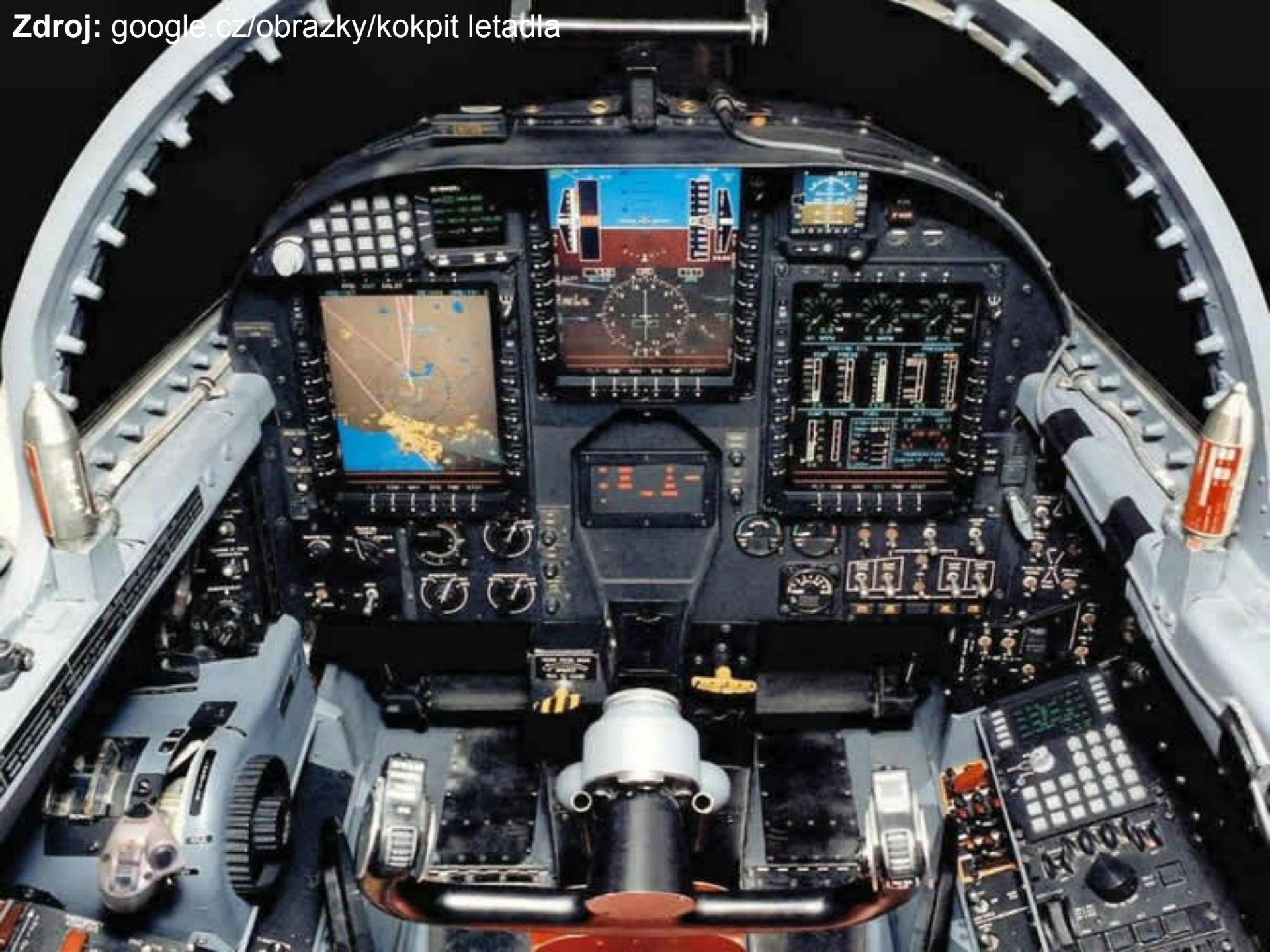


MONITORING V IP

Jaroslav Pekara

Zdroj: google.cz/obrazky/kokpit letadla



MONITORING

- Jaké máme možnosti?
- Cílem monitorování je ...
 - Výhody x nevýhody?

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

DÝCHÁNÍ

DECHOVÁ FREKVENCE

SATURACE HEMOGLOBINU KYSLÍKEM

ET CO₂

MONITOROVÁNÍ TLAKU, FLOW A ODVOZENÝCH HODNOT PŘI UPV

PEFR

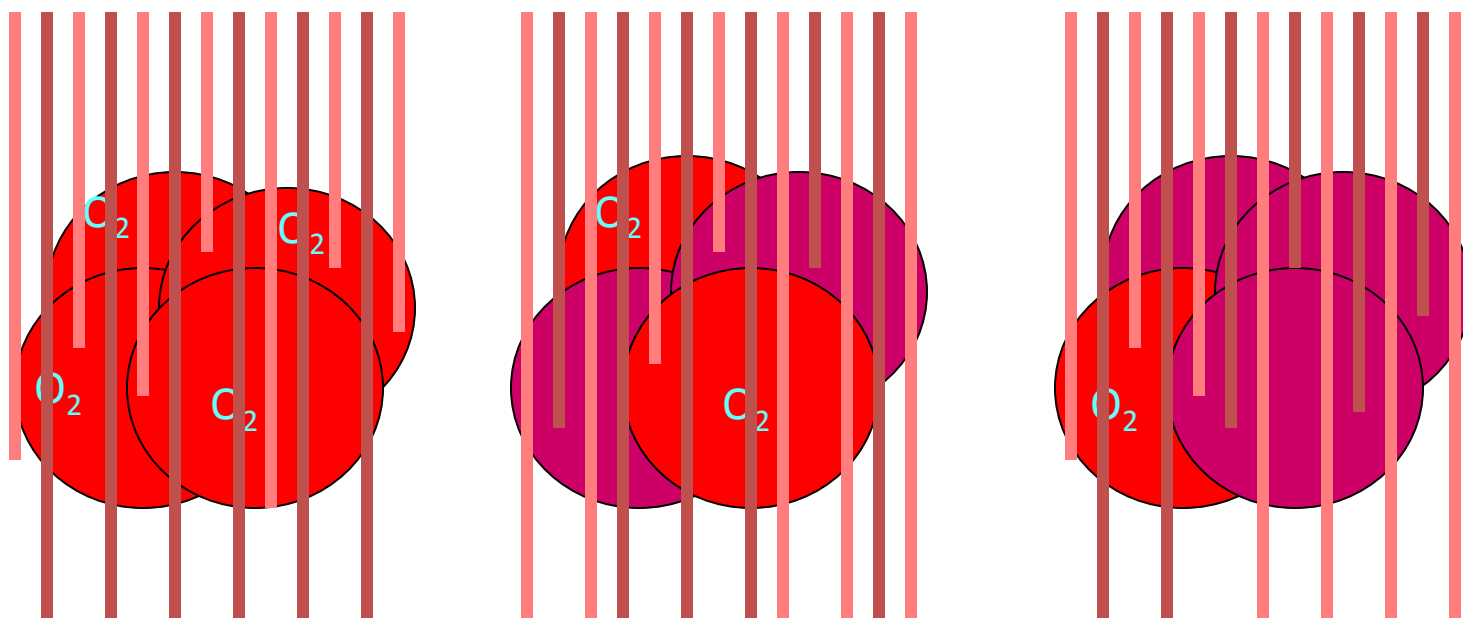
Monitorování respiračního systému

- Možnosti?
- Fyziologické hodnoty:
dospělý – **16-20/min**
(↑**20-24** = tachypnoe, ↓**12** = bradypnoe),

novorozenec – **40/min**
kojenci – **25/min**

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ **KREVŇÍ**

OBĚH - SATURACE HEMOGLOBINU KYSLÍKEM



CAVE!

- Již koncentrace 0,05 %, tj. 500 ppm, či asi 450 mg CO/m³ může zablokovat funkci u 50 % hemoglobinu s následným kolapsem a smrtí, přitom pulzní oxymetr může vykazovat saturaci i 95%!
- Obdobně při:
methemoglobinémii, kožních změnách (popáleniny), nalakovaných nehtech nebo při oběhových poruchách (chladná periferie).

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

KREVNÍ OBĚH - SATURACE HEMOGLOBINU KYSLÍKEM

- Fyziologické hodnoty: **95 – 98 %**.
- (CHOPN) ???
Tito nemocní mají nastavené své dechové centrum na nižší saturační hodnoty (např. 88 %).

Kapnometrie a kapnografie

- metoda měřící hodnotu parciálního tlaku oxidu uhličitého na konci výdechu = POSOUZENÍ alveolární ventilace (EtCO₂)
 - Fyziologické hodnoty:
35 - 45 mm Hg, 4,7 - 6kPa

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

DECHOVOU FREKVENCÍ LZE SNÍMAT

Z HRUDNÍCH ELEKTROD

FLOW SENSORU VENTILÁTORU

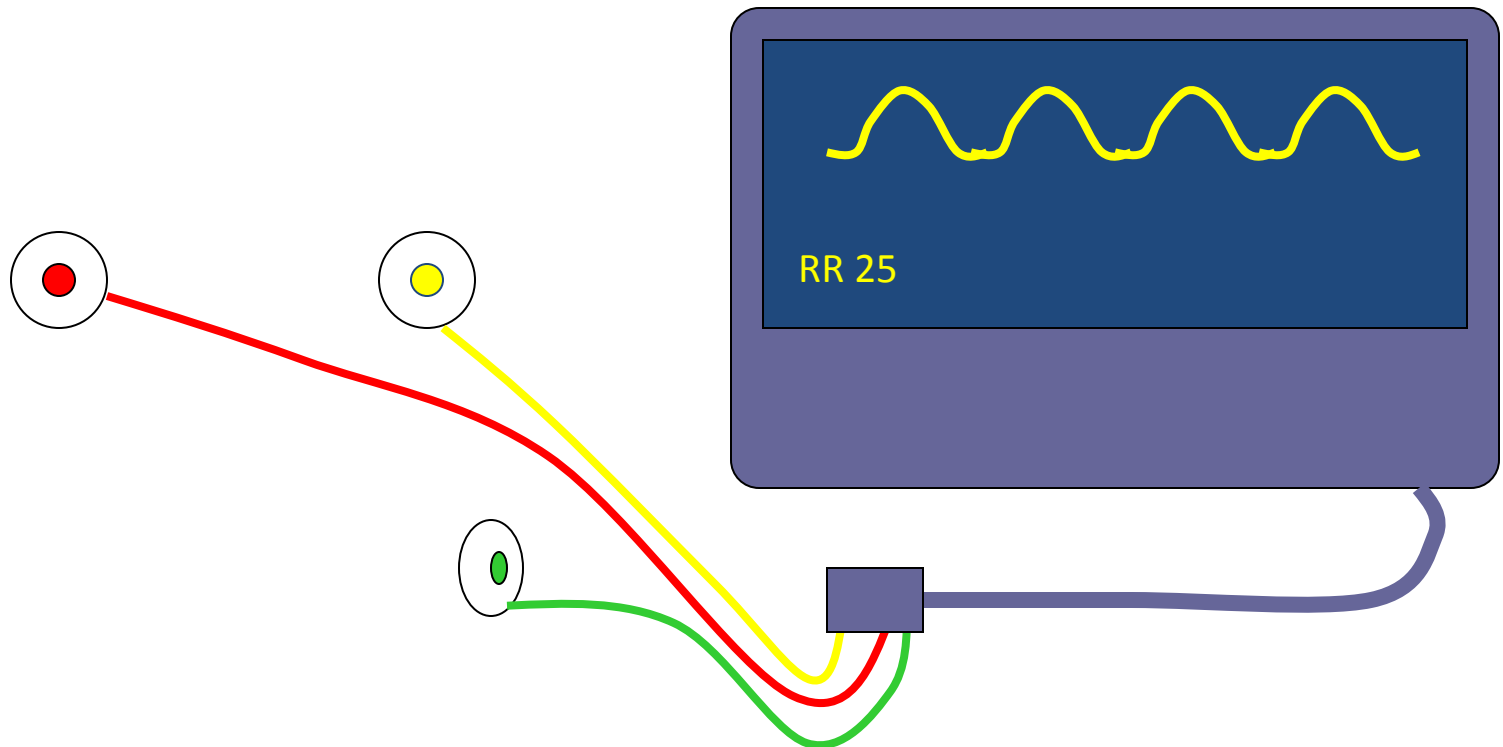
Z MONITOROVÁNÍ ET CO₂

APNOE MONITORU

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

DÝCHÁNÍ

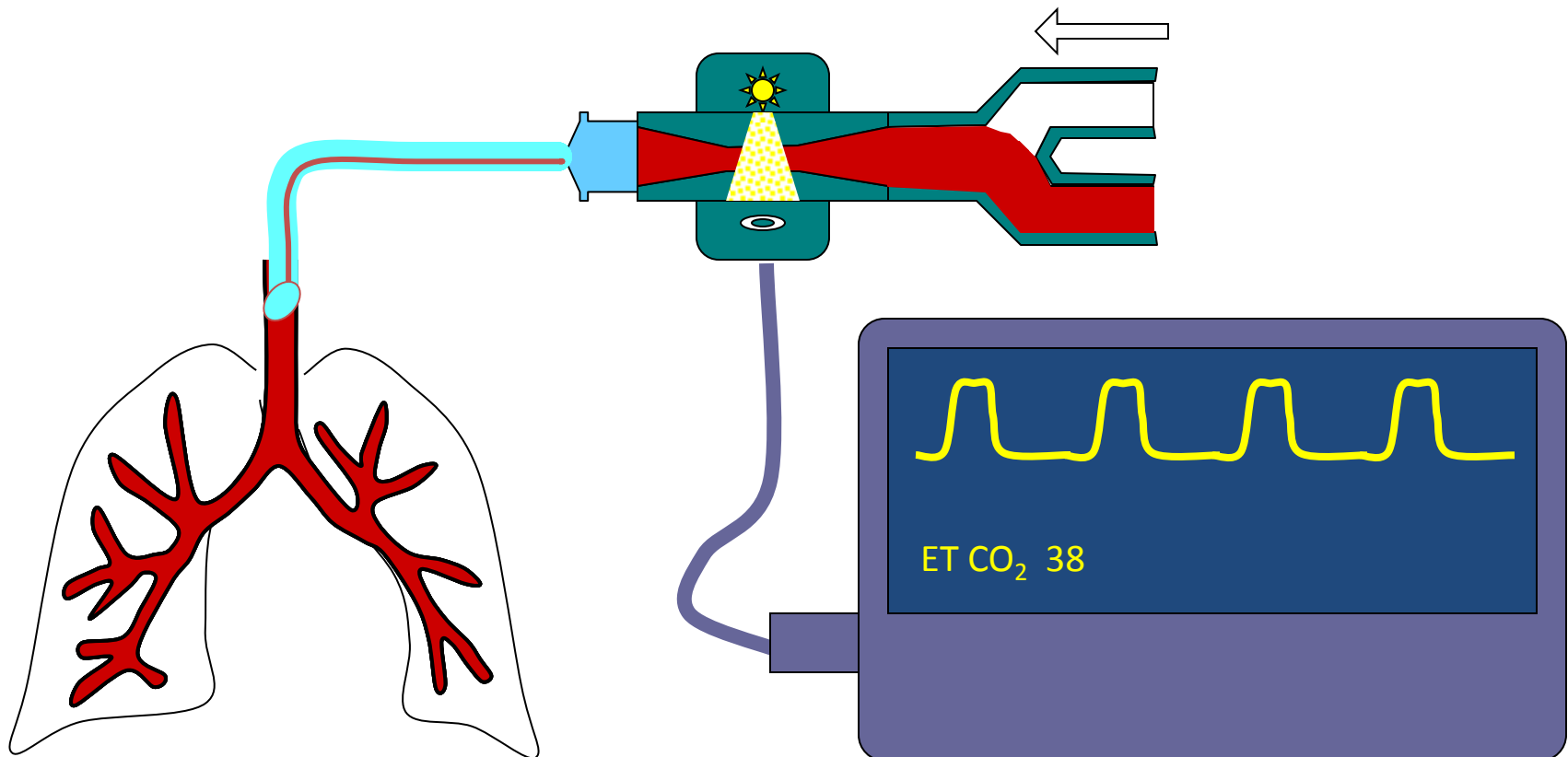
DECHOVÁ KŘIVKA



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

DÝCHÁNÍ

ET CO₂



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

DÝCHÁNÍ

ÚSKALÍ MONITOROVÁNÍ ET CO₂

ZAHLENĚNÍ

OBSTRUKCE

POVRCHNÍ DÝCHÁNÍ MALÝMI OBJEMY

PORUCHY ALVEOLOKAPILÁRNÍ BARIÉRY

RESTRIKCE PLOCHY PRO DIFÚZI PLYNŮ

ET CO₂

- Snížené hodnoty EtCO₂ lze pozorovat u:
hypotermie, asystolie, plicní embolii či hypotenzi.
- Naopak vysoké hodnoty pozorujeme u:
sepsy, poruchy ventilátoru, snížené alveolární ventilaci, zvýšené teplotě.

Hodnoty u UPV

- dechový objem (V_t), minutovou ventilaci (MV),
inspirační tlak (P_t),
 - koncentraci kyslíku ve vdechované směsi (FiO_2), dechovou frekvenci (f),
 - poměr inspira a expiria ($T_i : T_e$)

URGENTNÝ PRÍJEM ↑

PACIENTI NA LÔŽKU



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

KREVNÍ OBĚH

SRDEČNÍ FREKVENCE

EKG KŘIVKA

SATURACE HEMOGLOBINU KYSLÍKEM

ARTERIÁLNÍ TLAK

CENTRÁLNÍ ŽILNÍ TLAK

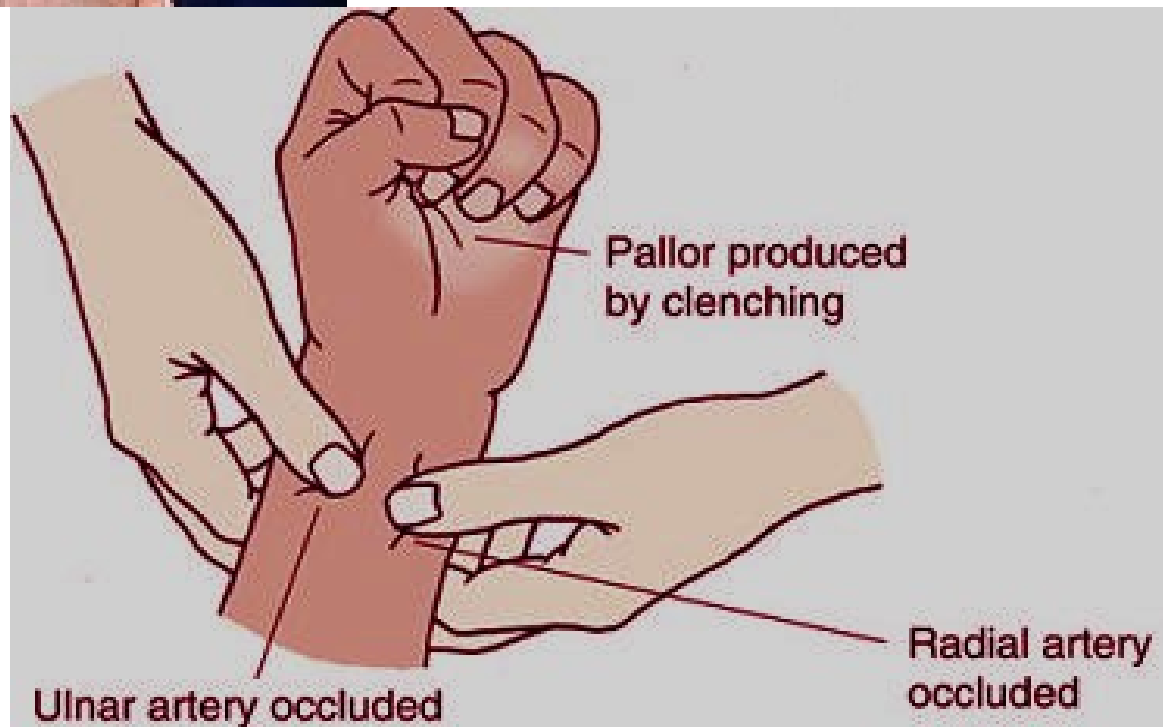


130-160/min

70-80/min

100-140/min

okolo 90/min



- **Rozeznáváme**
- Klidová tepová frekvence
- Aktuální tepová frekvence
- Maximální tepová frekvence
- **Výpočet maximální tepové frekvence**

Pro muže: $214 - (\text{věk} \times 0,8)$

Pro ženy: $209 - (\text{věk} \times 0,7)$

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ **KREVNÍ**

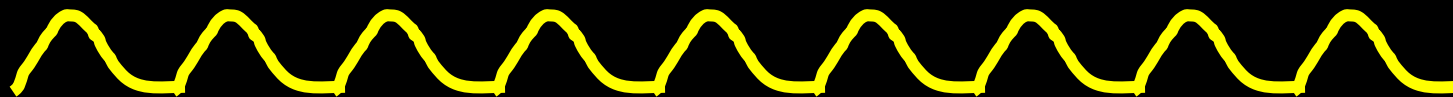
OBĚH - SRDEČNÍ FREKVENCE

SRDEČNÍ FREKVENCI LZE SNÍMAT

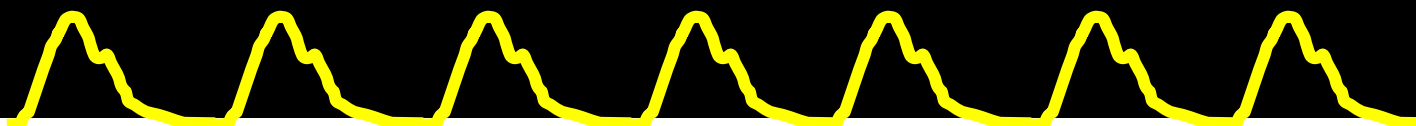
Z EKG KŘIVKY



PULZOVÉ VLNY



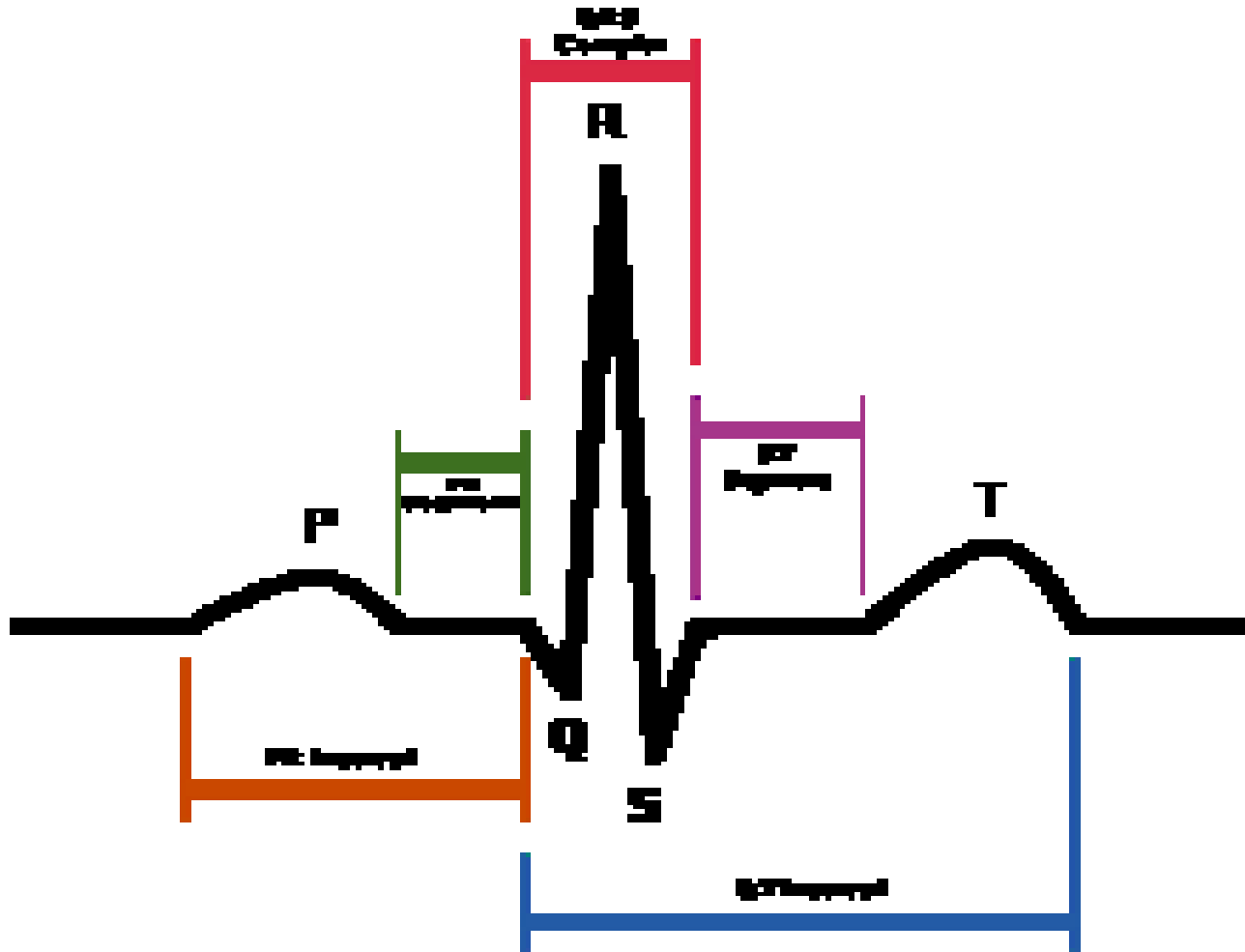
TLAKOVÉ KŘIVKY SYSTÉMOVÉHO TLAKU



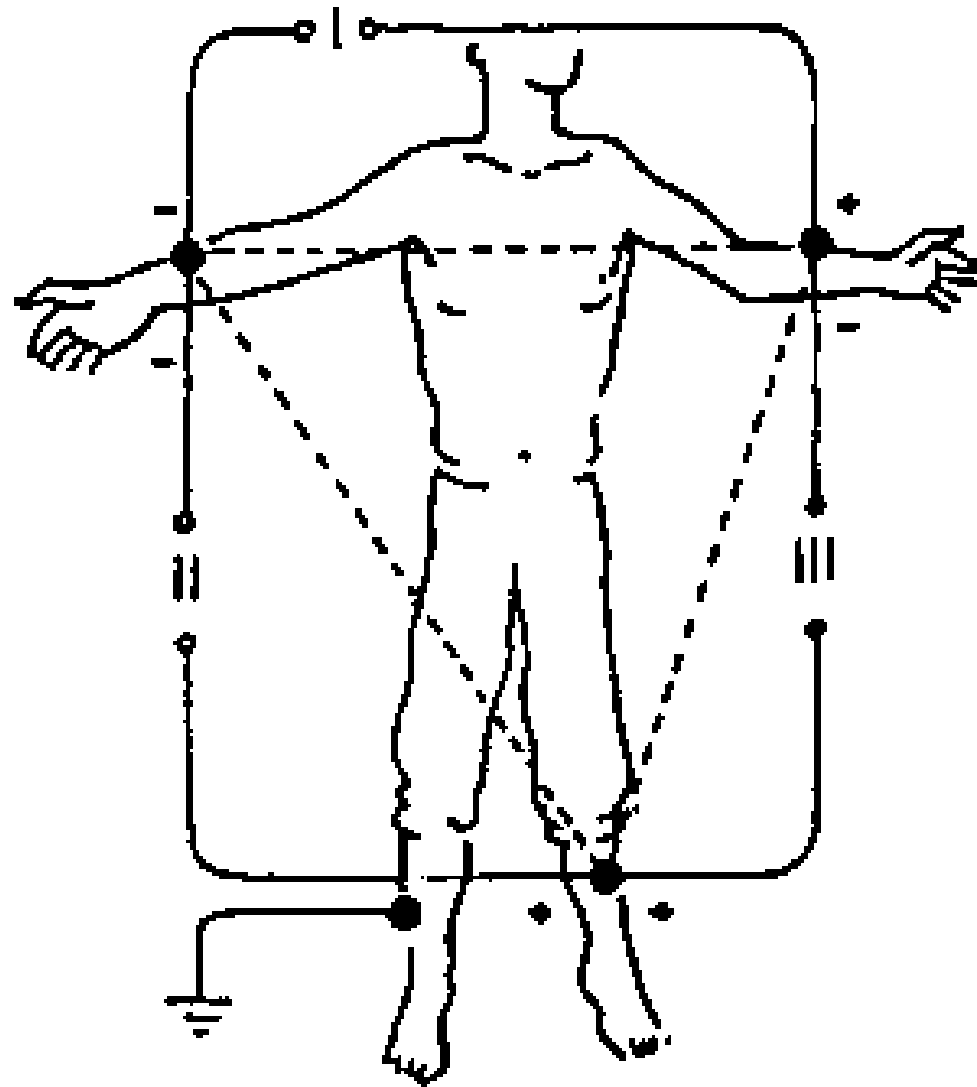
MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ **KREVNÍ** **OBĚH - SATURACE HEMOGLOBINU KYSLÍKEM**



EKG



Zdroj: [google.cz/obrazky EKG](https://google.cz/obrazky/EKG)



Zdroj: [google.cz/obrazky EKG](https://google.cz/obrazky/EKG)

Krevní tlak

Co je základem?

1) manžeta

2) znát hodnoty

TK v klidu: novorozenec 70/55 mmHg,

10 let věku 110/62 mmHg,

15 let věku 115/65 mmHg

MAP

Střední tlak krve (střední arteriální tlak)

- průměrná hodnota tlaku v průběhu jedné periody systola-diaastola

Výpočet: hodnota diastolického tlaku +jedna třetina tlakové amplitudy (tj. rozdíl mezi tlakem systolickým a diastolickým)

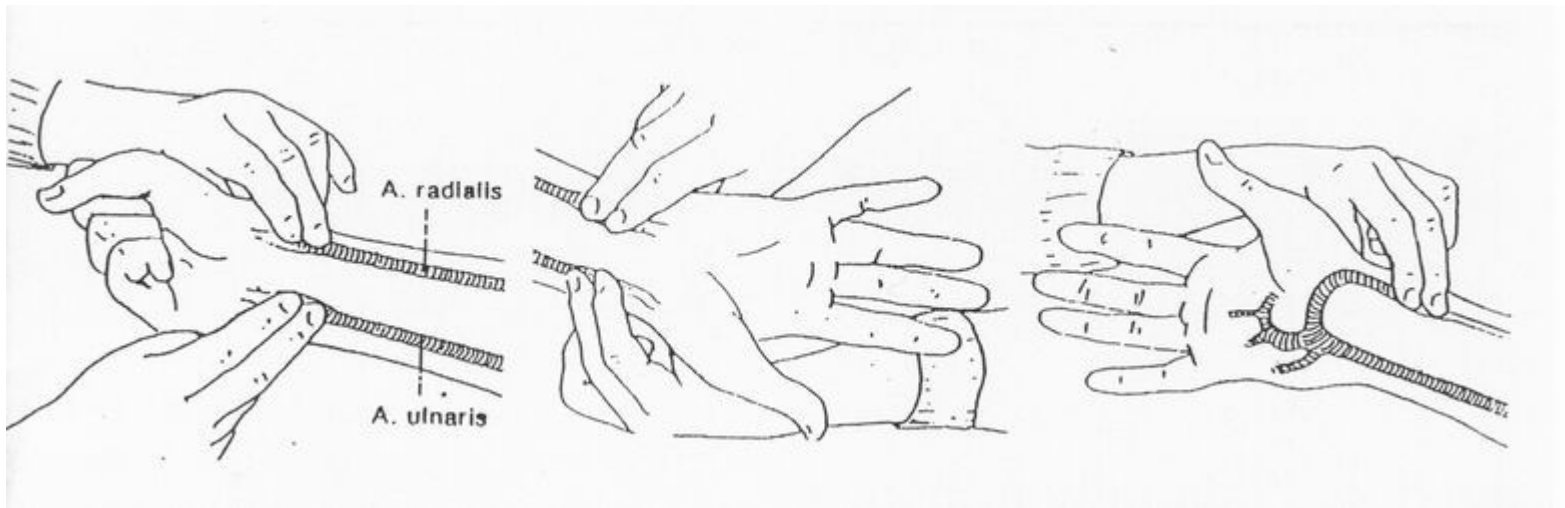
- Příklad: TK=130/85 střední tlak =100

$$85 + 1/3 \times (130 - 85) = 85 + 1/3 \times 45 = 85 + 15 = 100$$

Allenův test

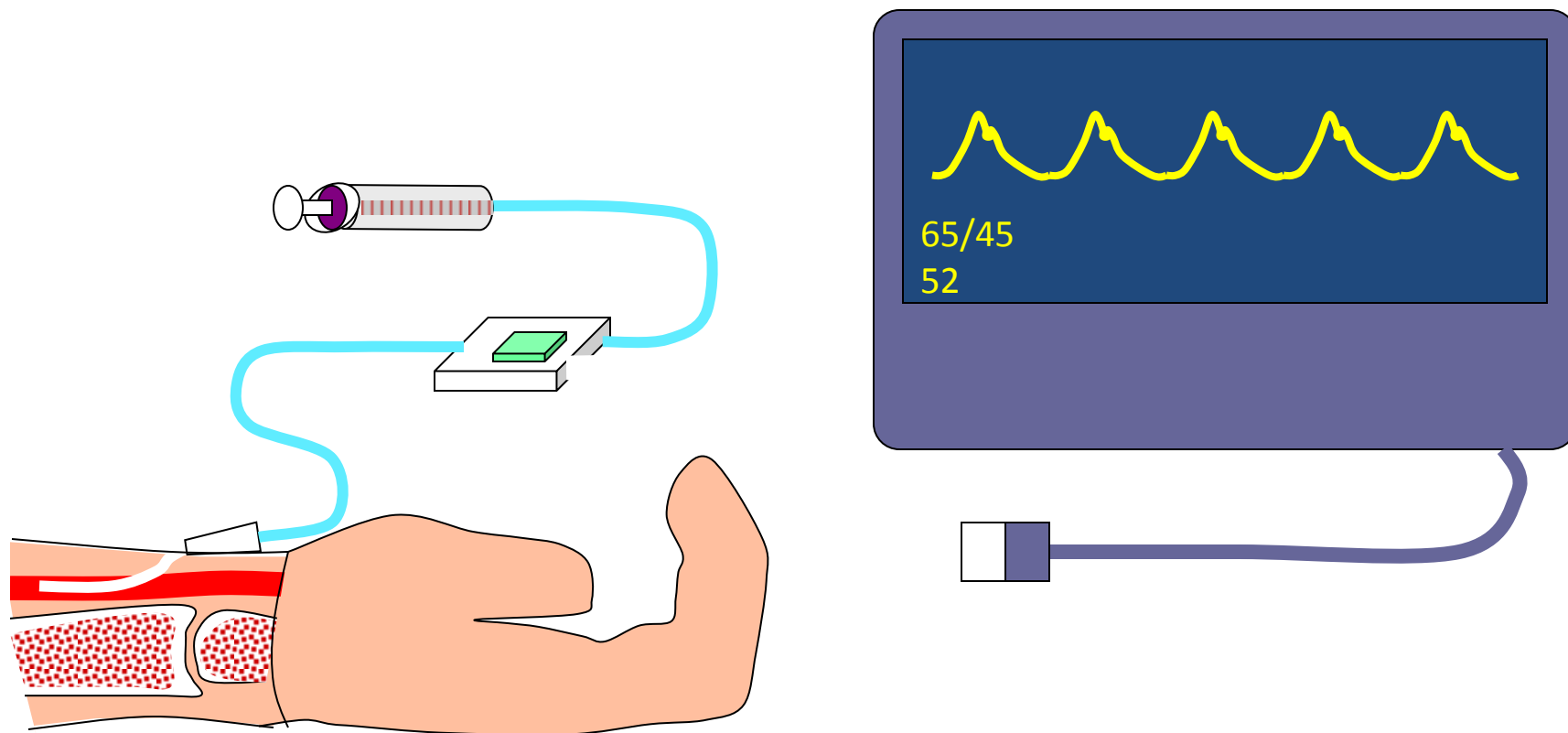
Nemocný zatne ruku do pěsti, lékař či sestra provede kompresi a. radialis i a. ulnaris a vyčká nástupu známek ischemie ruky (ruka je po natažení bledá). Pokud po uvolnění a. ulnaris nedojde do 10 vteřin k obnovení prokrvení ruky, je a. radialis na této končetině ke kanylaci nevhodná.

Allenův test



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ **KREVNÍ** **OBĚH - ARTERIÁLNÍ TLAK**

INVAZIVNÍ MĚŘENÍ ARTERIÁLNÍHO TLAKU



Indikace k invazivnímu měření krevního tlaku

- nestabilní krevní oběh
- podávání vasoaktivních látek
- mimotělní eliminační metody
- rozsáhlý, závažný operační výkon, transplantace plic, těžké trauma, polytrauma
- nutnost častého odběru vzorků arteriální krve

Místa zavedení arteriální kanyly

- **arteria radialis** - kanylaci provádíme zpravidla na nedominantní horní končetině - jednoduchost
- **arteria femoralis** – jednoduchost, hematoma, infekce, embolizace sklerotického plátu
 - **arteria ulnaris** – vzácně, obtížně
 - **arteria dorsalis pedis** - vyjímečně
- **arteria brachialis** – komplikace, trombóza

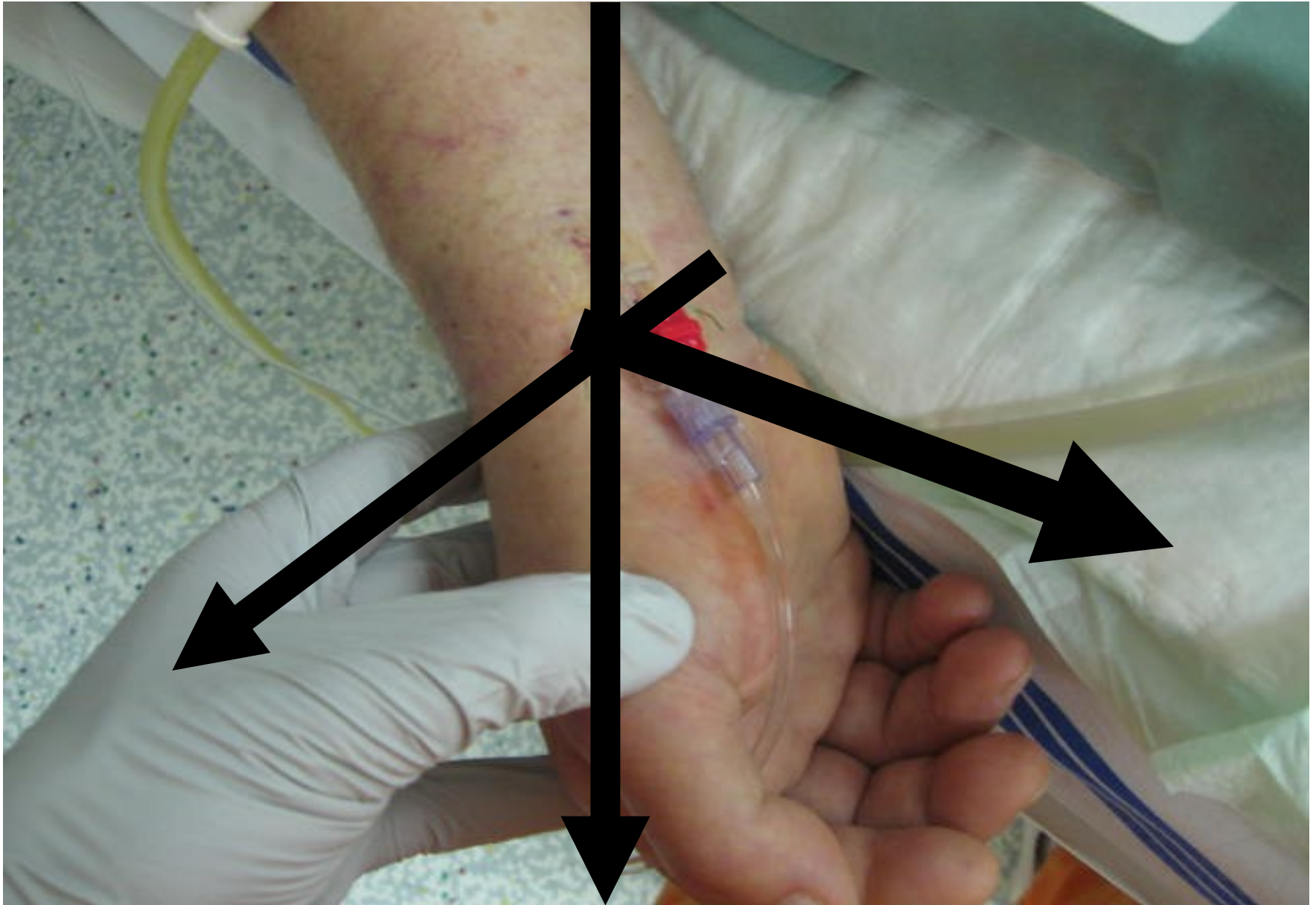
Nejčastější komplikace

- hematom
- vzduch v systému
- krev v systému
- zhoršená průchodnost kanyly (změna polohy)
- známky poškození stěny cévní - v průběhu arterie
typické zbarvení kůže (mramorované nebo bledé až bílé)
- technické komplikace (komůrka - monitor)

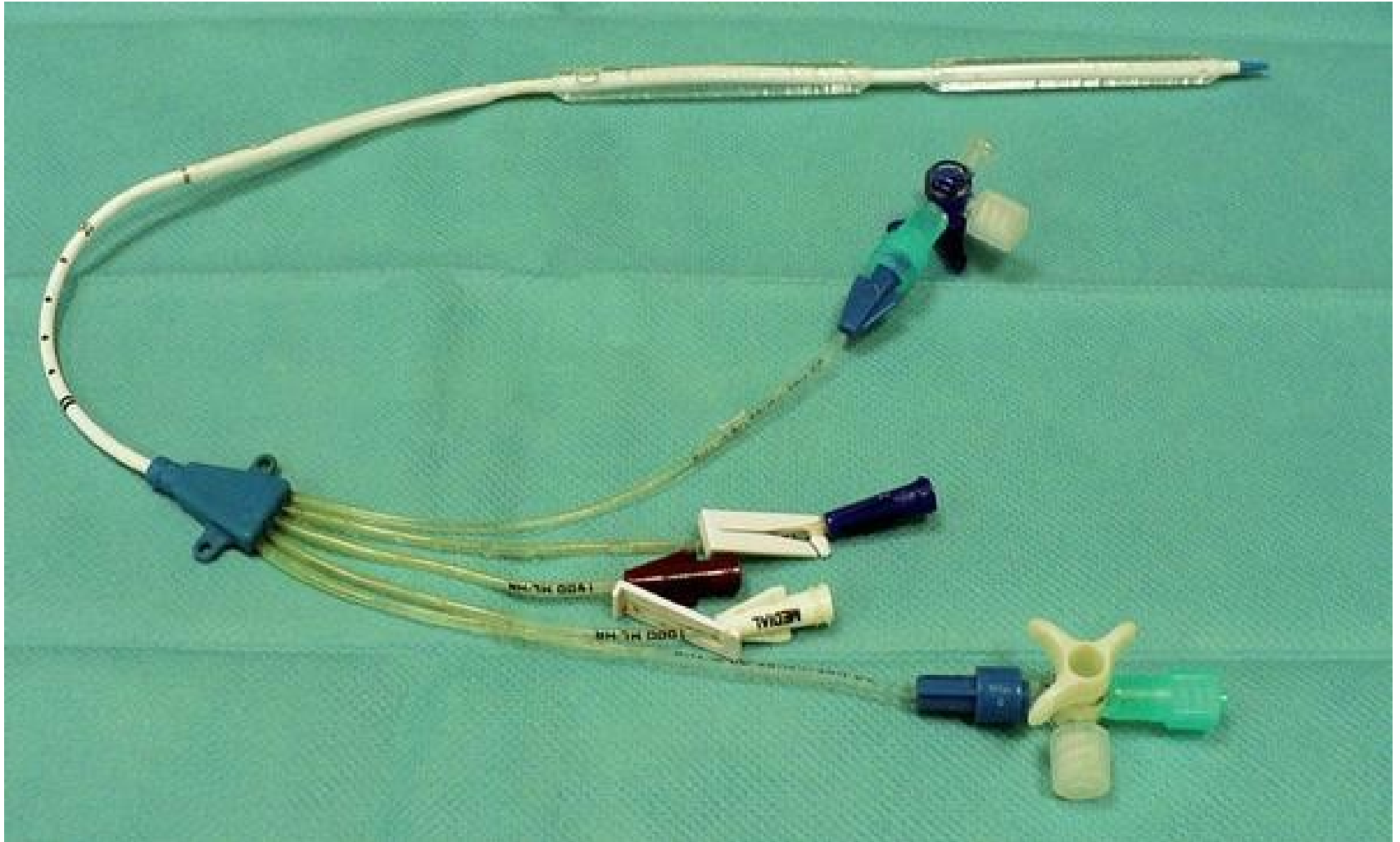
Arteriální kanyla

- NIKDY NIC NEAPLIKUJ!!!
 - ZRUŠENÍ KANYLY



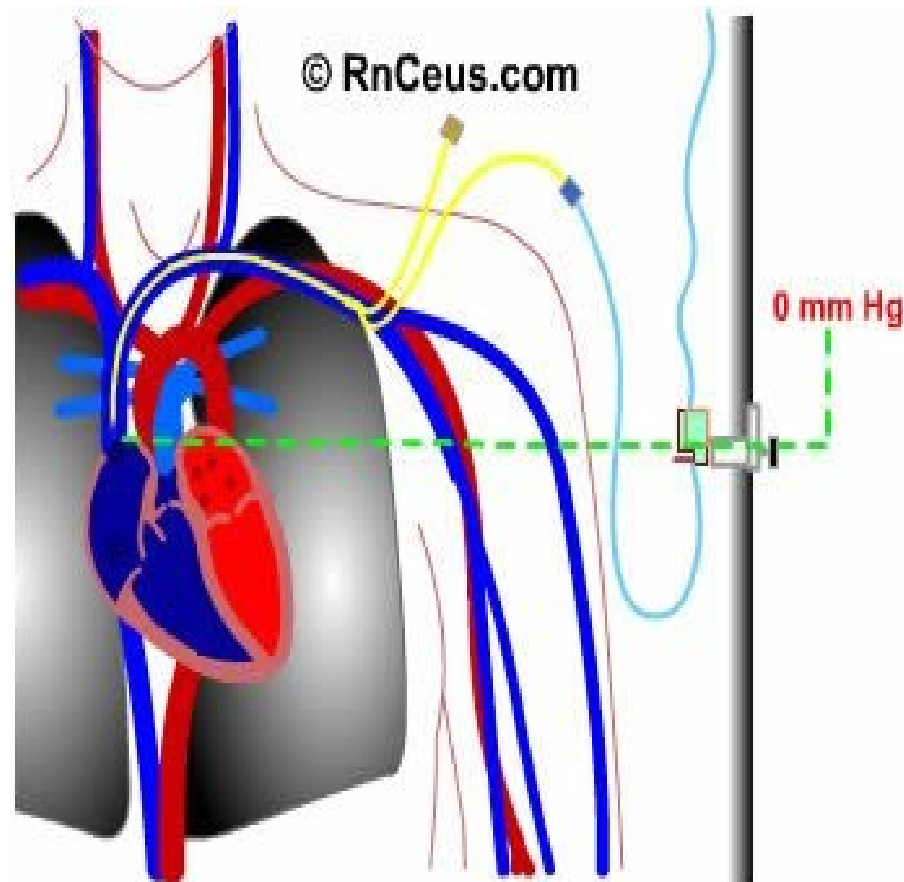


Monitorování CVP



Monitorování CVP

- Kam se zavádí?
- Indikace vs. KI
- Ošetřování
- Komplikace



Normální/referenční hodnoty CVP

- u spontánně dýchajícího pacienta se pohybují v rozpětí:
 - 5 - 10 cm H₂O (vodního sloupce)
 - 2 - 7 mmHg (rtuťového sloupce)
- vlivem mechanické ventilace se CVP může zvýšit o 3 - 5 cm H₂O (2 - 4 mmHg)

Hodnotu CVP ovlivňují různé faktory

- výkonnost pravého srdce
- náplň krevního řečiště
- tonus cév
- srdeční výdej
- dechová aktivita - nitrohruční tlak
- poloha pacienta

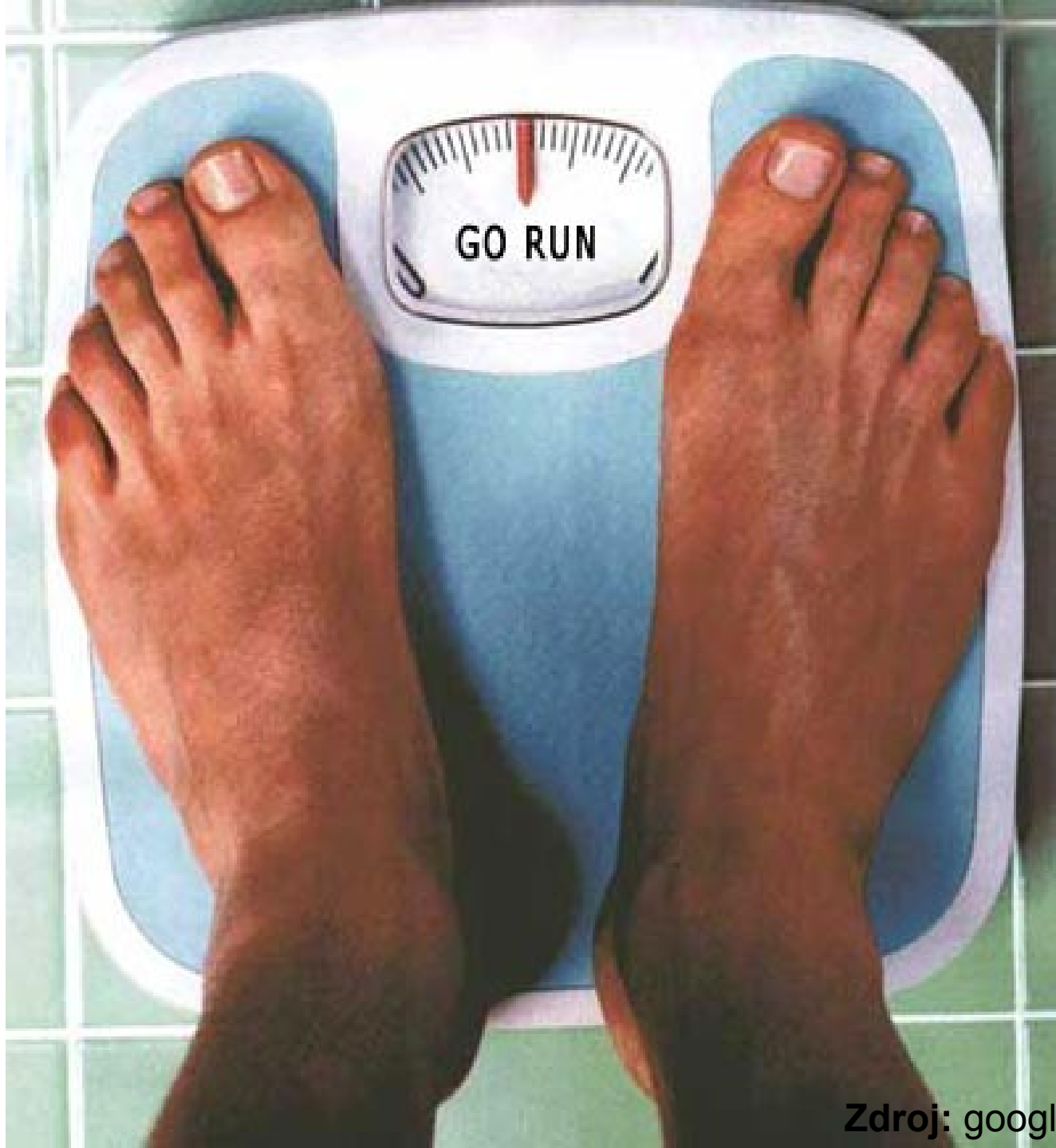
Komplikace při měření CVP

časné - při zavádění centrálního žilního katetru

- alergická reakce na místní anestetika
- vzduchová embolie
- krvácení, hematom
- pneumotorax, hemotorax
- arytmie aj.

Komplikace při měření CVP

- **pozdní** při zavedeném CŽK/monitoraci CVP
 - infekce - zánětlivá reakce - místní, celková (katetrová sepse)
 - trombotické
 - technické - zalomení až neprůchodnost, rozpojení systému
 - k uzávěru katetru může dojít v důsledku léků, koagulem
 - nesprávný postup kalibrace – viz postup, zásady měření CVP
 - přítomnost vzduchu v systému
 - rozpojení/netěsnost systému aj.



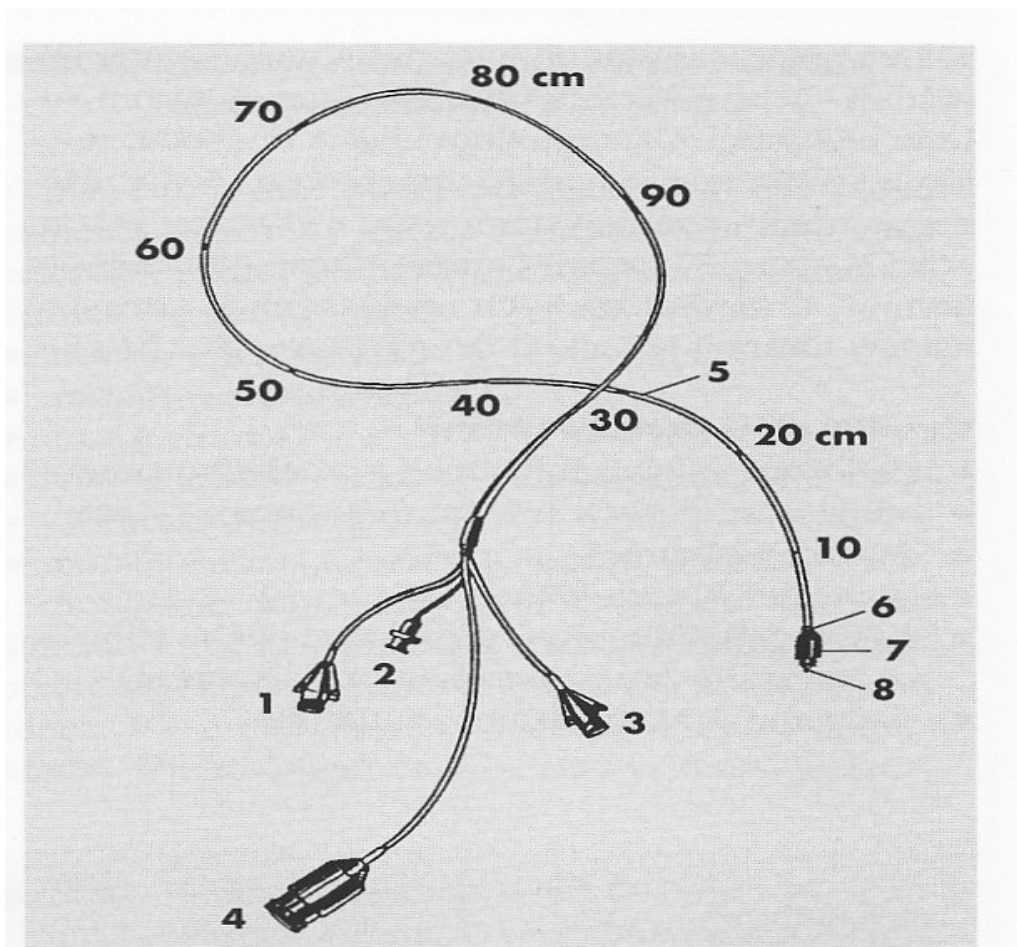
Monitorování tlaků v a. pulmonalis

- Swan-Ganzův katétr
- informace o CVP, teplotě, CO, hodnotě tlaku systolického, diastolického a středního v a. pulmonalis
- zavádění jako CŽK – zaplávání balónku

Zdroj obrázku:

Ševčík P, Černý V, Vítovec J et al. *Intenzivní medicína*. Galén, Praha, 2003. 430 stran. ISBN 80-7262-203-X

Swan-Ganzův katétr



Obr. 4.3. Swanův-Ganzův plovoucí balónkový katétr.
1 - proximální vstup; 2 - vstup pro naplnění balónku;
3 - distální vstup; 4 - výstup na termodiluční přístroj srdečního výdeje; 5 - proximální výstup (pravá síň); 6 - čidlo termistoru (plicnice); 7 - balónek; 8 - distální výstup

Monitorování tlaků v a. pulmonalis

- tlak v a. pulmonalis (**PAP – Pulmonary arterial pressure**)
= 25 – 30 mm Hg
- hodnotu zaklíněného tlaku v plicnici (**Pulmonary capillary wedge pressure PCWP**) = **5 - 12 mm Hg**
- udává preload levé komory a dává obraz o plicních tlacích levého srdce, současně i o náplni cévního řečiště, hodnota odpovídá hodnotě krevního tlaku v levé síni a současně hodnotě end-diastolického tlaku v levé komoře srdeční.
- hodnota středního tlaku v plicnici (**MPAP**) je **11 – 20 mm Hg**
- odběr smíšené žilní krve = **SvO2** (saturace hem. kyslíkem ve smíšené žilní krvi, normální hodnota **60 – 80 %**), jejíž hodnoty jsou cenné především u syndromu ARDS.

Monitorování tlaků v a. pulmonalis

Pravostranná katetrizace **indikována**:

- u těžkých šokových stavů, komplikovaném infarktu myokardu, při podezření PE, pooperační monitoring či oběhová nestabilita.
- Pokud není pravostranná katetrizace indikována, je **kontraindikována!!!**
- **komplikace:**
punkce tepny, krvácení, pneu/hemomothorax, srdeční tamponáda, infekce, mechanická komplikace s katetrem, plicní embolie.

Měření srdečního výdeje

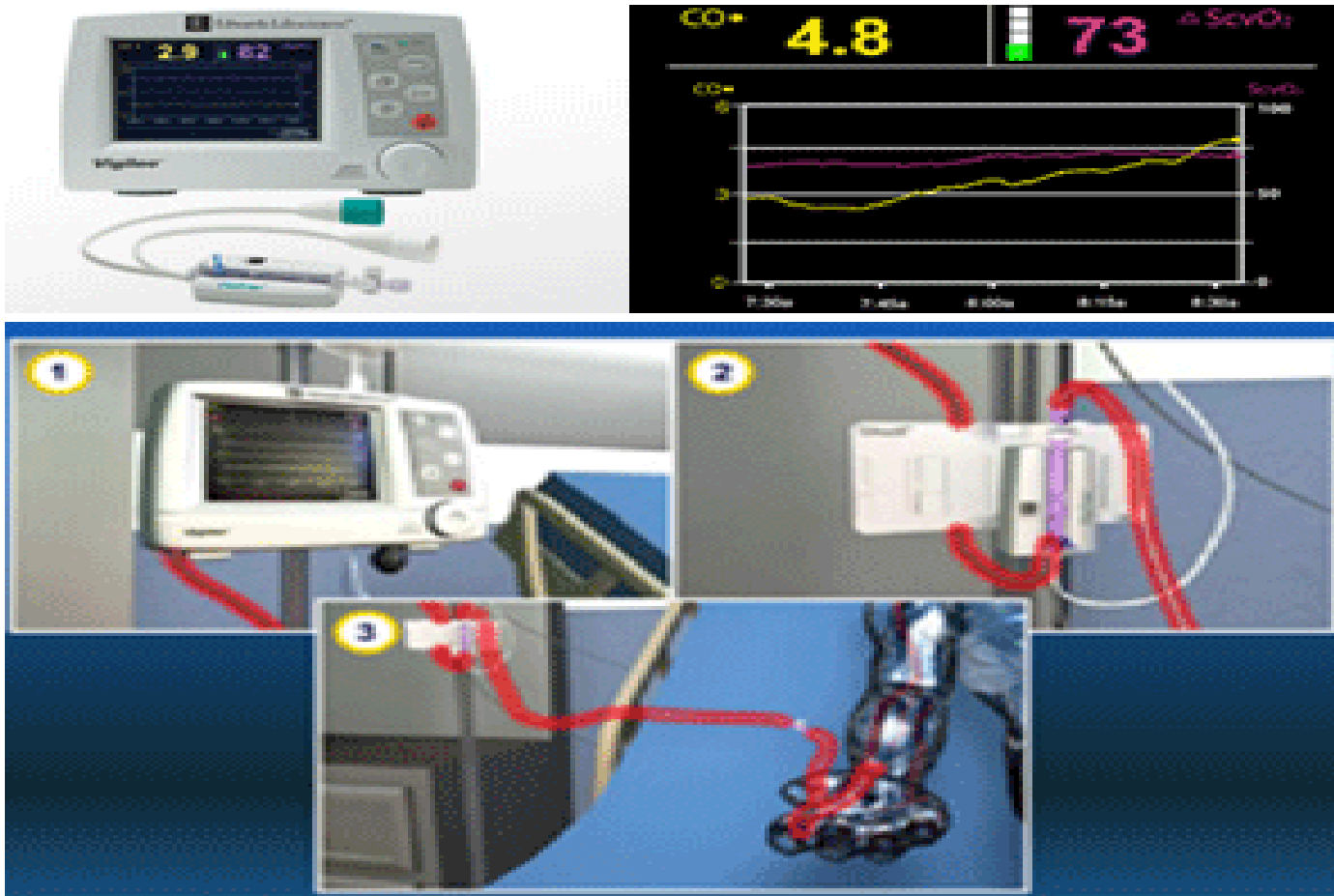
- množství krve přečerpané srdcem za 1 minutu
- Hodnota je dána součinem množství krve vypuzené srdcem během jednoho srdečního cyklu (SV - stroke volume) a srdeční frekvencí

CO – cardiac output

$$CO = HR \times SV$$

Měření srdečního výdeje

- mnoho přístrojů – například **LiDCO**, **PiCCO**, **VIGILEO**



Zdroj:

<http://www.edwards.com/products/mininvasive/vigileo.htm>

Měření srdečního výdeje

Měření hodnot pomocí termodilučních technik

Tab. 4.2. Hemodynamické monitorování – vypočtené hodnoty, tzv. hemodynamický profil

Název	Zkratka (mezin.)	Jednotky	Výpočet	Norma
srdeční index	SI (CI)	$l \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	CO/BSA	2,5-3,5
tepový objem	TO (SV)	ml	CO/TF	> 70
tepový index	TI (SVI)	$\text{ml} \cdot \text{m}^{-2}$	SV/BSA	> 35
systémová cévní rezistence	SCR (SVR)	$\text{dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5}$	$80 \cdot (sTK-PS)/CO$	800-1600
plicní cévní rezistence	PCR (PVR)	$\text{dyn} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-5}$	$80 \cdot (sPA-WP)/CO$	80-160
index tepové práce LK	ITPLK (LVSWI)	$\text{g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	$SVI \cdot (sTK-PS) \cdot 0,0136$	40-75
index tepové práce PK	ITPPK (RVSWI)	$\text{g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$	$SVI \cdot (sPA-WP) \cdot 0,0136$	> 10

Pozn: Další hodnoty používané k vyhodnocení hemodynamického profilu

● **Arteriální katétr**

- arteriální tlak – pulsový tlak, střední arteriální tlak, srdeční rytmus
- arteriální krevní plyny – P_{O_2} , P_{CO_2} , pH, saturace, hemoglobin

● **Centrální žilní katétr**

- centrální žilní tlak
- krevní plyny z centrálního žilního řečiště – P_{O_2} , P_{CO_2} , pH, saturace

● **Plicnicový katétr**

- tlaky v plicnici
- krevní plyny smíšené žilní krve – P_{O_2} , P_{CO_2} , saturace
- kontinuální saturace smíšené žilní krve (nutný speciální katétr)
- srdeční výdej
- tlak v zaklínění
- ejekční frakce pravé komory (nutný speciální katétr)

Speciální monitorovací techniky

Jugulární oxymetrie (S_jO_2)

Monitorace nitrolebního tlaku (ICP)

Mozkový perfúzní tlak (CPP)

Invazivní neuromonitoring

Jugulární oxymetrie (S_jO_2)

- měření saturace hemoglobinu kyslíkem v bulbus superior venae jugularis interna metodou refrakční spektrofotometrie
- monitorace metabolismu a perfuze mozku
- saturace hemoglobinu kyslíkem z centrální žíly

Jugulární oxymetrie (S_jO_2)

↓ **40%** - *ischémie mozku* - zvýšit $paCO_2$, zvýšit CPP

(hypoxémie, zvýšený metabolismus, snížený CO, anémie)

40 – 60% - *hypoperfúze mozku* → zvýšit $paCO_2$, zvýšit CPP

60 – 80% - *normální hodnoty*

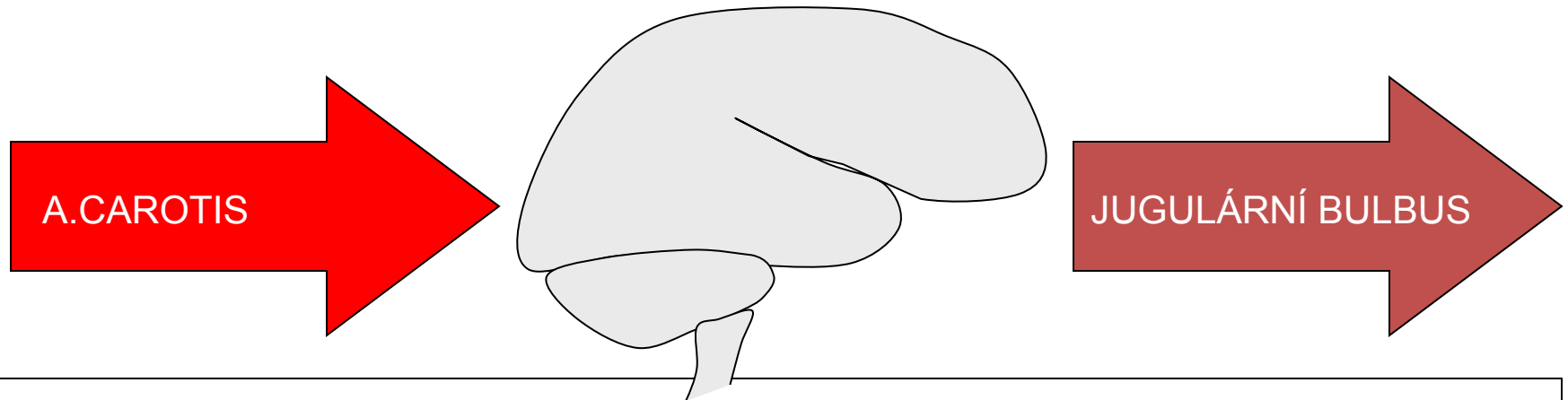
80 – 90% - *hyperperfúze* → redukce průtoku krve mozkiem

(hyperventilace)

↑ **90%** - *není průtok krve mozkiem – smrt mozku*

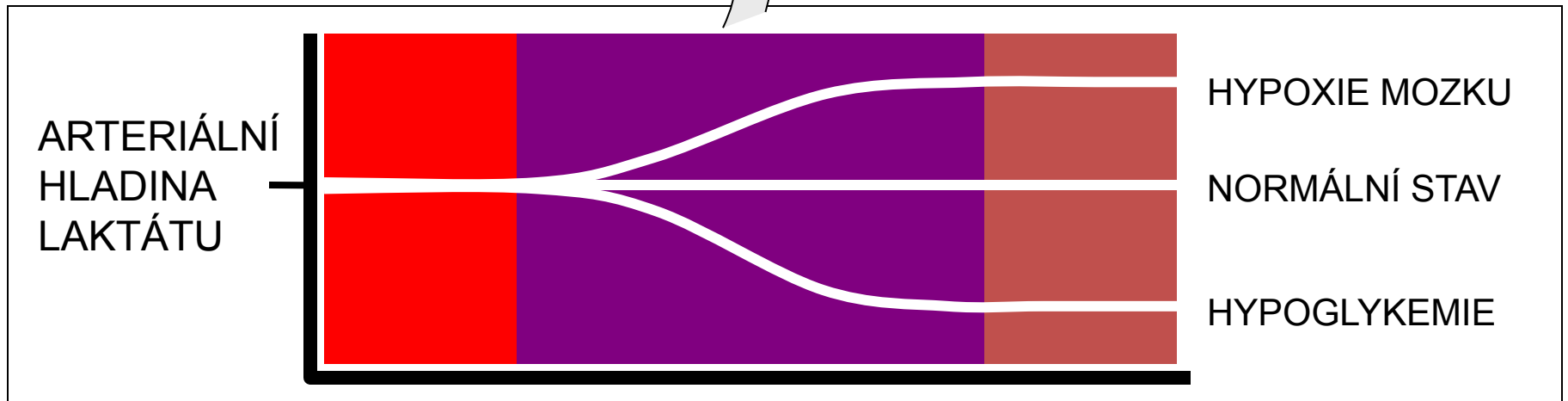
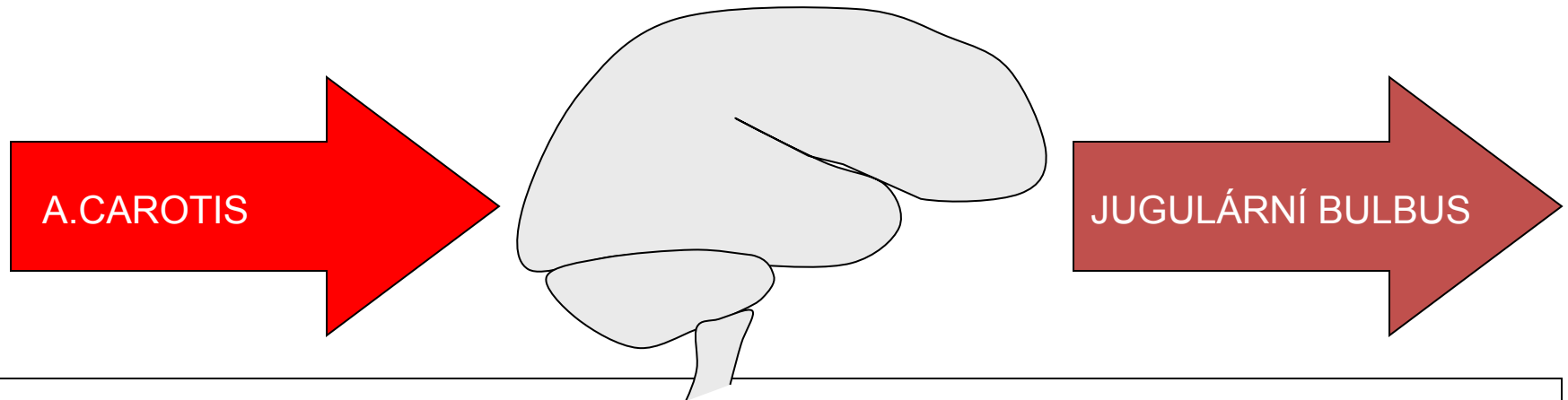
MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

CENTRÁLNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA OXYMETRIE V JUGULÁRNÍM BULBU



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

CENTRÁLNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA LAKTÁT V JUGULÁRNÍM BULBU



Monitorace nitrolebního tlaku (*Intra Cranial Pressure*)

Hodnoty nitrolebního tlaku:

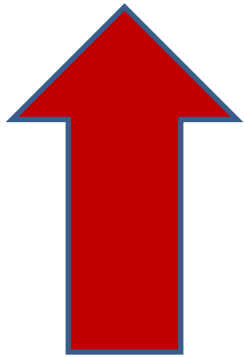
10 - 15 mmHg – normální hodnota

15 - 30 mmHg – mírná nitrolební hypertenze

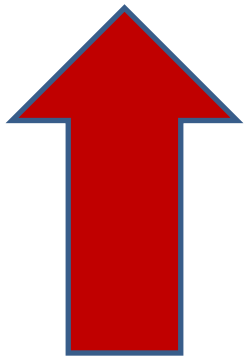
30 - 50 mmHg – těžká nitrolební hypertenze

nad 50 mmHg – významně patologický

Monitorace nitrolebního tlaku (*Intra Cranial Pressure*)



nádory mozku, absces mozku, edém mozku, nitrolební krvácení, poruchy resorpce, nebo sekrece mozkomíšního moku

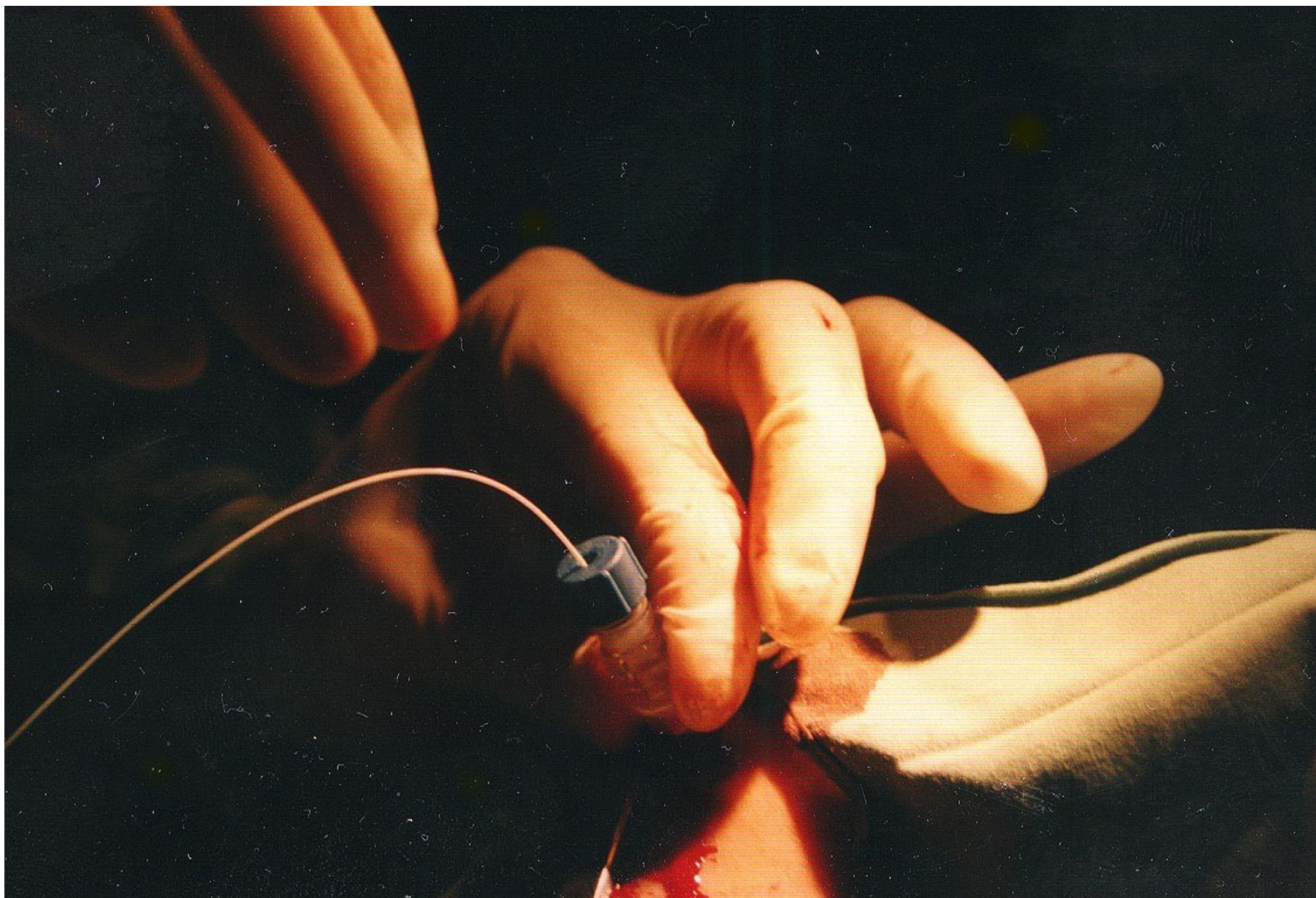


velké tlaky, rozčilení, OTI, anestetika, nesprávně zvolený ventilační režim, hyperkapnie a hypoxie, nesprávná poloha pacienta - neumožňuje odtok žilní krve z mozku, nesprávně zvolená infuzní léčba s přívodem např. hypotonických roztoků



Pro měření tlaku máme využíváme čidla:

- **intraventrikulární** – katétr se zavádí návrtem v čelní krajině do předního rohu jedné z postranních komor. Čidlo se napojí a sleduje monitorově.
- **intraparechymové** - přímo do mozkové tkáně – zavádí se do nepostižené, nedominantní hemisféry. Pomocí druhého čidla se může provádět mikrodialýza, pomocí které můžeme měřit hladinu Glycerolu, která nám ukazuje možnou ischemii tkáně.



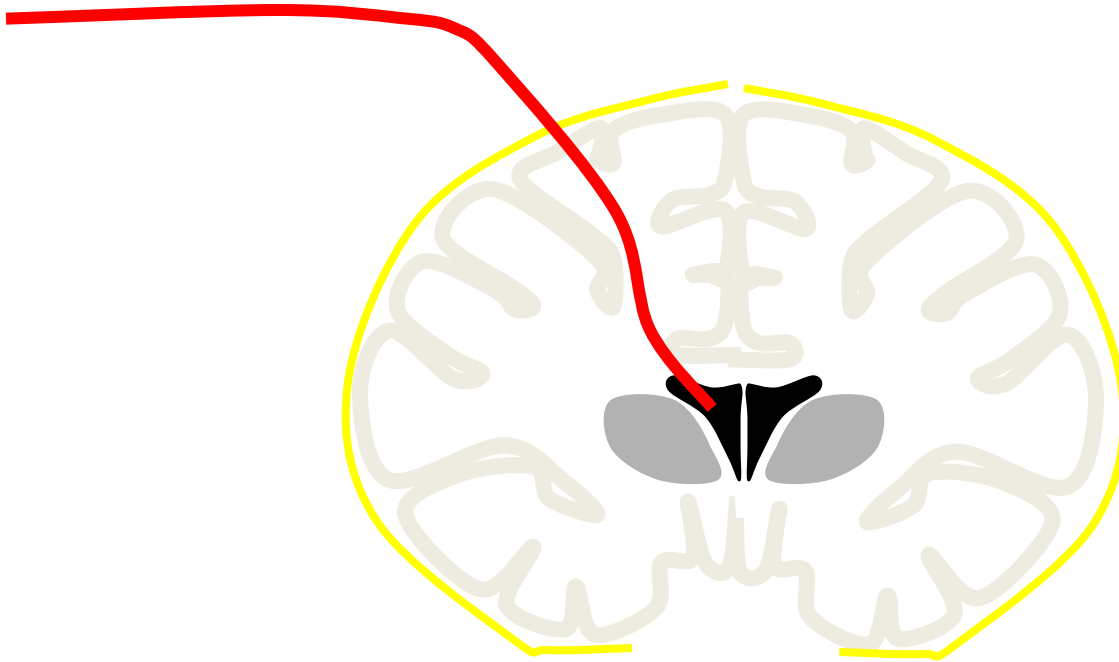
Použito z přednášky: MUDr. Martin Sádlo, 1 LF UK, 2008

MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

CENTRÁLNÍ NERVOVÁ SOUSTAVA

- INTRAKRANIÁLNÍ TLAK

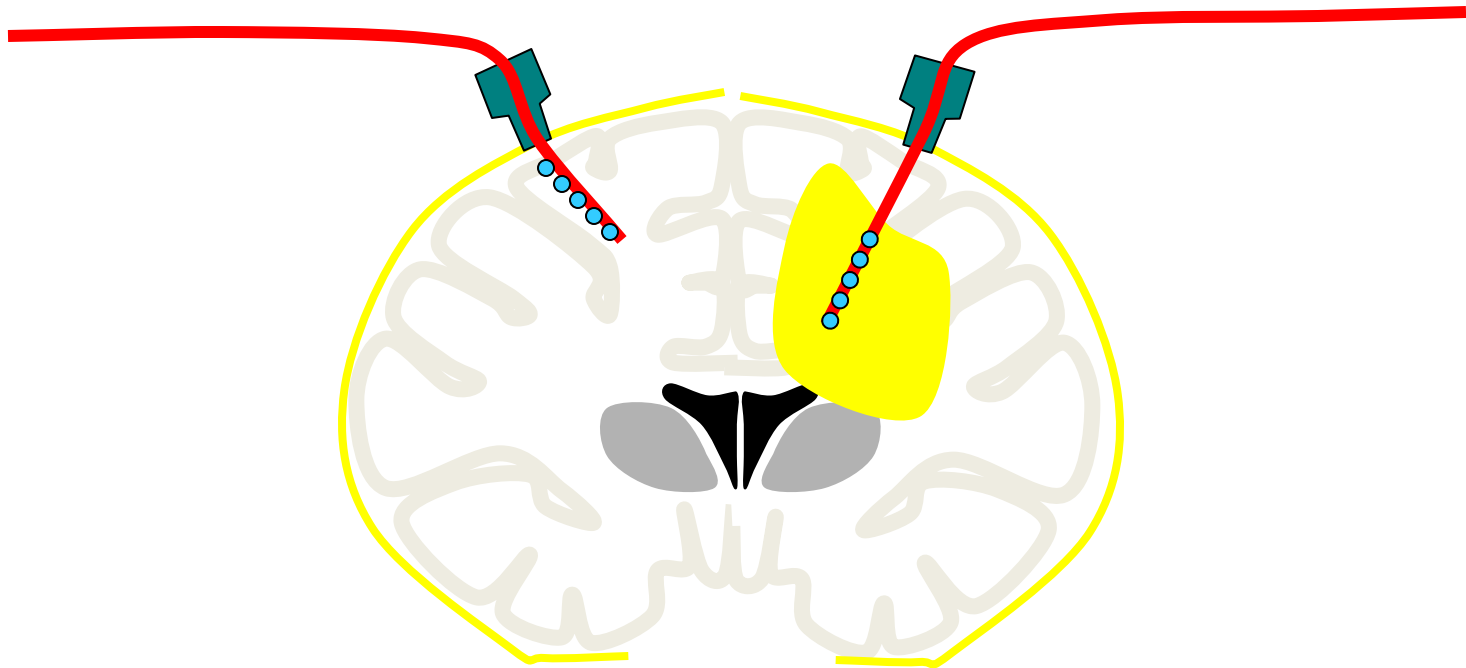
INTRAVENTRIKULÁRNÍ ČIDLO



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

INVAZIVNÍ NEUROMONITORING

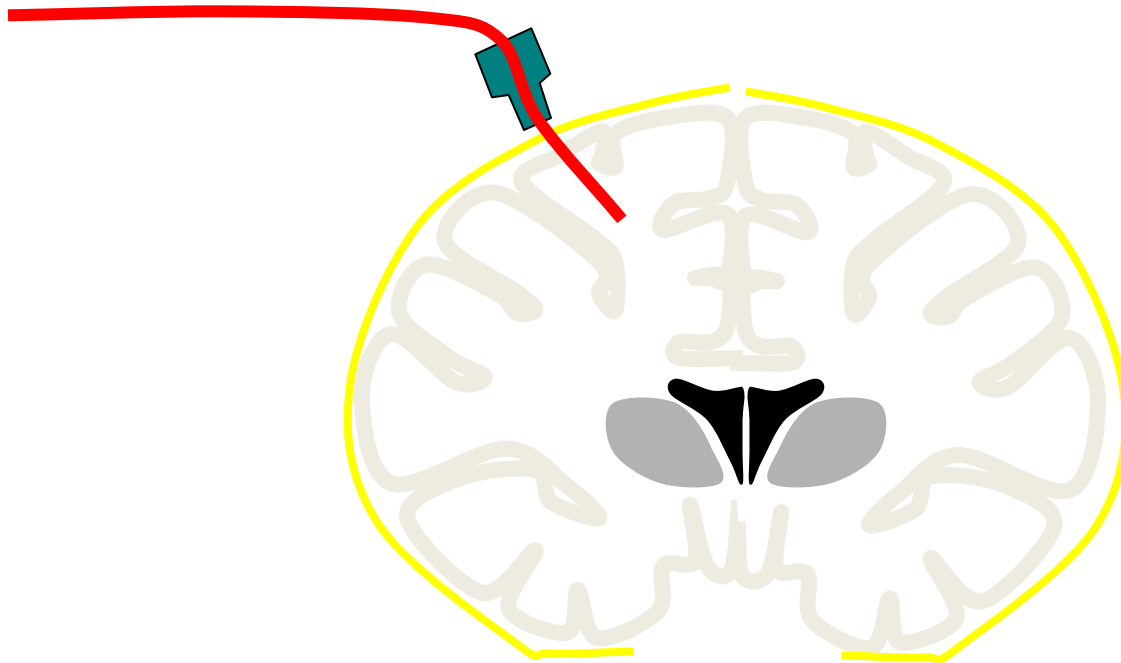
TKÁŇOVÉ pH, pO₂, pCO₂, TEPLOTA, SATURACE



MONITOROVÁNÍ VITÁLNÍCH FUNKCÍ

INVAZIVNÍ NEUROMONITORING

MIKRODIALÝZA



HYPOXICKÉ MARKERY
LAKTÁT : PYRUVÁT

CYTOTOXICKÉ MARKERY
GLUTAMÁT, GLYCEROL

Tělesná teplota

- **invazivně** pomocí jícnového čidla, čidla zavedeného v močovém katétru, přes Swan-Ganzův katétre či přes čidlo zavedené do nosu nebo rekta
- kožní čidla (měnit z důvodu prevence dekubitu)
- Ušní je o 0,5 °C vyšší než v axile



Tělesná teplota

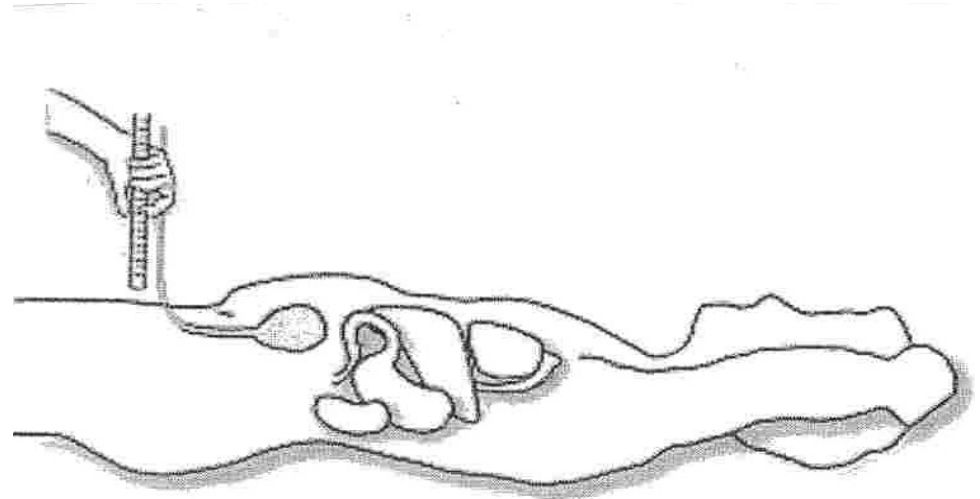
- subnormální TT: **pod 36 C**
- fyziologické rozmezí: **$36^{\circ}\text{C} - 36,9^{\circ}\text{C}$**
- zvýšená TT: **$37^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$ (*subfebrilie*)**
- horečka: **$nad 38^{\circ}\text{C}$ (*febrilie*)**
- vysoká horečka: **$39^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$ (*hyperpyrexie*)**

MĚŘENÍ IAP

- **Měření přímé**
 - intraperitoneální katetr

- **Měření nepřímé**
 - perkutánní katetr
 - žaludeční sonda
 - intravesikální sonda

(„zlatý standard“)



Intraabdominální tlak (IAP)

= tlak v dutině břišní měnící se s dýcháním

- tvořen tkáněmi uloženými v dutině břišní a tkáněmi, které ji ohraničují
- fyziologická hodnota = do 10cmH₂O (1mmHg = 1.36 cmH₂O)

APP (abdominal perfusion pressure) = MAP (mean arterial pressure) - IAP

Intraabdominální hypertenze (IAH)

= trvalé nebo opakované zvýšení IAP na patologické hodnoty

- do jisté míry individuální hodnota

Proč měříme?

Abdominální kompartment syndrom (ACS)

= těžká orgánová dysfunkce jako důsledek ischemie a hypoperfúze s vážnými komplikacemi způsobená akutním vzestupem nitrobřišního tlaku nad 25cmH₂O

NITROBŘIŠNÍ HYPERTENZE

I. stupeň – 10 (12) – 15 cmH₂O

II. stupeň – 15 - 25 cmH₂O

III. stupeň – 25 - 35 cmH₂O

IV. stupeň – nad 35 cmH₂O

PŘÍČINY INTRAABDOMINÁLNÍ HYPERTENZE

Hyperakutní - minuty - krátkodobý vzestup IAP při fyziologickém zapojení břišního lisu

Akutní - hodiny - trauma, pooperační stav

Chronické - měsíce, roky - obezita, gravidita, ascites, intraabdominální tumor

RIZIKOVÉ FAKTORY ACS

1. břišní trauma

- tamponáda krvácení rouškami
- poresuscitační viscerální edém
- pooperační sekundární nitrobřišní krvácení

2. ruptura aneuryzmatu břišní aorty

3. retroperitoneální nebo pánevní krvácení

4. pneumoperitoneum nebo pneumoretroperitoneum

5. tumor

6. pankreatitida

7. masivní ascites

8. transplantace jater

9. spáleniny stěny břišní

10. ileus

Abdominal Compartment Syndrome



PATOFYZIOLOGIE

1. Střevní dysfunkce

- slizniční ischemie už při 15mmHg nitrobřišního tlaku
- střevní hemoragie, translokace střevních bakterií
- vedle střev hl. játra
- ke snížení průtoku **NE** dochází v nadledvinách

PATOFYZIOLOGIE

2.

B

•

•

a.

b.

•

•



PATOFYZIOLOGIE

3. Hemodynamické změny

- snížení žilního návratu, zvýšení vaskulární rezistence, změna polohy srdce → přímý kardiodepresivní účinek
- v DKK venózní hypertenze – otoky DKK → TEN
- nepravé zvýšení CŽK

PATOFYZIOLOGIE

4. Nitrolební změny

- **elevace bránice**
 - **snižuje compliance hrudníku →**
 - **zvyšuje se CŽK →**
 - **funkční obstrukce VJI při zvýšení intrapleurálního tlaku**
 - **→ zhoršení mozkové perfúze**

PATOFYZIOLOGIE

5. Renální dysfunkce

- oligurie bez ohledu na adekvátní systémový tlak a srdeční výkon progredující do anurie
- glomerulární filtrace trpí kompresí renálního parenchymu a renálních žil
- snížení renální perfúze aktivuje RAAS

Akutní renální selhání bývá první známkou ACS

INDIKACE K MONITORACI

1. tekutinová resuscitace pro SIRS/hypovolémii

(pankreatitida, sepse)

2. rozsáhlý intraabdominální/retroperitoneální proces nebo zranění

a) chirurgické stavy

- laparotomie uzavřena pod tenzí
- operace AAA
- mezenterická ischémie/nekróza
- peritonitida
- hrudní chirurgie
- pronační poloha

b) nechirurgické stavy

- velký ascites, břišní tumor
- retroperitoneální nebo břišní krvácení
- ileus, střevní obstrukce

3. trauma

- popáleniny (>20- 25 %)
- polytrauma

LÉČEBNÉ MOŽNOSTI REDUKCE IAP

1. zlepšení compliance břišní stěny

- sedace-analgie
- neuromuskul. blokáda
- supinační poloha

2. evakuace intraluminálního obsahu

- dekomprese
- rektální dekomprese
- prokinetika

3. evakuace kolekce abdominální tekutiny

- paracentéza
- perkutánní drenáž

4. orgánová podpora

- podpora abd. perfúzního tlaku nad 60mm Hg vasopresory
- optimalizace ventilace
- korekce pozitivní tekutinové bilance - diuretika, koloidy, HD/UF

DEKOMPRESNÍ LAPAROTOMIE



