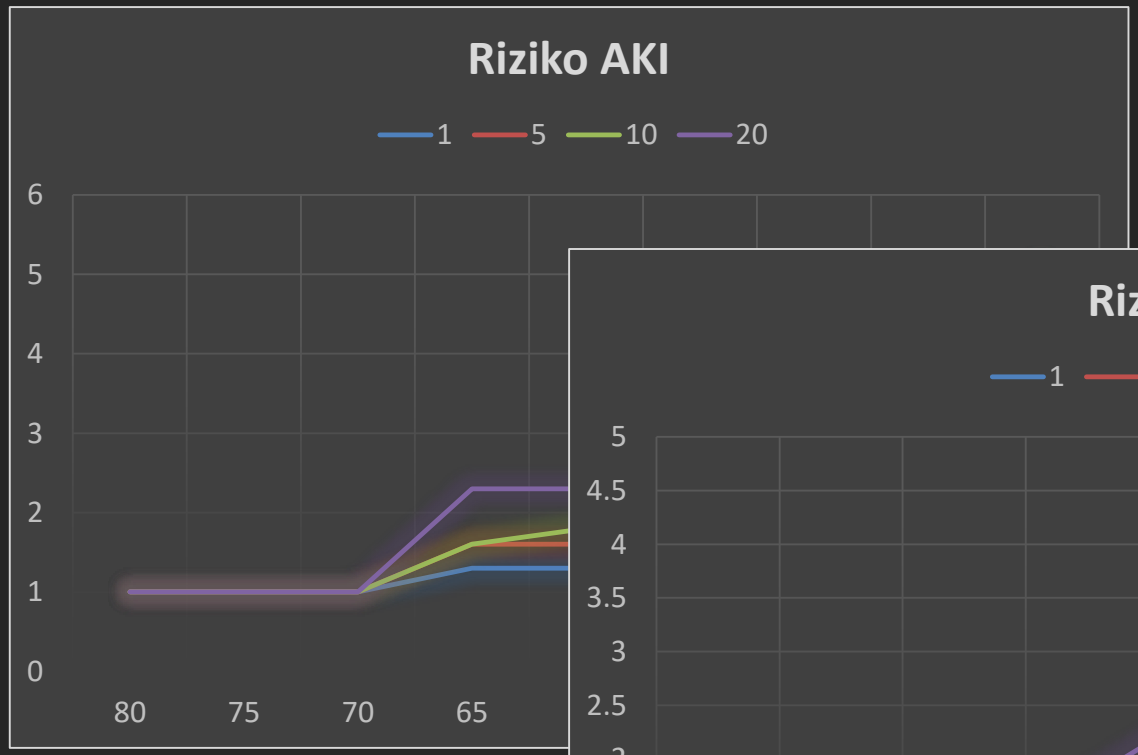


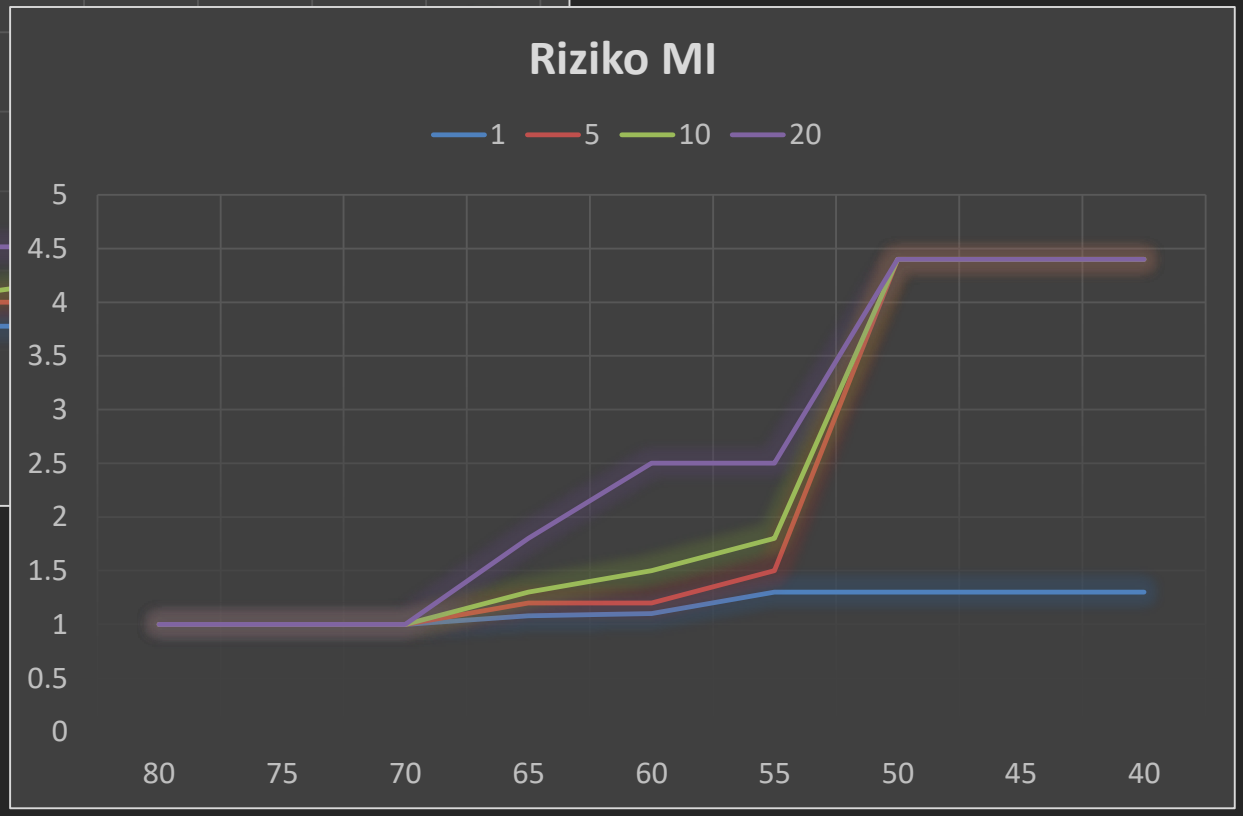
CARDIOVASCULAR

Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review

E. M. Wesselink[1,*], T. H. Kappen[1], H. M. Torn[1], A. J. C. Slooter[2] and W. A. van Klei[1]

785 806 pts
42 std



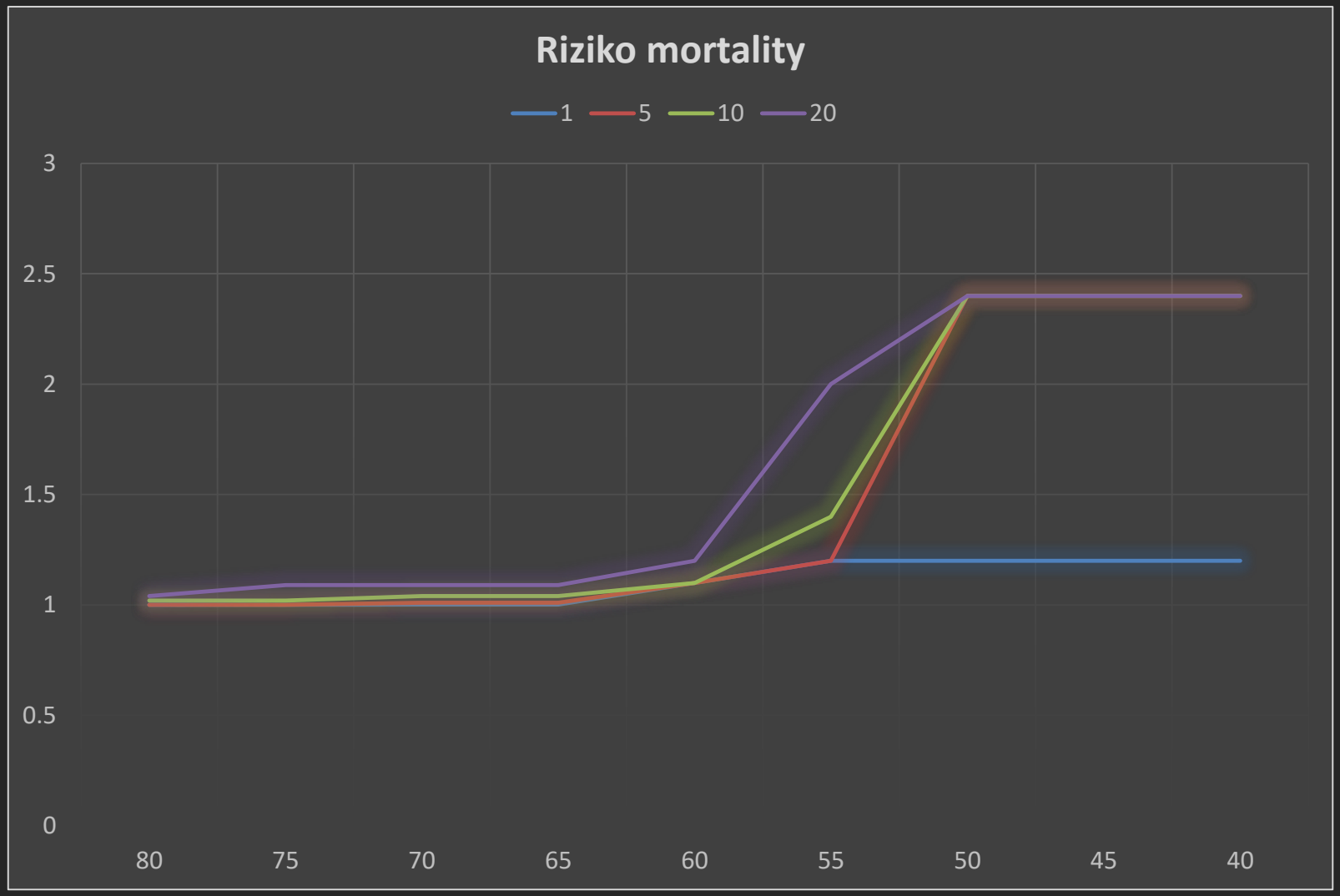


CARDIOVASCULAR

Intraoperative hypotension and the risk of postoperative adverse outcomes: a systematic review

E. M. Wesselink[1,*], T. H. Kappen[1], H. M. Torn[1], A. J. C. Slooter[2] and W. A. van Klei[1]

785 806 pts
42 std



PROBLÉM č.1 - KYSLÍKOVÝ DLUH

PROBLÉM č.2 - KUMULACE TEKUTIN

PROBLÉM č.3 - HYPOTENZE

1. TEORIE HD OPTIMALIZACE

- ZÁKLADY FYZIOLOGIE KV SYSTÉMU
- MOŽNOSTI MONITORACE A VELIČINY
- HD RIZIKA V PERIOPERAČNÍM OBDOBÍ

2. PRAXE HD OPTIMALIZACE

- OPTIMALIZAČNÍ PROTOKOLY
- PRAKTICKÉ PROVEDENÍ

co vlastně mám optimalizovat?

Přiznejme si, že takto toho moc nezoptimalizujeme…

… a má to vlastně cenu ?

EJA

Eur J Anaesthesiol 2018; **35**:1 – 15

ORIGINAL ARTICLE

Does goal-directed haemodynamic and fluid therapy improve peri-operative outcomes?

A systematic review and meta-analysis

Matthew A. Chong, Yongjun Wang, Nicolas M. Berbenetz and Ian McConachie

95 prací

11 659 pacientů

Mortalita: OR 0,66, NNT - 59

Morbidita:

Pneumonie – OR 0.69 NNT – 38

AKI – 0.72 NNT – 29

Infekce rány – 0.48 NNT – 19

Délka hospitalizace: -0,9 dne

Table 2 Baseline data

Trial	Year	Patients Sample size
Ackland et al.[84]	2015	204
Bartha et al.[85]	2013	150
Ben Romdhane et al.[86]	2014	30
Bender et al.[87]	1997	104
Benes et al.[88]	2010	120
Benes et al.[89]	2015	80
Berlauk et al.[90]	1991	89
Bisgaard et al.[92]	2013	70
Bisgaard et al.[91]	2013	40
Bonazzi et al.[93]	2002	1[illegible]
Boyd et al.[94]	1993	107
Brandstrup et al.[82]	2012	150
Broch et al.[1]	2016	[illegible]
Buettner et al.[90]	2008	80
Bundgaard-Nielsen et al.[79]	2013	42
Calvo Vecino et al.[78]	2014	121
Cecconi et al.[77]	2011	40
Challand et al.[76]	2012	179
Cordero-Rochet et al.[2]	[illegible]	[illegible]
Colantonio et al.[75]	[illegible]	[illegible]
Conway et al.[74]	2002	57
Correa-Gallego et al.[73]	2015	135
Donati et al.[72]	2007	135
El Sharkawy et al.[71]	2013	59
Fellahi et al.[70]	2015	100
Forget et al.[94]	2010	82
Funk et al.[69]	[illegible]	[illegible]
Gan et al.[68]	[illegible]	[illegible]
Gerent et al.[67]	2015	125
Goepfert et al.[66]	2013	100
Han et al.[62]	2016	40
Hand et al.[63]	2016	94
Harten et al.[64]	2008	30
Hughes et al.[65]	2013	[illegible]
Jammer et al.[61]	[illegible]	[illegible]
Jerez Gomez-Coronado et al.[60]	[illegible]	[illegible]
Jhanji et al.[59]	2010	135
Kapoor et al.[57]	2008	30
Kapoor et al.[58]	[illegible]	[illegible]
Kellman et al.[56]	[illegible]	[illegible]
Khambalia et al.[55]	2015	60
Kulkarni et al.[54]	2012	31
Kumar et al.[52]	2015	40
Kumar et al.[53]	2016	60

Table 2 (continued)

Trial	Year	Patients Sample size
Lai et al.[43]	2015	220
Lopez [illegible]	2007	33
Martini et al.[44]	[illegible]	59
May [illegible]	[illegible]	60
McKendry et al.[47]	2004	174
McKenny et al.[46]	2013	102
Mikor et al.[45]	2015	79
Mi[illegible] et al.	2015	130
Mi[illegible] et al.	2012	50
Mi[illegible] et al.	[illegible]	[illegible]
No[illegible] et al.	[illegible]	[illegible]
Osawa et al.[40]	2016	126
Oubaha et al.[95]	2009	29
Park et al.[39]	2016	47
Parke et al.[38]	2015	144
Pearse et al.[36]	2005	122
Pearse et al.[37]	2014	734
Peng et al.[35]	2014	80
[illegible] et al.	[illegible]	[illegible]
[illegible] et al.	[illegible]	[illegible]
Pillai et al.[32]	2011	66
Polonen et al.[31]	2000	403
R[illegible] et al.[30]	[illegible]	38
S[illegible] et al.	[illegible]	160
Sandham et al.[28]	2003	1994
[illegible] et al.[27]	[illegible]	[illegible]
Schmid et al.[26]	2016	180
Schultz et al.[25]	1985	70
Senago[illegible] et al.[2]	[illegible]	64
[illegible] et al.[1]	[illegible]	[illegible]
Sinclair et al.[illegible]	1997	40
Smetkin et al.[22]	2009	40
S[illegible]asa et al.[21]	20[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
Valentine et al.[illegible]	1998	120
Van Dellen et al.[17]	2013	84
[illegible] et al.[illegible]	[illegible]	60
Venn et al.[illegible]	2002	90
Wakeling et al.[13]	2005	128
Wilson et al.[12]	1999	138
Yassen et al.[11]	2012	60
Zakhaleva et al.[10]	2013	91

Table 2 (continued)

Trial	Year	Patients Sample size
[illegible] et al.	2014	60
[illegible] et al.	2012	40
Zhang et al.[illegible]	2012	60
Zhang et al.[6]	2013	80
Zheng et al.[4]	2013	60
Zheng et al.[5]	2016	90
Ziegler et al.[3]	1997	72

Snížení komplikací
Snížení mortality
Zkrácení hospitalizace

?

Přístroj
Materiál
PRÁCE

Jenže jak to v praxi udělat ?

ENERGIE / KYSLÍK

VODA

PLÁN CESTY

ZHODNOCENÍ RIZIKA

ZHODNOCENÍ RIZIKA

IDENTIFIKOVAT PACIENTA

Perioperative haemodynamic therapy

Mikhail Y. Kirov[a,b], Vsevolod V. Kuzkov[a] and Zsolt Molnar[c]

Current Opinion in Critical Care 2010, 16:384–392

Patient related risk (ASA)	Procedure related mortality		
	Low (< 1%)	Intermediate (1-5%)	High (>5%)
ASA 1-2			
ASA 3			
ASA 4-5			

Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study

*Rupert M Pearse, Rui P Moreno, Peter Bauer, Paolo Pelosi, Philipp Metnitz, Claudia Spies, Benoit Vallet, Jean-Louis Vincent, Andreas Hoeft, Andrew Rhodes, for the European Surgical Outcomes Study (EuSOS) group for the Trials groups of the European Society of Intensive Care Medicine and the European Society of Anaesthesiology**

Lancet 2012; 380: 1059–65

	All patients (n=46 539)	Died in hospital (n=1864)	Survived to hospital discharge (n=44 657)	Odds ratio (95% CI)	p value
Age (years)	56·7 (18·5)	61·0 (18·7)	56·6 (18·5)	1·01 (1·01–1·02)	<0·0001
Men	22 607	968	21 629	1·15 (1·05–1·26)	0·003
Present smoker	9872	363	9503	0·90 (0·80–-1·01)	0·07
ASA score					
1	11 642	362	11 280	Reference	..
2	21 582	633	20 944	0·94 (0·83–1·07)	0·36
5	90	49	41	35·61 (23·23–54·59)	<0·0001
Grade of surgery					
Minor	12 041	431	11 608	Reference	..
Intermediate	22 231	741	21 483	0·93 (0·82–1·05)	0·22
Elective	35 049	1129	33 908	Reference	..

ASA 3 25% 5%

Major 26% 6%

Urgent 19% 5%

Perioperative haemodynamic therapy

Mikhail Y. Kirov[a,b], Vsevolod V. Kuzkov[a] and Zsolt Molnar[c]

Current Opinion in Critical Care 2010, 16:384–392

		Procedure related mortality		
		Low (< 1%)	Intermediate (1-5%)	High (>5%)
Patient related risk (ASA)	ASA 1-2			
	ASA 3			
	ASA 4-5			

Mortality after surgery in Europe: a 7 day cohort study

*Rupert M Pearse, Rui P Moreno, Peter Bauer, Paolo Pelosi, Philipp Metnitz, Claudia Spies, Benoit Vallet, Jean-Louis Vincent, Andreas Hoeft, Andrew Rhodes, for the European Surgical Outcomes Study (EuSOS) group for the Trials groups of the European Society of Intensive Care Medicine and the European Society of Anaesthesiology**

Lancet 2012; 380: 1059–65

	All patients (n=46 539)	Died in hospital (n=1864)	Survived to hospital discharge (n=44 657)	Odds ratio (95% CI)	p value
Age (years)	56·7 (18·5)	61·0 (18·7)	56·6 (18·5)	1·01 (1·01–1·02)	<0·0001
Men	22 607	968	21 629	1·15 (1·05–1·26)	0·003
Present smoker	9872	363	9503	0·90 (0·80–-1·01)	0·07
ASA score					
1	11 642	362	11 280	Reference	··
2	21 582	633	20 944	0·94 (0·83–1·07)	0·36
3	11 574	539	11 025	1·51 (1·32–1·73)	<0·0001
Minor	12 041	431	11 608	Reference	··
Intermediate	22 231	741	21 483	0·93 (0·82–1·05)	0·22
Major	12 170	685	11 476	1·59 (1·40–1·80)	<0·0001
Urgency of surgery					
Elective	35 049	1129	33 908	Reference	··

ASA 4 3,5% 18%
ASA 5 54%

Emergency 5,5% 10%

PLÁN CESTY

NAPLÁNOVAT CESTU

JAK ČASTÁ JE TATO OPERACE

JAKÁ JE STRUKTURA POPULACE

JAKÁ JE ČETNOST KOMPLIKACÍ

KDO MÁ TY KOMPLIKACE

JAK ČASTO NĚKDO UMŘE

KDO, KDY , KDE A PROČ UMŘE

A JAK DLOUHO TRVÁ HOSPITALIZACE

JAK ČASTÁ JE TATO OPERACE

JAKÁ JE ČETNOST KOMPLIKACÍ

JAK ČASTO NĚKDO UMŘE

A JAK DLOUHO TRVÁ HOSPITALIZACE

Review

Clinical review: Goal-directed therapy in high risk surgical patients

Critical Care 2009, **13**:231 (doi:10.1186/cc8039)

Nicholas Lees, Mark Hamilton and Andrew Rhodes

1. **Vyhledat OPTIMÁLNÍ INTRAVASKULÁRNÍ OBJEM !**

2. **Zajistit dostatečnou globální DODÁVKU KYSLÍKU !**

3. **Sledovat a reagovat na známky poruchy ORGÁNOVÉ PERFUZE !**

OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ

NESNAŽIT SE MAXIMALIZOVAT TEPOVÝ OBJEM …

… A DOSÁHNOUT PŘEDDEFINOVANÝCH OBECNÝCH CÍLU DODÁVKY KYSLÍKU

INTERVENCE

FIRST NO HARM

PŘEDOPERAČNÍ OPTIMALIZACE/ERAS

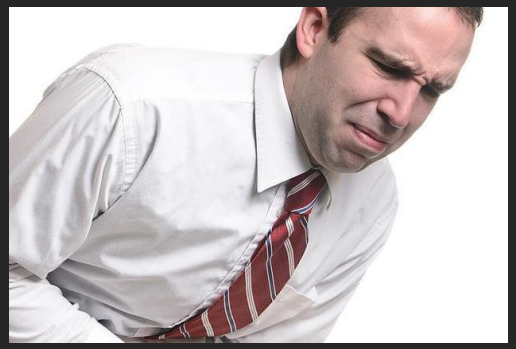
RACIONÁLNÍ TEKUTINOVÁ TERAPIE

(1-2 ml/kg/h udržovací infuze)

PROTEKTIVNÍ VENTILACE

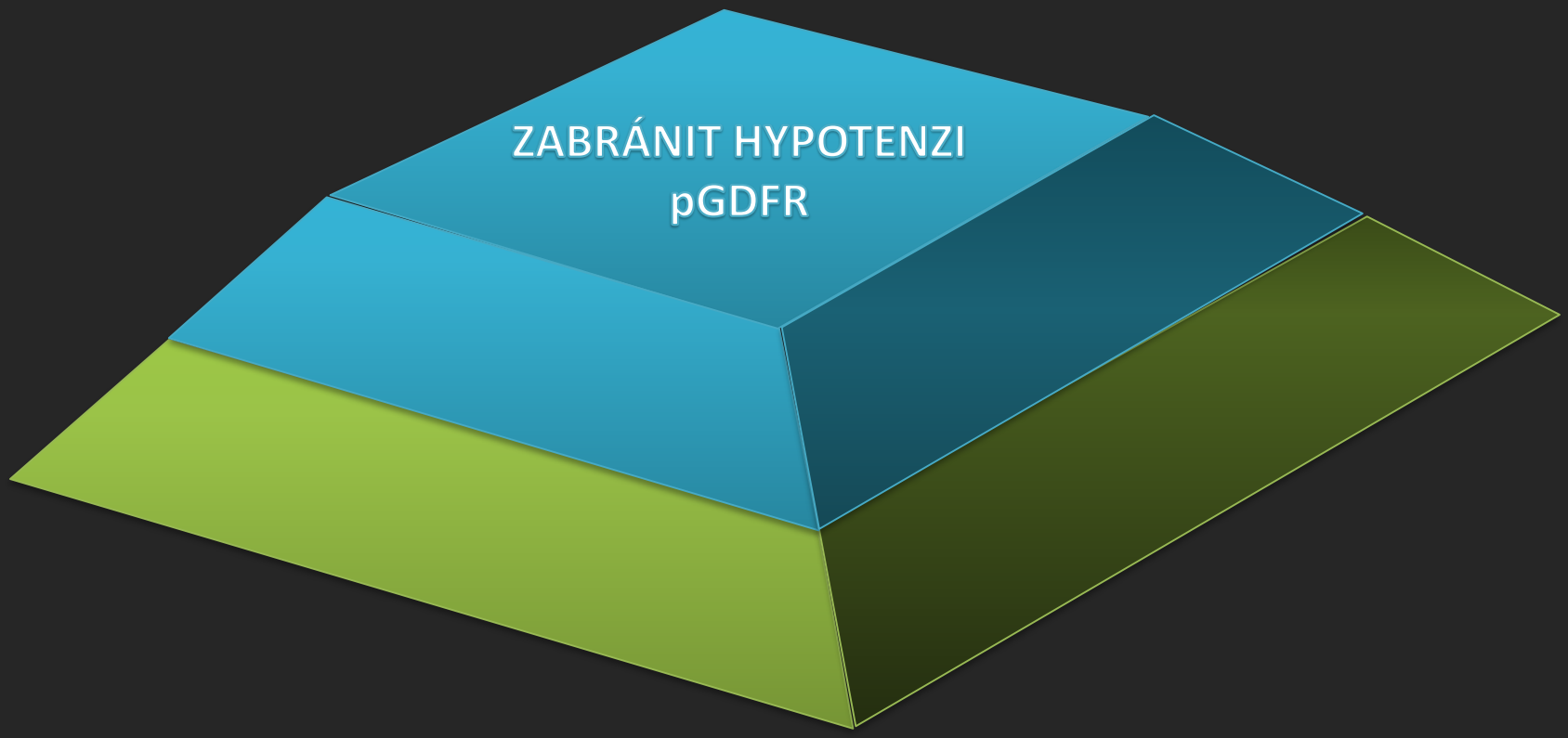
+

OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ
&
MR. WOODBRIDGE



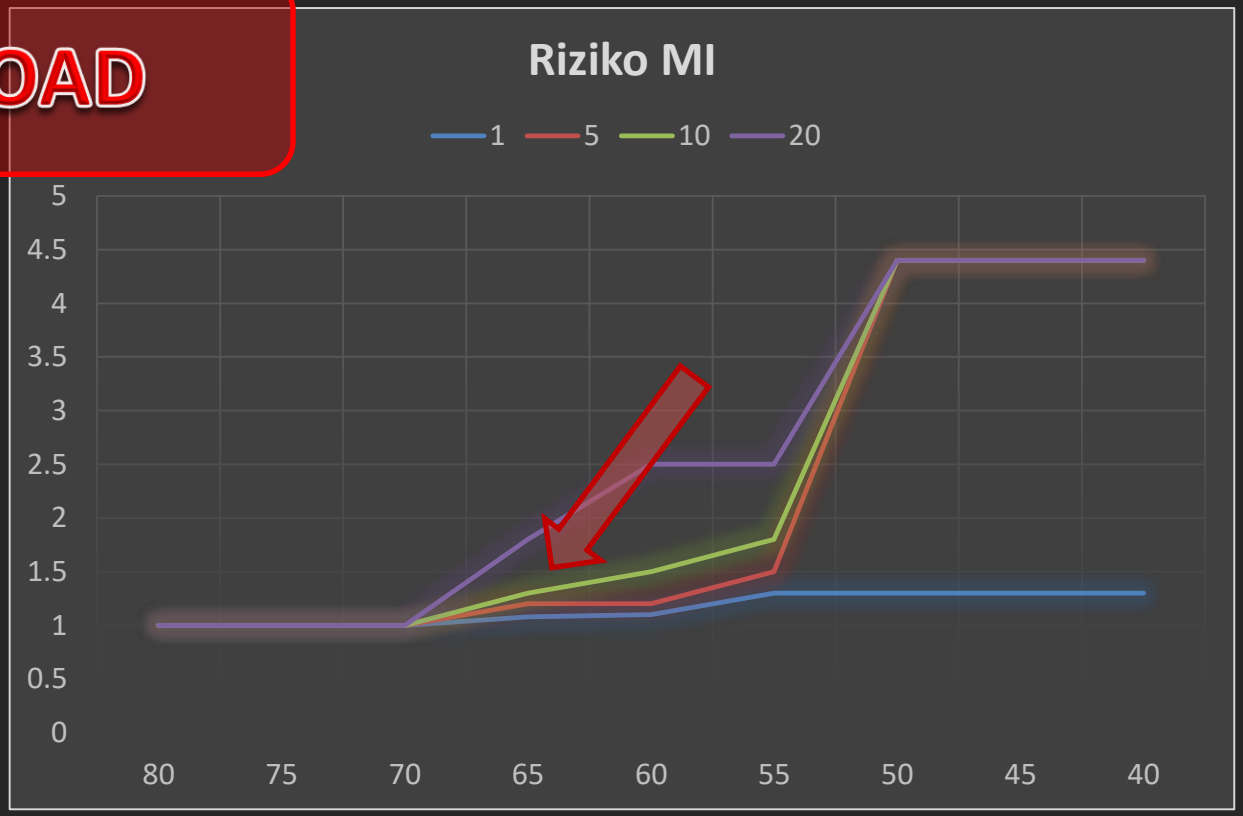
SaO_2

INTERVENCE



OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ

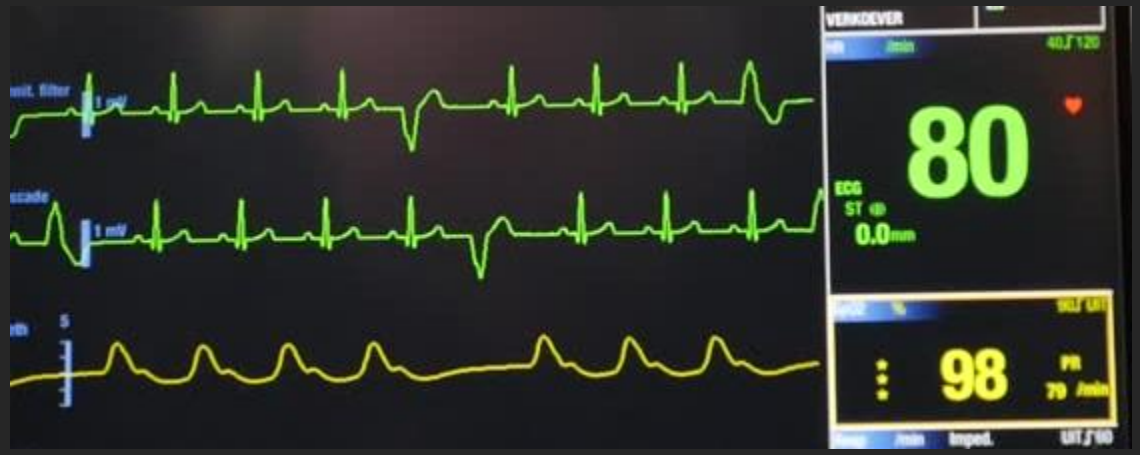
AFTERLOAD



SVRI ≈ (MAP – CVP) / CO

OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ

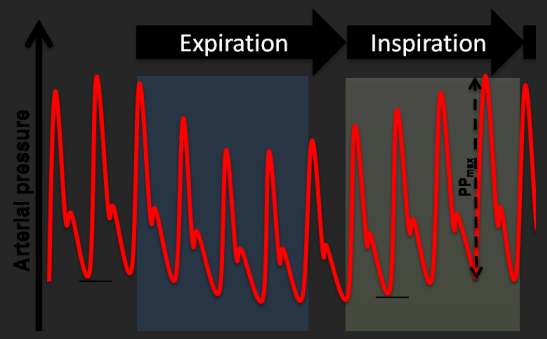
CHRONOTROPIE



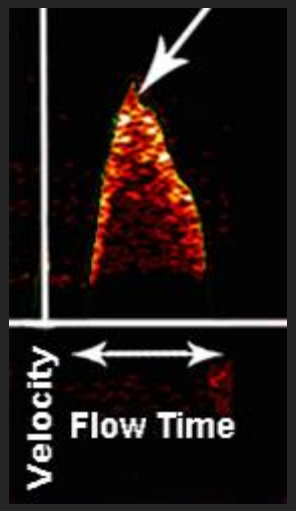
$$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$$

OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ

PRELOAD



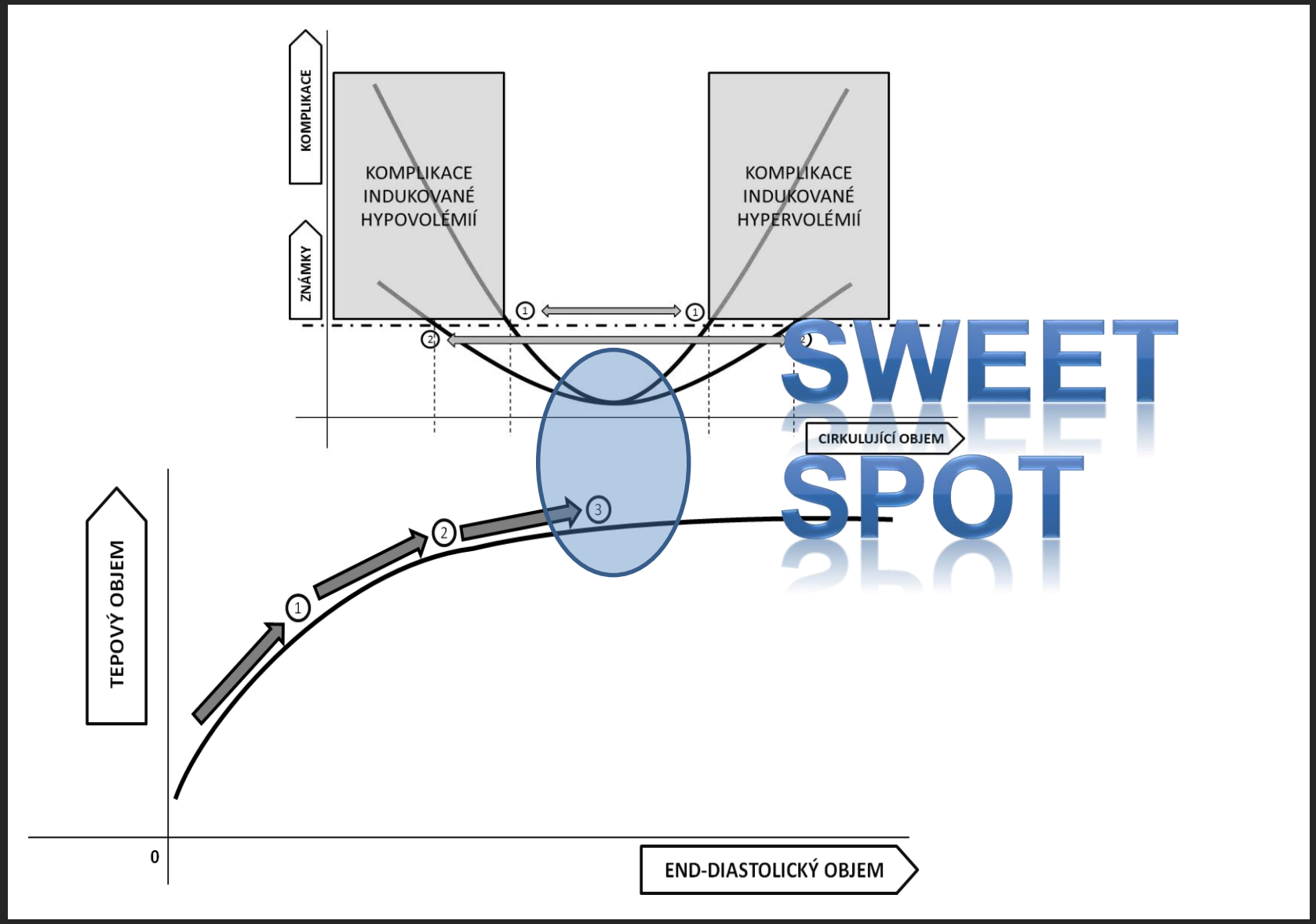
DVs



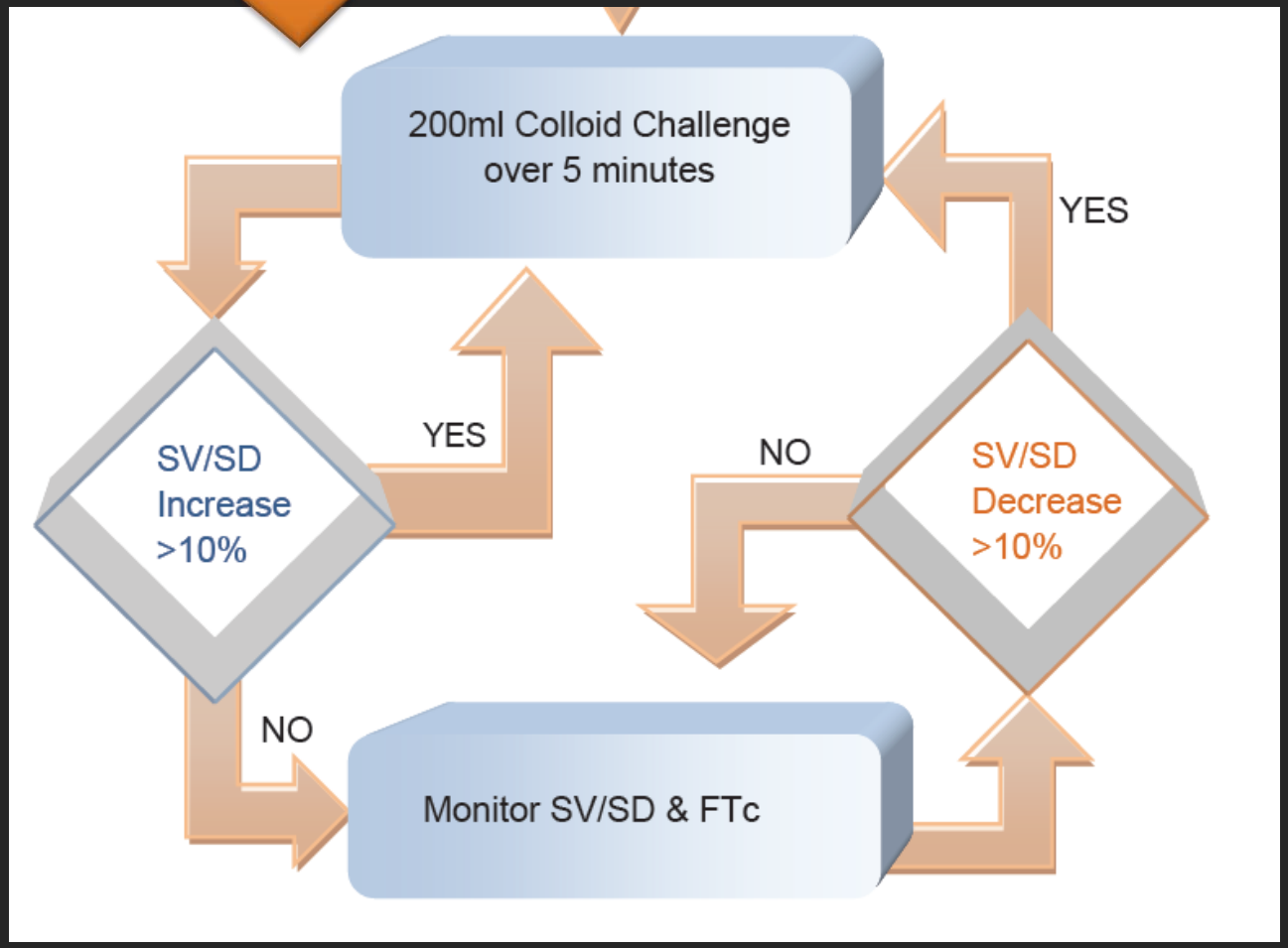
FTc

$$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$$

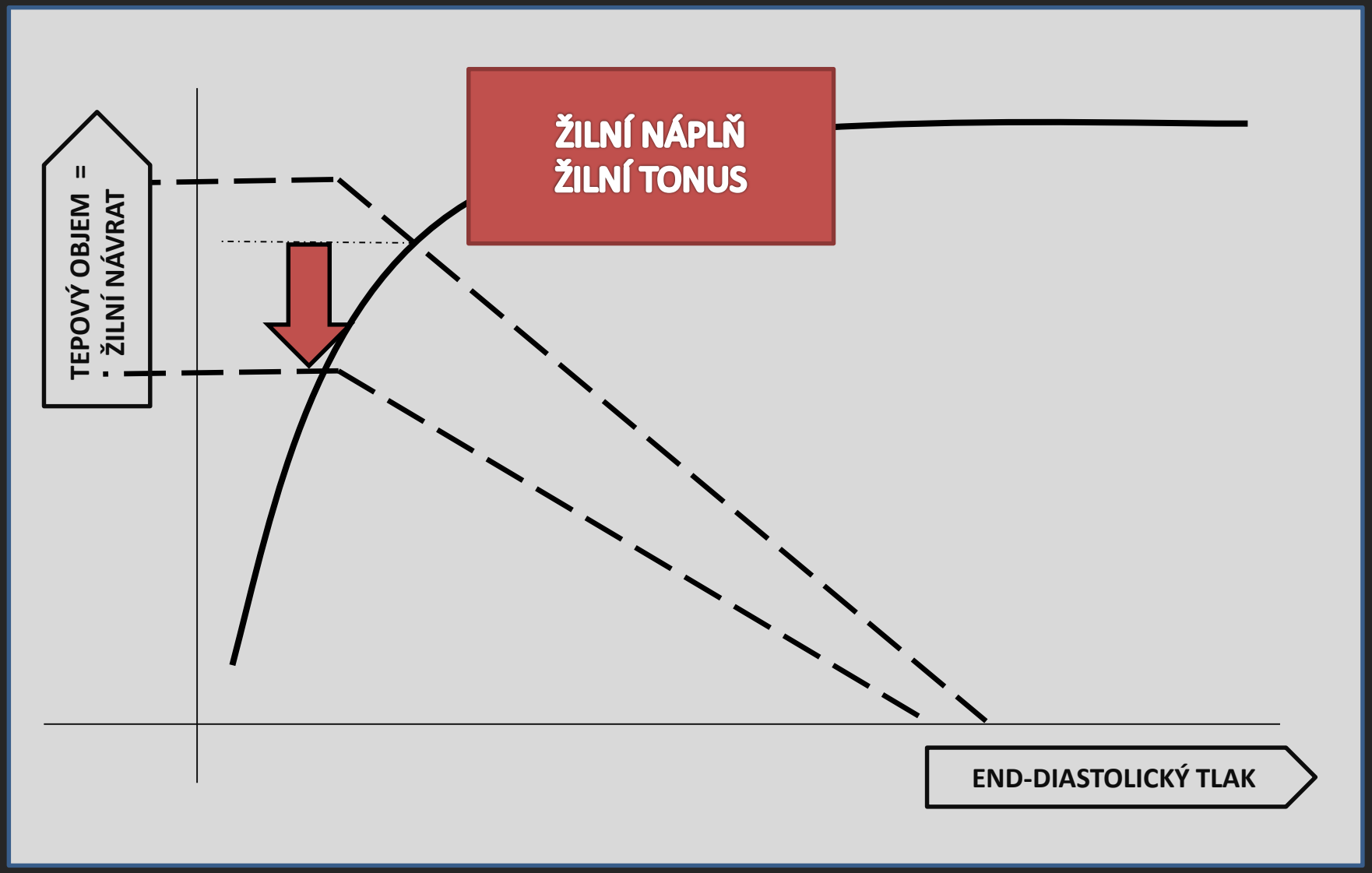
Optimální cíl tekutinové léčby

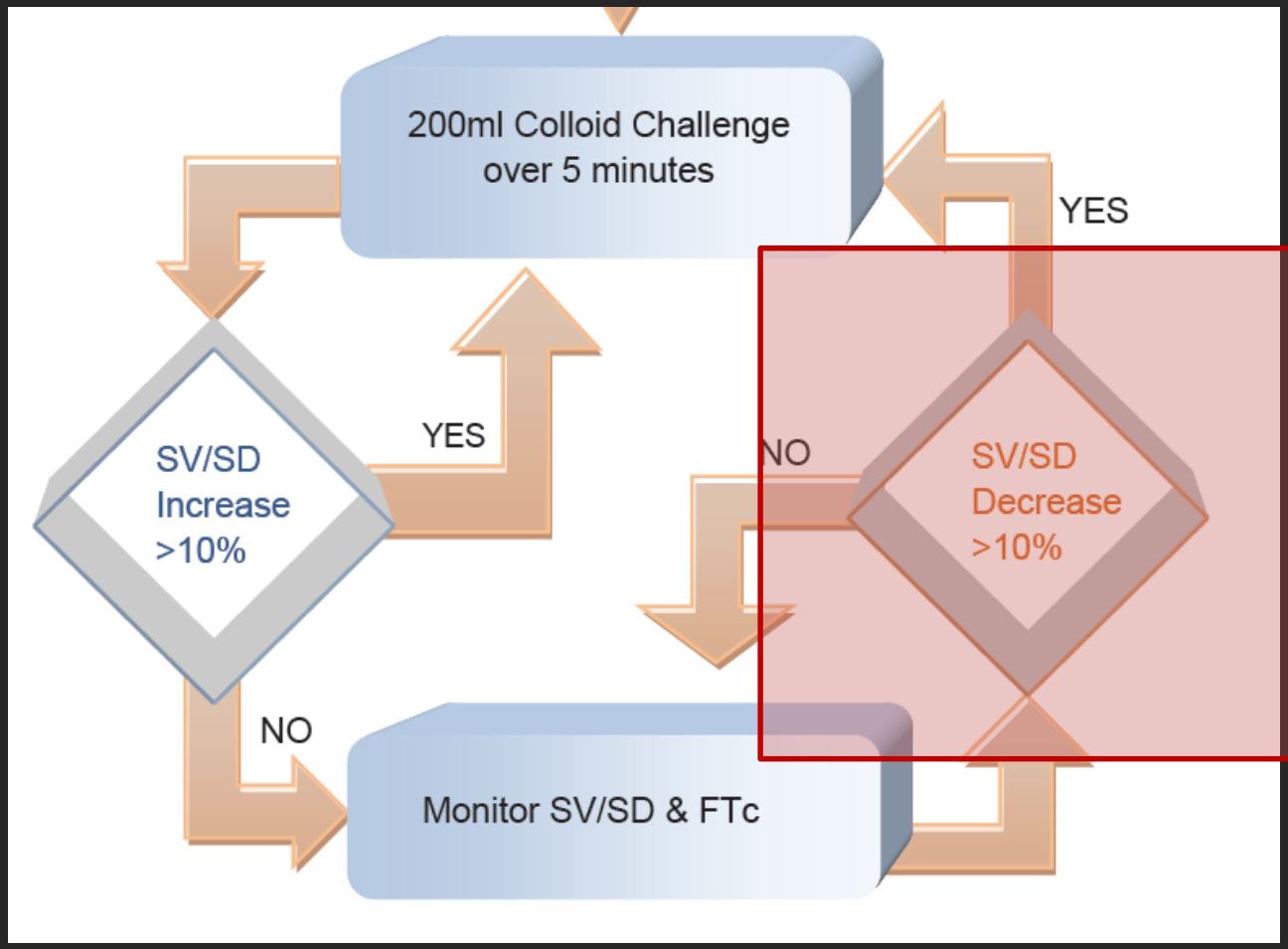


Maximalizace SV



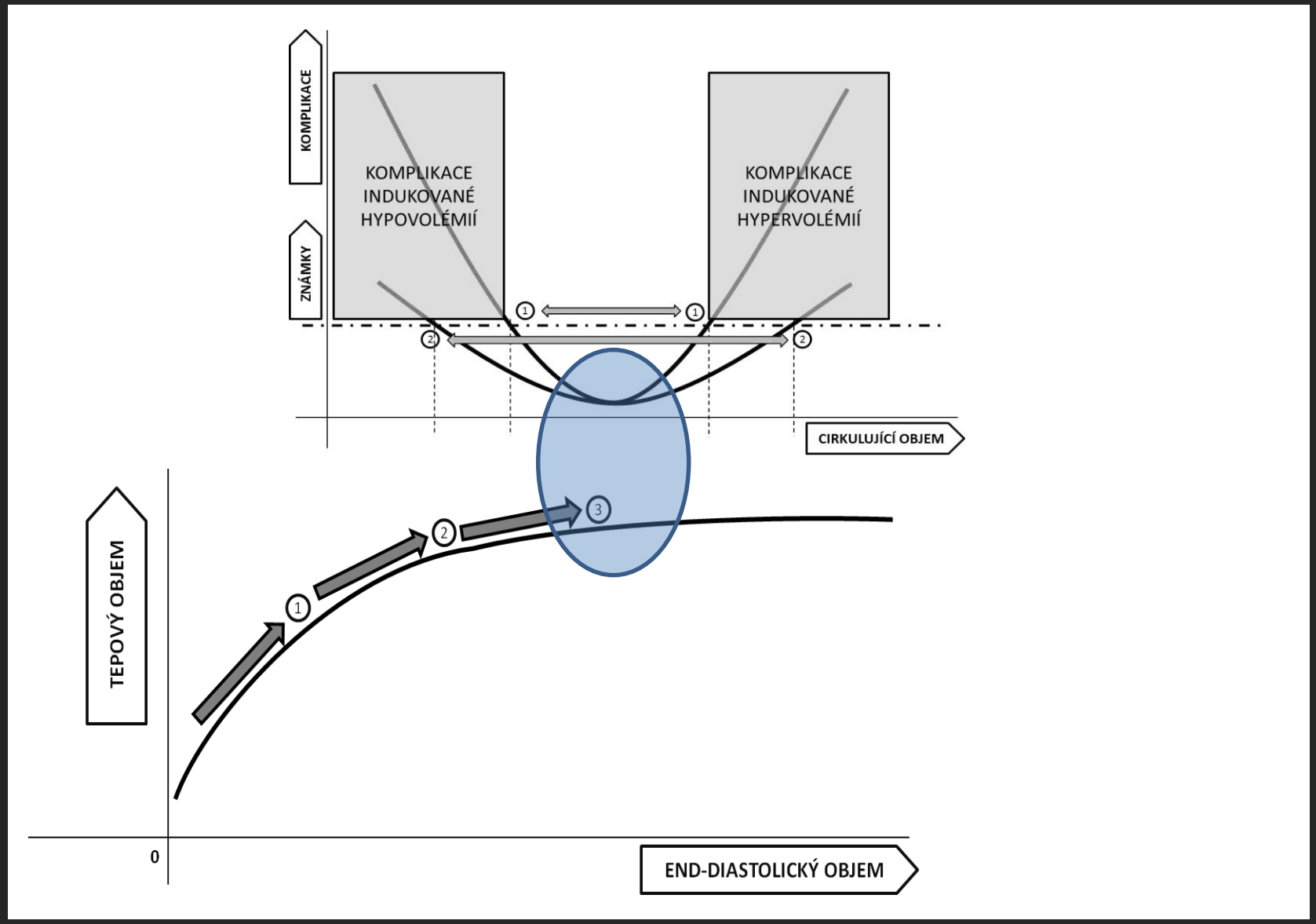
No increase in stroke volume after volume challenge
Volume cha


ŽILNÍ NÁPLŇ
ŽILNÍ TONUS
TEPOVÝ OBJEM =
ŽILNÍ NÁVRAT
END-DIASTOLICKÝ TLAK



OPRAVDU JE KAŽDÁ ZMĚNA SV PODMÍNĚNÁ JEN ZMĚNOU PRELOADU???

Optimální cíl tekutinové léčby



5

CÍLENÁ TEKUTINOVÁ ~~TERAPIE~~ RESTRIKCE (GDFR) SNIŽUJE RIZIKO NEADEKVÁTNÍ VARIABILITY TEKUTINOVÉHO PŘÍJMU

5

MINIMALIZACE UDRŽOVACÍ INFUZE (2ml/kg/h)
BOLUSY ad ?VV / delta 15%

MAP 65-90 mmHg

DVs ≈ 15%
FTc 300-330ms

SF 60-90 /min

$Hb \times SaO_2$

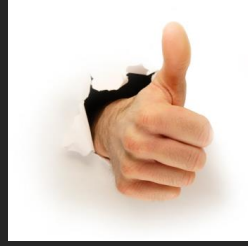
Benes *et al. BMC Anesthesiology* (2015) 15:148
DOI 10.1186/s12871-015-0131-8

BMC Anesthesiology

RESEARCH ARTICLE Open Access

Fluid management guided by a continuous non-invasive arterial pressure device is associated with decreased postoperative morbidity after total knee and hip replacement

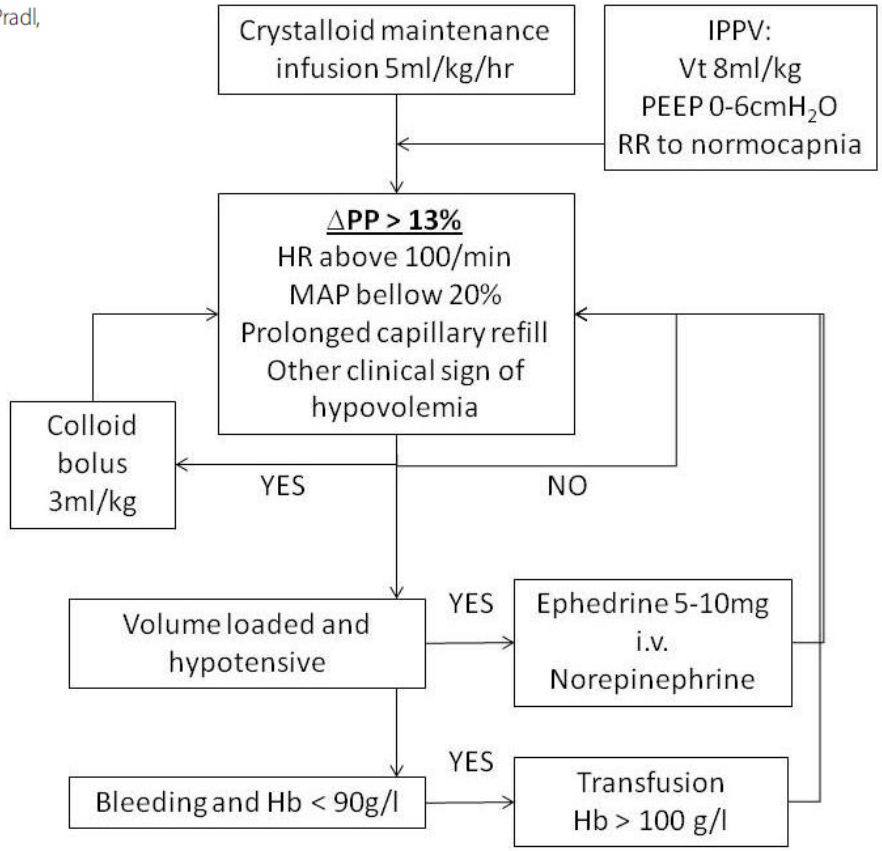
Jan Benes*, Lenka Haidingerova, Jiri Pouska, Jan Stepanik, Alena Stenglova, Jan Zatloukal, Richard Pradl, Ivan Chytra and Eduard Kasal



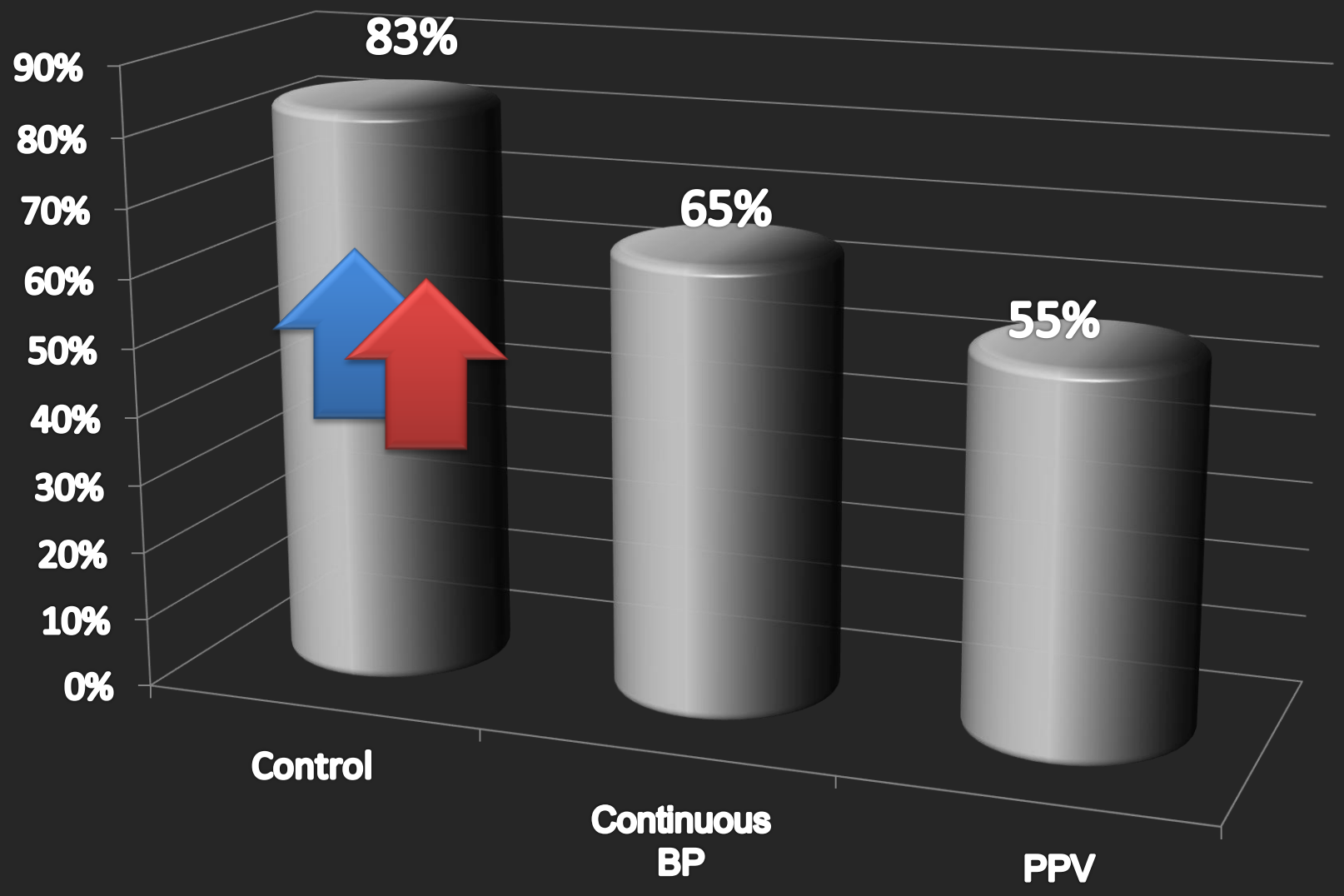
Goal:

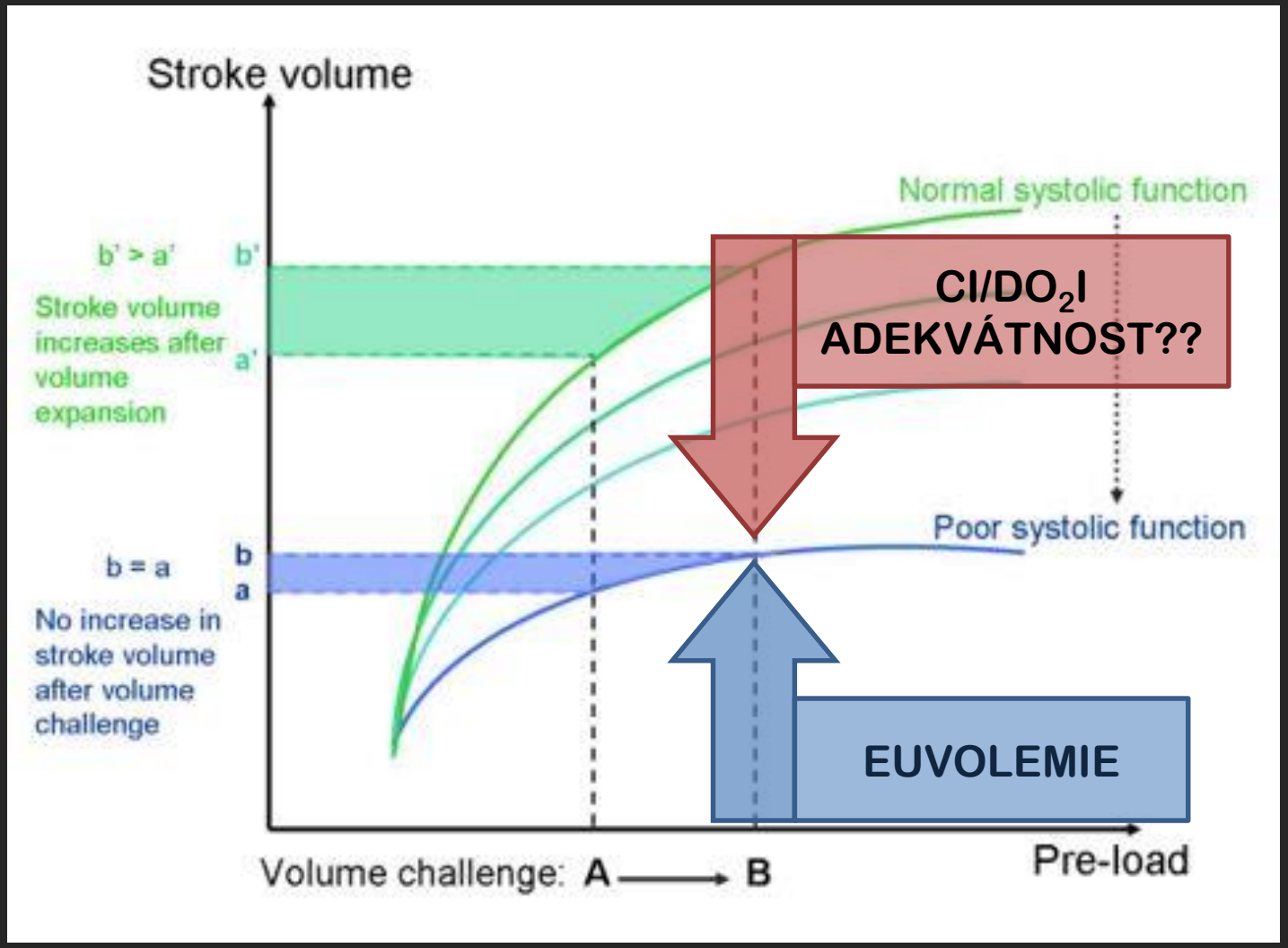
Restrictive maintanance

PPV < 13 %

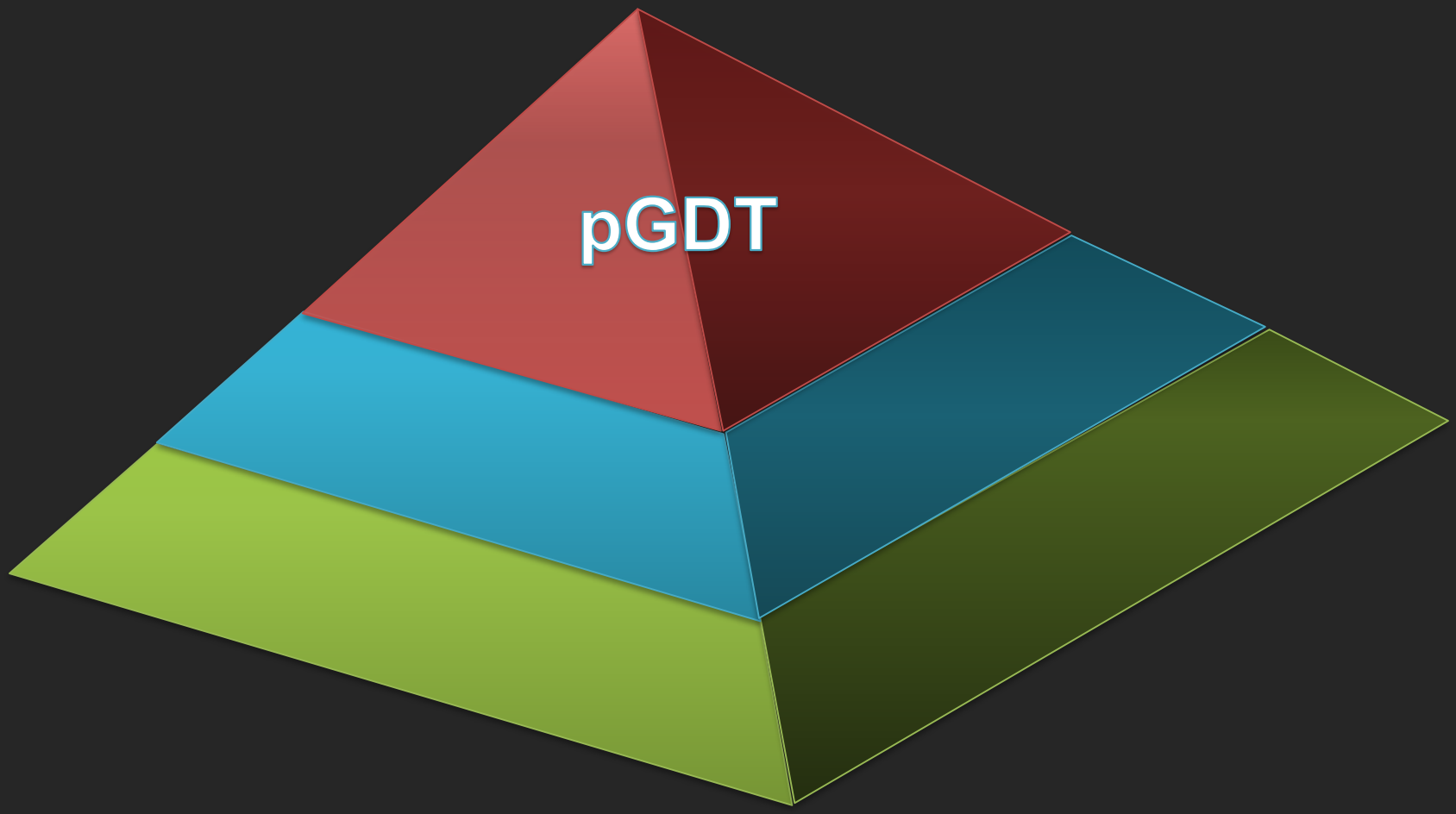


Komplikace




Stroke volume
Normal systolic function
b' > a'
b'
Stroke volume increases after volume expansion
a'
CI/DO2I
ADEKVÁTNOST??
Poor systolic function
b = a
b
a
No increase in stroke volume after volume challenge
EUVOLEMIE
Volume challenge: A → B
Pre-load

INTERVENCE



OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ

PRELOAD

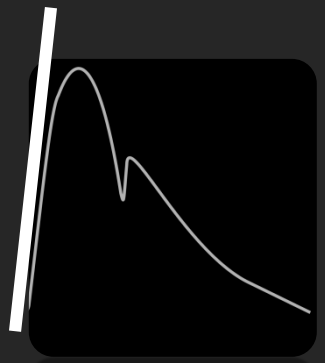
TEKUTINA

Ea dyn

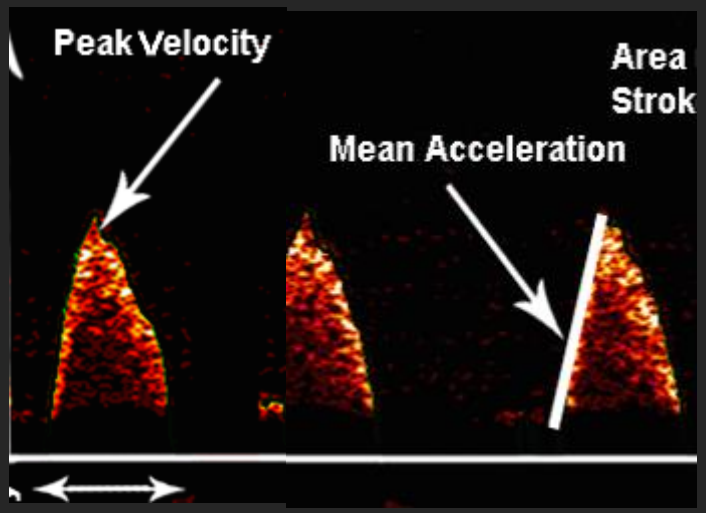
VAZOPRESOR
VAZODIALTOR

OPTIMALIZACE BEZ EXCESŮ

INOTROPIE



dPdt / dPmax



PV / MA

$$DO_2 \approx SF \times EF \times EDV \times Hb \times SaO_2$$

MAP 65-90 mmHg

Ea-dyn > 0,9

DVs ≈ 15%
FTc 300-330ms

SVI >35 ml/m²
PV 70-90 cm/s

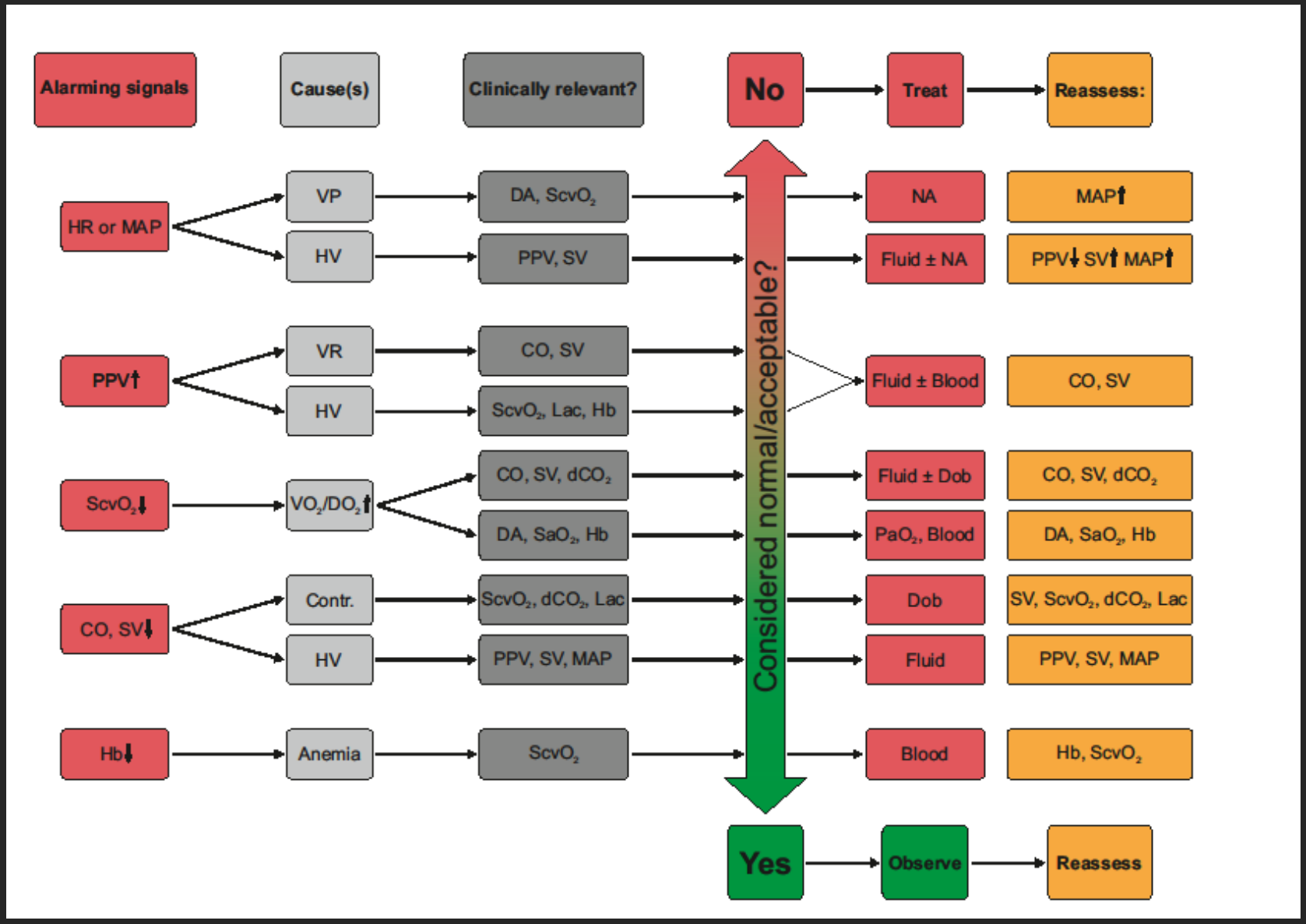
SF 60-90 /min

VAZOPRESOR
VAZODIALTOR

TEKUTINA

INOTROPIKUM
etc.

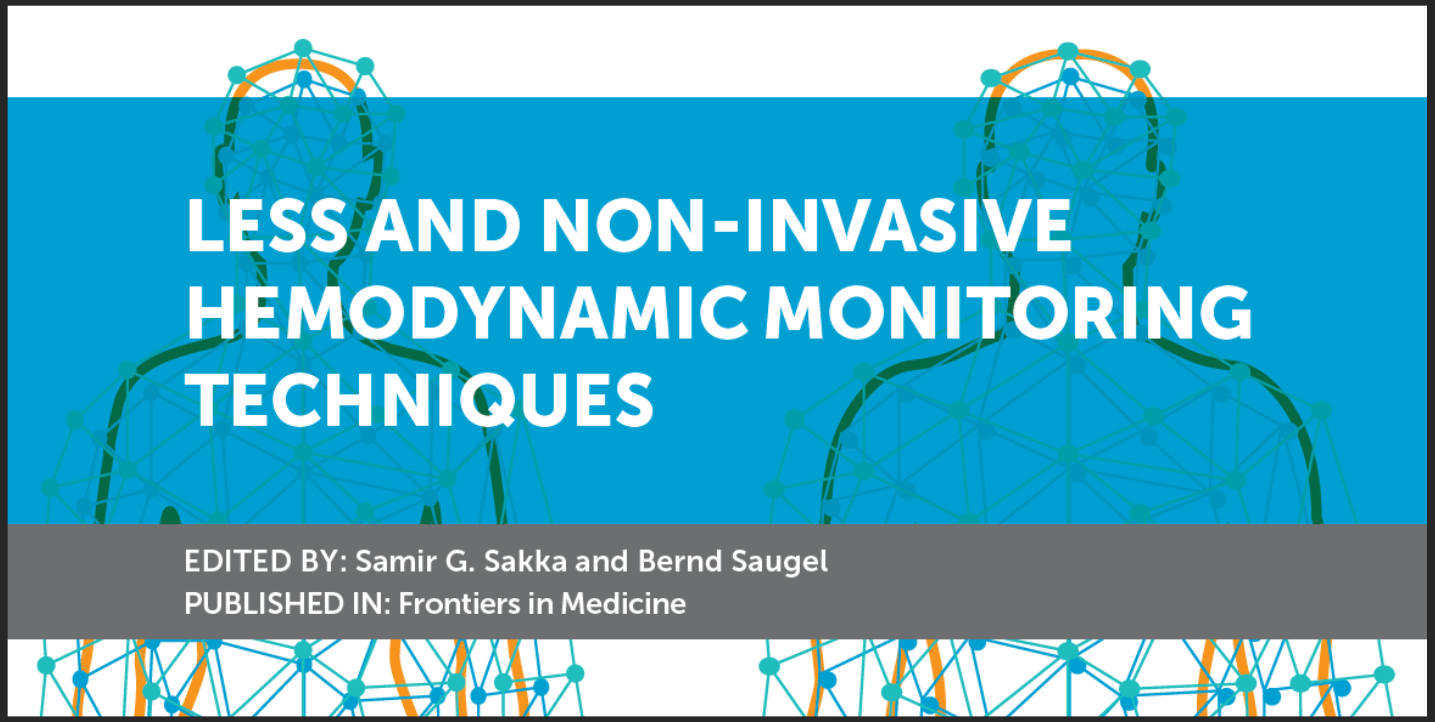
x Hb x SaO_2



Molnar, Benes, Saugel - submitted

6

HEMODYNAMICKÁ OPTIMALIZACE JE JENOM KOUSEK SKLÁDAČKY…



Díky za pozornost

benesj@fnplzen.cz