

Šokové stavy, tekutinová terapie

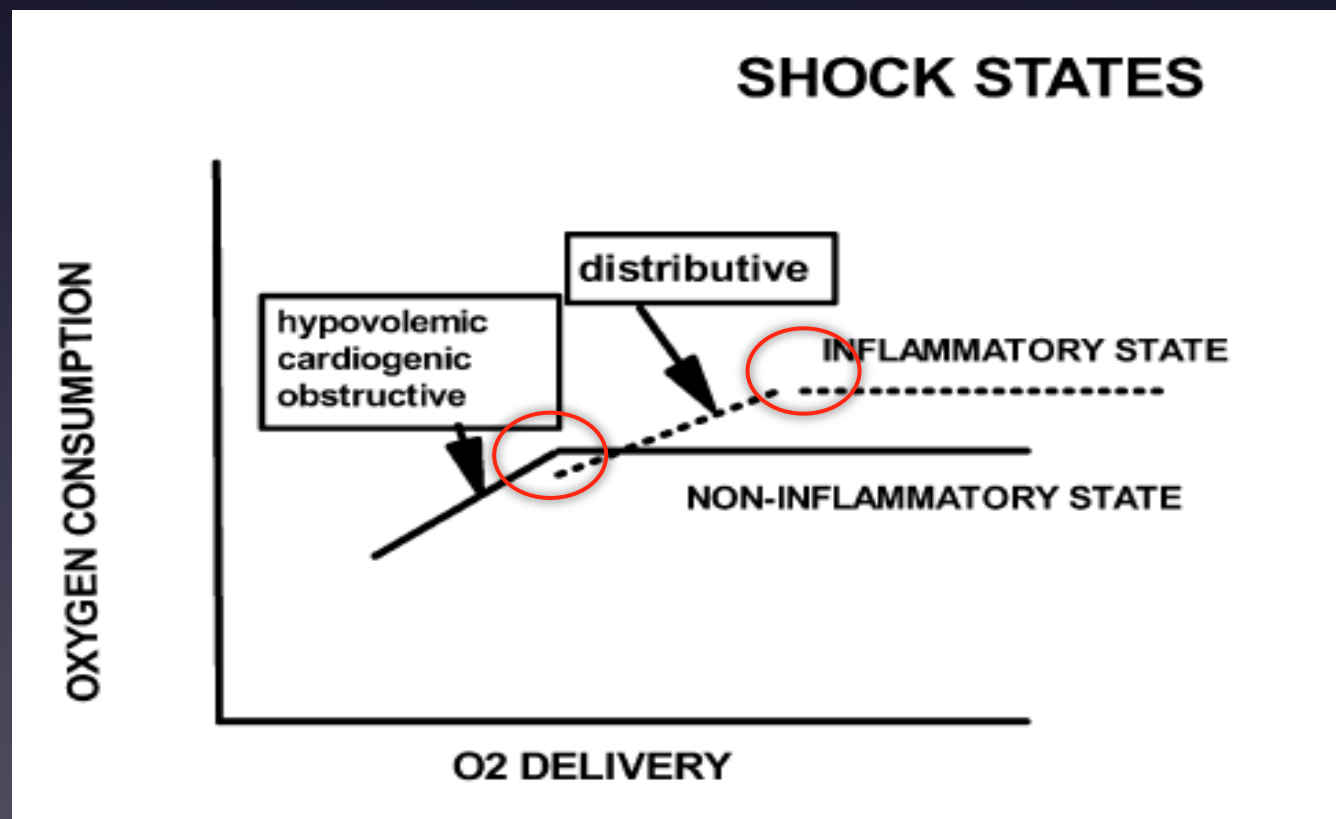
MUDr. Jan Stašek
KARIM FN Brno

Definice šoku

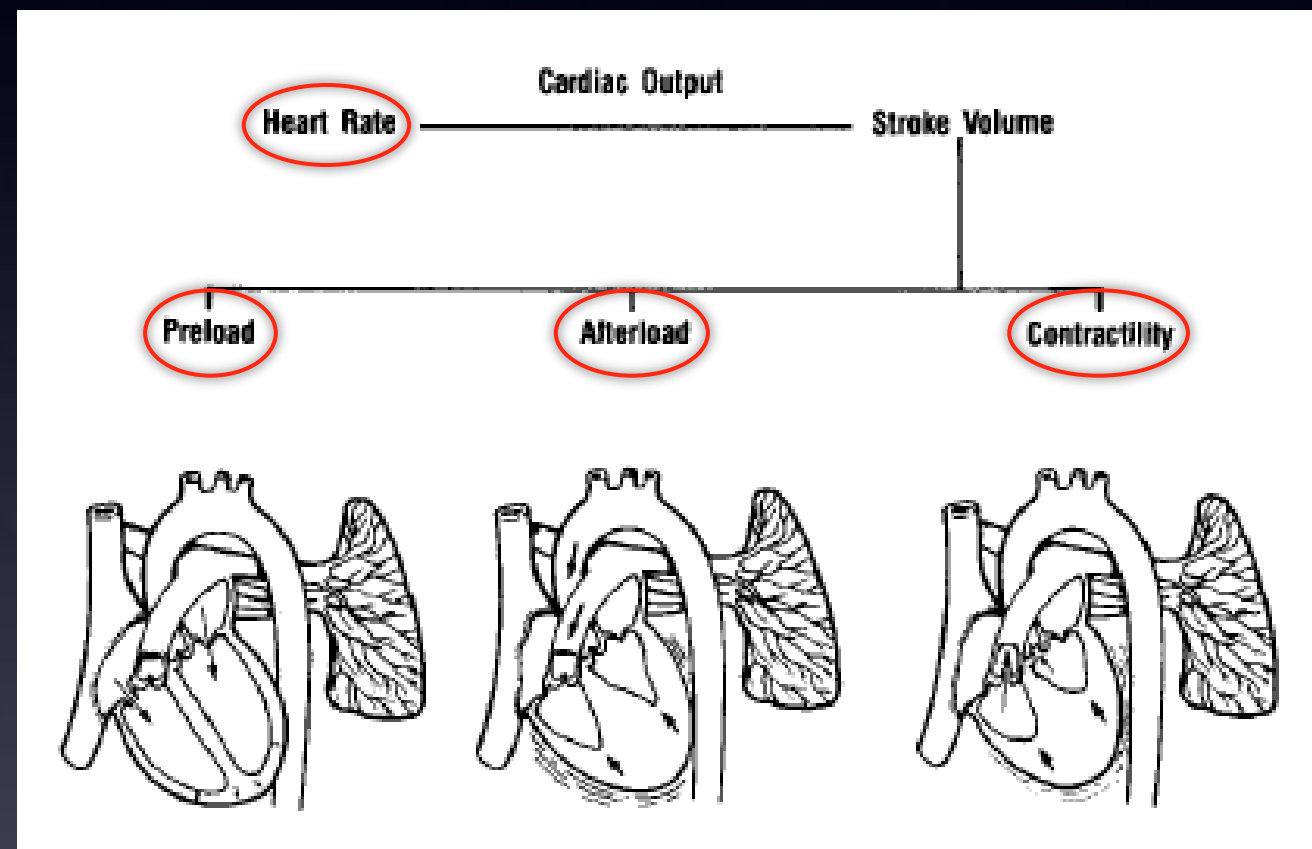
- Život ohrožující, generalizovaná forma oběhového selhání spojená s nedostatečnou utilizací kyslíku buňkami (tkáňovou dysoxií)
- Hypotenze (SBP < 90 mmHg, pokles SBP o 40 mmHg nebo MAP < 65 mmHg), ačkoliv většinou přítomná, není pro přítomnost šoku nezbytná !

Hemodynamické principy

- Dodávka kyslíku: $DO_2 = CO \times Hb \times 1,34 \times SaO_2$
- Spotřeba kyslíku : $VO_2 = CO \times Hb \times 1,34 \times (SaO_2 - SvO_2)$

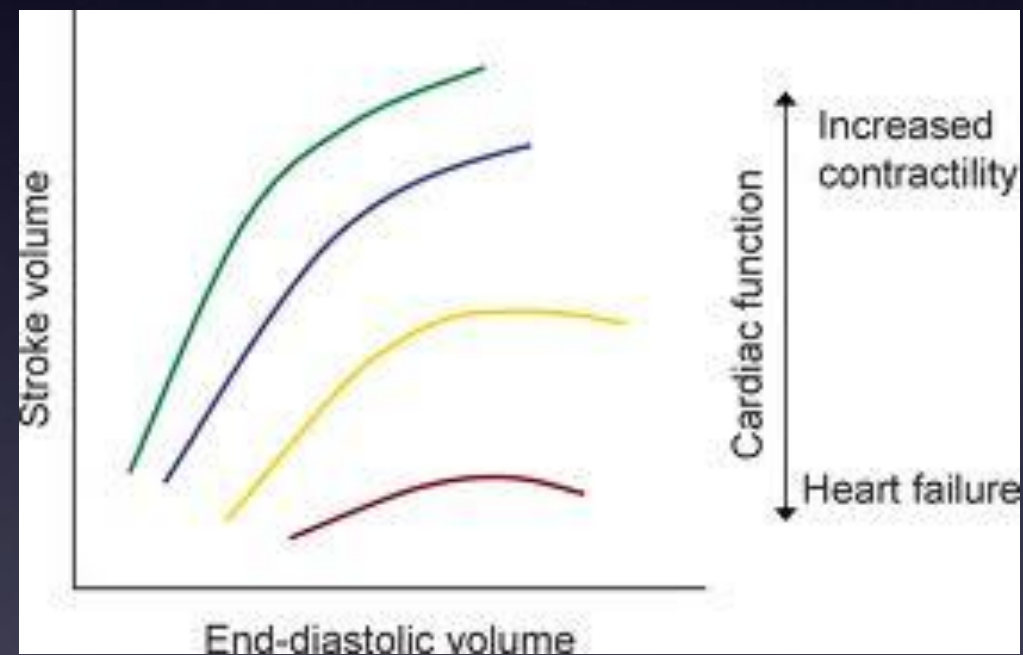
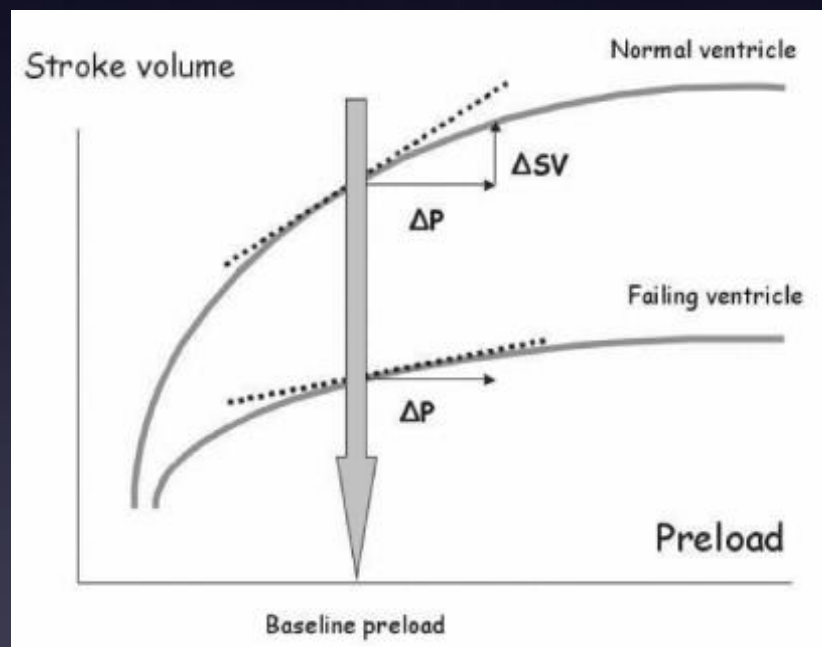


Determinanty srdečního výdeje



Frank-Starlingova křivka

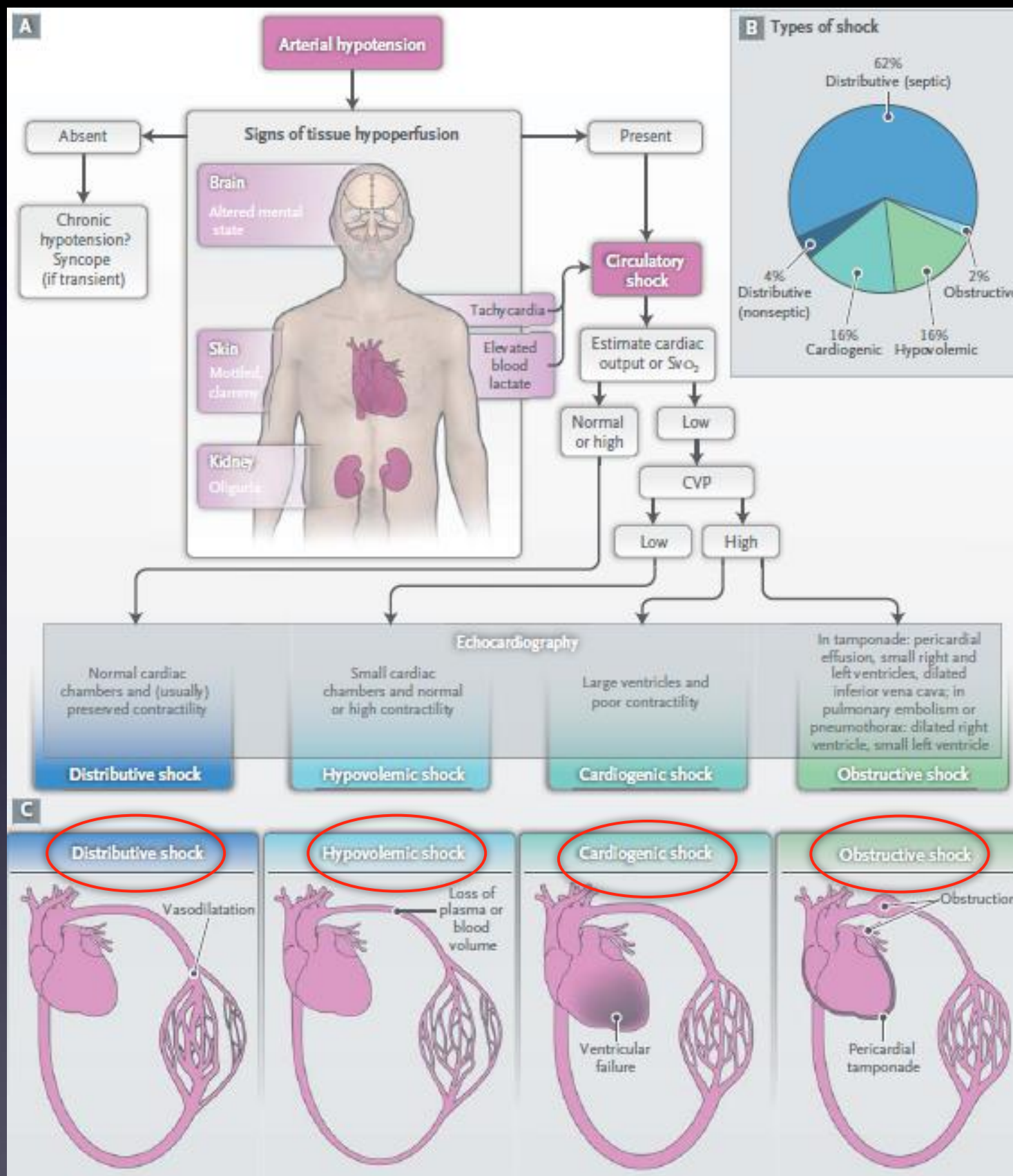
- Vztah mezi tepovým objemem (srdečním výdejem) a end-diastolickým objemem (tlakem) srdeční komory



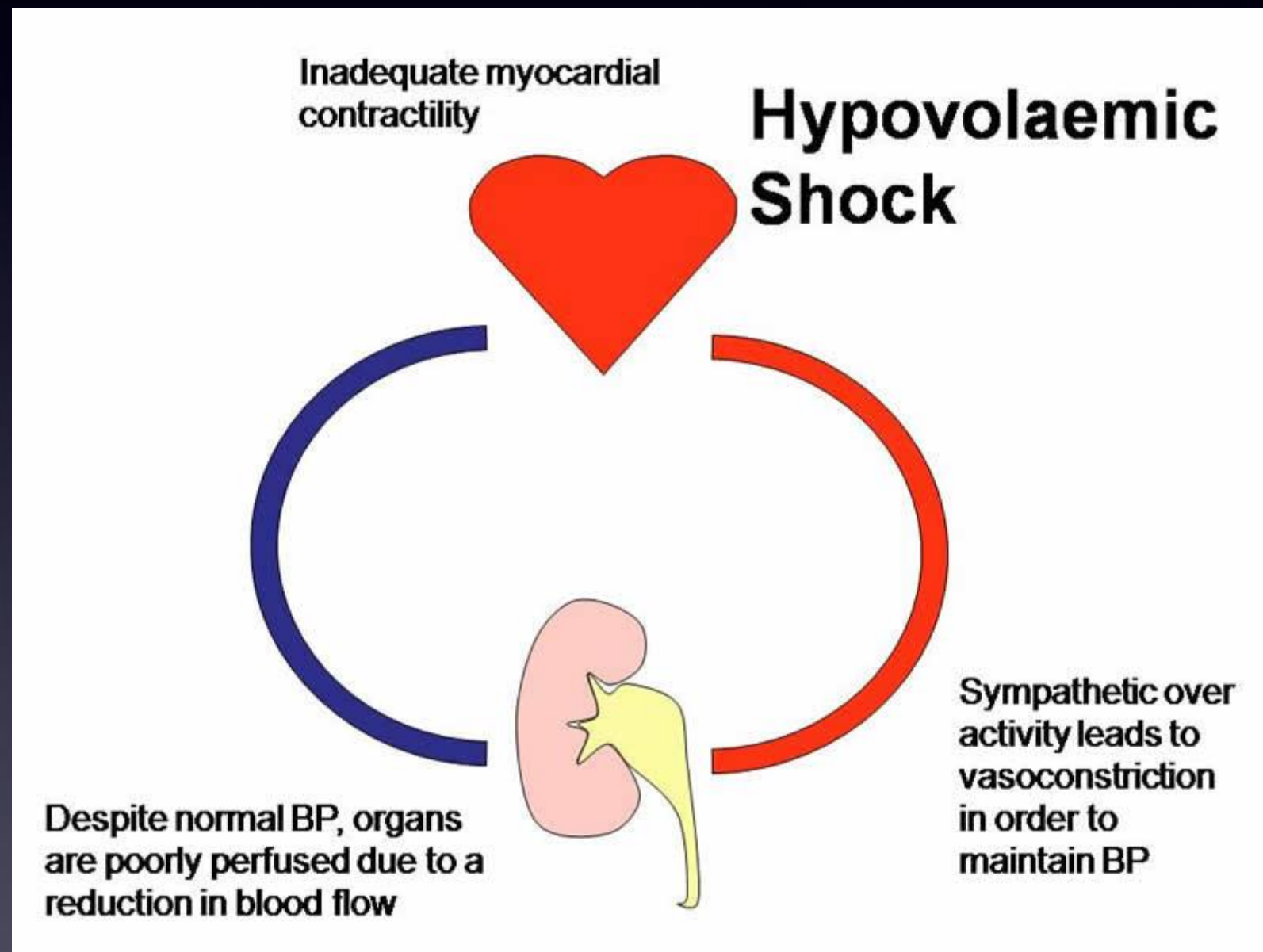
Vazoaktivní látky

| | Drug | α -agonist | β_1 -agonist | β_2 -agonist | Dopaminergic effect | Clinical use |
|-----------------------------------|---|---|--------------------|--------------------|---------------------|---|
| Inodilators | Dopamine <5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ | +/- | -/+ | - | ++ | All forms of hypotension |
| | Dopexamine | - | - | + | ++ | Cardiac failure |
| | Dobutamine | + | ++ | + | - | Low output states, e.g. cardiac failure, obstructive shock |
| | Milrinone Enoximone | - | + | ++ | - | Cardiac failure |
| | Levosimendan | - | - | - | - | Cardiac failure |
| | Inoconstrictors | Dopamine >5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ | ++ | + | - | + |
| Epinephrine (adrenaline) | | ++ | ++ | + | - | Cardiac arrest Anaphylactic shock Cardiogenic shock Septic shock |
| Norepinephrine (noradrenaline) | | +++ | + | - | - | Septic shock Refractory hypotension |

Typy šoku



Hypovolemický šok



Hypovolemický šok

- Krvácení - **hemoragický** šok
- Ztráty do třetího prostoru, např. zvýšený capillary leak při sepsi, popáleninách, akutní pankreatitidě, traumatech...
- Ztráty do GI traktu, např. průjmy, fistule, zvracení
- Transdermální ztráty, např. popáleniny, hyperpyrexie
- Polyurie, např. diabetes insipidus, diuretika
- *Nedostatečný přísun tekutin*

Hemoragický šok

Table 2 American College of Surgeons Advanced Trauma Life Support (ATLS) classification of blood loss based on initial patient presentation

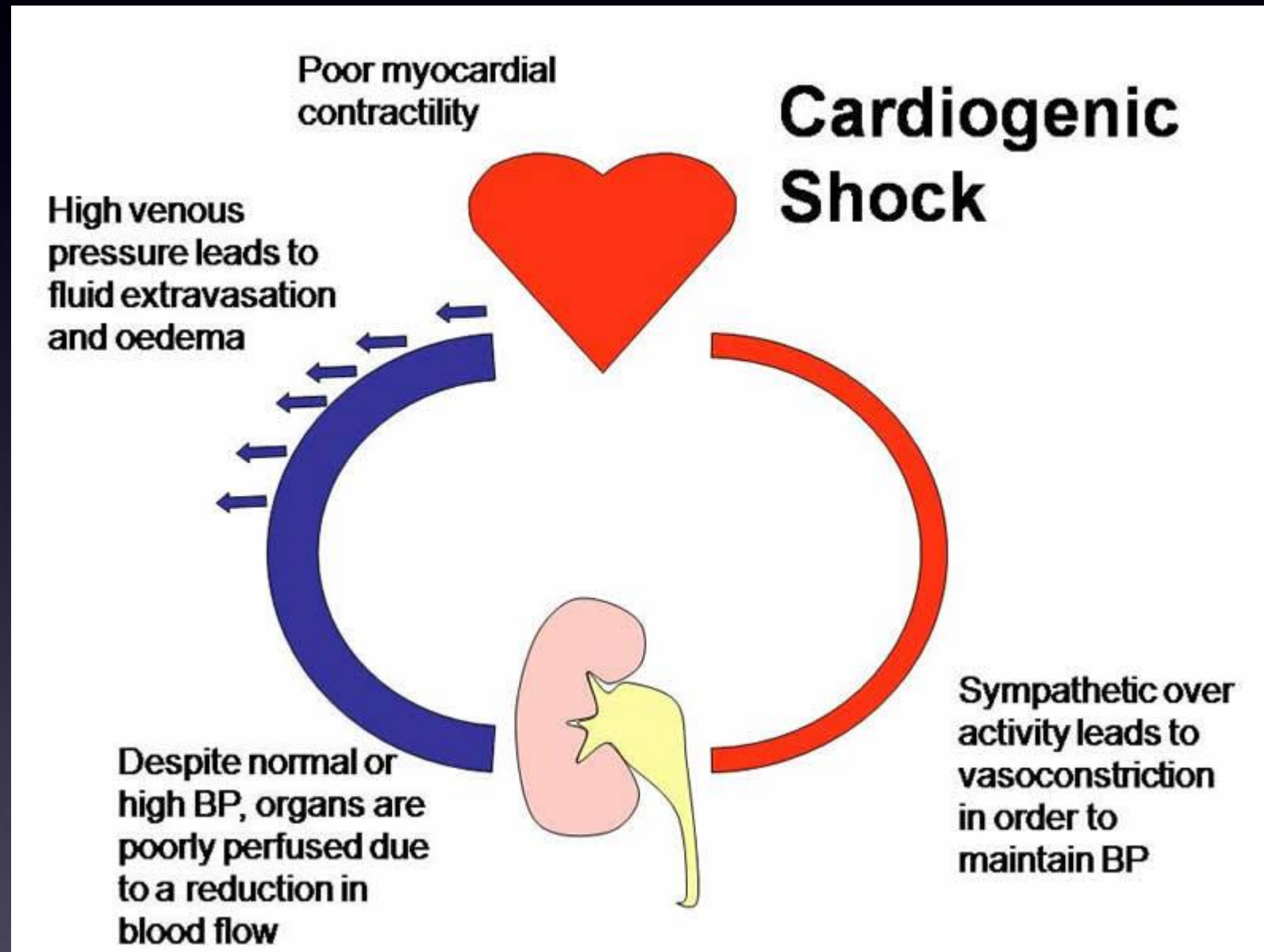
| | Class I | Class II | Class III | Class IV |
|--------------------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Blood loss* (ml) | Up to 750 | 750-1500 | 1500-2000 | >2000 |
| Blood loss (% blood volume) | Up to 15% | 15%-30% | 30%-40% | >40% |
| Pulse rate | <100 | 100-120 | 120-140 | >140 |
| Blood pressure | Normal | Normal | Decreased | Decreased |
| Pulse pressure (mmHg) | Normal or increased | Decreased | Decreased | Decreased |
| Respiratory rate | 14-20 | 20-30 | 30-40 | >35 |
| Urine output (ml/h) | >30 | 20-30 | 5-15 | Negligible |
| Central nervous system/mental status | Slightly anxious | Mildly anxious | Anxious, confused | Confused, lethargic |
| Fluid replacement | Crystalloid | Crystalloid | Crystalloid and blood | Crystalloid and blood |

Table reprinted with permission from the American College of Surgeons [37].

*for a 70 kg male.

- Předpokládaný objem cirkulující krve : 66 ml / kg těl. hmotnosti (♂)
- 60 ml / kg těl. hmotnosti (♀)

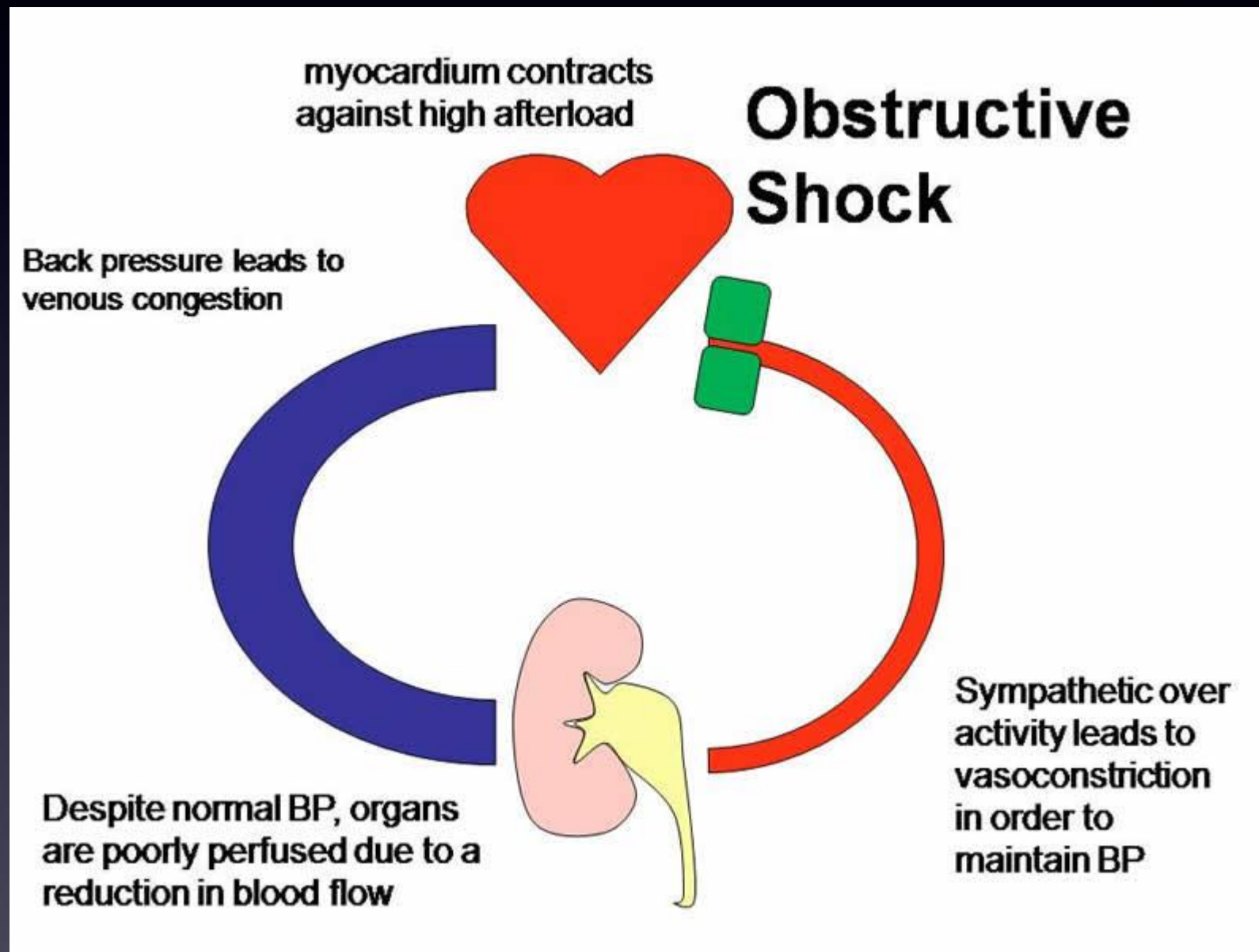
Kardiogenní šok



Kardiogenní šok

- Myokardiální ischemie, t.j. infarkt, *omráčení*
- Akutně vzniklá chlopenní vada (např. mitrální regurgitace), ruptura septa
- Myokarditis / kardiomyopatie, např. virová
- Systémový zánět, např. sepse, stav po kardiochirurgické operaci...
- Léky, např. β -blokátory, kalcioví antagonisté, doxorubicin
- Kontuze myokardu při traumatu hrudníku
- *Těžká tachykardie, arytmie obecně*

Obstruktivní šok



Obstruktivní šok

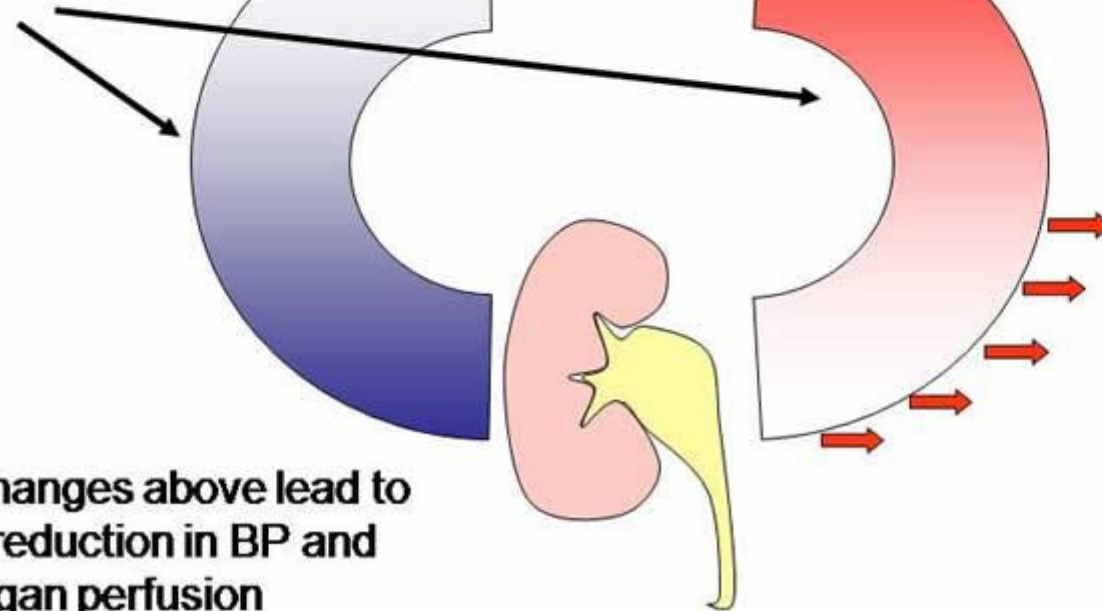
- Plicní embolie
- Tenzní pneumotorax
- Perikardiální tamponáda

Distributivní / vazodilatační šok

With adequate fluid therapy, the heart usually compensates by increase rate and contractility, although this might not be enough

Distributive Shock

Vessels dilate causing relative hypovolaemia and a reduction in SVR



Capillary leak worsens hypovolaemia and causes oedema (including pulmonary)

Changes above lead to a reduction in BP and organ perfusion

Distributivní / vazodilatační šok

- Systémový zánět (SIRS), např. sepse, anaphylaxe, velké operace, pankreatitida...
- Léky, např. ACE inhibitory, nitráty, antagonisté kalcia, sedativa
- Endokrinní choroby, např. absolutní (Addisonova choroba) nebo relativní adrenokortikální insuficience
- Periferní inaktivace sympatiku, např. epidurální anestezie, míšní trauma

Septický šok

- Kardiogenní - septická kardiomyopatie
- Vazodilatační - ztráta tonu arteriol / shunting mikrocirkulace
- Hypovolemický - ztráta tekutin do třetího prostoru / zvýšený capillary leak

Příznaky

- **Alterace mentálního stavu** – kvalitativní +/- kvantitativní
- **Oligurie**
- **Chladná akra, mramorová kůže**, cyanóza, zpomalený kapilární návrat, suché sliznice
- Tachypnoe, hyperventilace, *hypoxémie*
- Hypotenze, tachykardie, *bradykardie*
- Horečka, hypotermie



Laboratorní ukazatele

- Parametry orgánové dysfunkce - bilirubin, kreatinin, trombocyty, INR/aPTT, PaO₂
- Zánětlivé ukazatele - CRP, prokalcitonin, leukocyty
- Srdeční enzymy - troponin, myoglobin, CK
- Ukazatele tkáňové hypoperfuze - **laktát**, deficit bazí, saturace smíšené žilní krve

Tekutinová terapie v šoku

- Optimalizace preloadu
- Iniciální dávka u hypovolemického / septického / distributivního šoku - 2000 ml krystaloidu (dospělí), resp. 20 ml / kg BW (děti)
- Široká periferní kanyla > > > centrální katetr

Table 3 American College of Surgeons Advanced Trauma Life Support (ATLS) responses to initial fluid resuscitation*

| | Rapid response | Transient response | Minimal or no response |
|---------------------------------|---------------------|--|-------------------------|
| Vital signs | Return to normal | Transient improvement, recurrence of decreased blood pressure and increased heart rate | Remain abnormal |
| Estimated blood loss | Minimal (10%-20%) | Moderate and ongoing (20%-40%) | Severe (>40%) |
| Need for more crystalloid | Low | High | High |
| Need for blood | Low | Moderate to high | Immediate |
| Blood preparation | Type and crossmatch | Type-specific | Emergency blood release |
| Need for operative intervention | Possibly | Likely | Highly likely |
| Early presence of surgeon | Yes | Yes | Yes |

* 2000 ml of isotonic solution in adults; 20 ml/kg bolus of Ringer's lactate in children.

Table reprinted with permission from the American College of Surgeons [37].

Krystaloidy

- 1/2 Fyziologický roztok (0,45% NaCl), 5% glukosa - *hypotonické*
- “Fyziologický roztok” (0,9% NaCl), Ringer-laktát - *isotonické*
- Plasma-Lyte, Ringerfundin - *balancované isotonické*
- Hypertonický solný roztok (3%, 5%, 7.5%, 10% NaCl) - *hypertonické*
- Darrowův roztok, Ringerův roztok, Hartmannův roztok ... - *starší*

Krystaloidy : pro & proti

- Levné
- Bezpečné
- Neprokázána vlastní toxicita vůči ledvinám, nezpůsobují alergie a *koagulopatii*

ALE

- *Menší nárůst intravaskulárního objemu oproti koloidům*
- Vyšší riziko intersticiálního edému & objemového přetížení
- Hyperchloremická acidóza (FR)
- Zvýšená produkce CO₂ (glukóza)

Koloidy

- Lidský albumin (4-5% isoonkotický, 20% hyperonkotický)
- Želatina (Gelofusine, Gelaspan)
- Škroby (140/0,4 - Volulyte, 130/0,42 - Tetraspan)
- Dextrany (Dextran-40, dextran-70) - od jejich používání prakticky upuštěno
- *Plazma, erytrocytární masa ...* - krevní deriváty a transfuzní přípravky

Kolooidy : pro & proti

- Bezpečné (albumin 4% - ne u těžkého kraniotraumatu)
- Větší objemový efekt oproti krystaloidům (~1,5 násobný)

ALE

- Drahé (zejména albumin)
- Akutní poškození ledvin (dextransy, škroby u těžké sepse)
- Koagulopatie (dextransy, pravděpodobně škroby a želatina)
- Alergické reakce (dextransy, želatina, škroby)
- Pruritus (škroby)

good luck



fingers crossed