ČÁST 1 - Continual Monitoring

Základy vyšetření a monitorování (EKG, SpO2, NIBP, BT, kapno) již byly probrány.
Nyní doplníme tlak kontinuálně.

1. Monitorování Krevního tlaku (NE/INVAZIVNĚ)

NEINVAZIVNĚ:

Neinvazivní monitorování (dlouhodobé sledování) TK lze provést opakovaným měřením manžetou. Pacientské monitory lze naprogramovat na opakované měření v intervalech dle potřeby (typicky minuty až hodiny). Monitorovat TK lze i pomocí přenosného monitoru (tzv. Holter). Viz praktikum TK.

INVAZIVNĚ:

Invazivní (přímé, krvavé) měření tlaku je měření přímo v cévním řečišti (ev. srdci).

Význam: i. kontinuální měření (důležité zejm. u selhávání oběhu).

ii. Spolehlivé měření i u velmi nízkého tlaku (např. u šoku), kdy měření manžetou je obtížné

iii. Pro CVP je invazivní měření jediná přesná metoda

Princip: perkutánní zavedení katetru do cév. Sensor bývá vně těla pacienta, ve výši srdce *Proč?*. Sensor a katetr jsou propojeny hadičkou (podobná infusní) naplněnou FR, která musí být bez vzduchu *Proč?.*

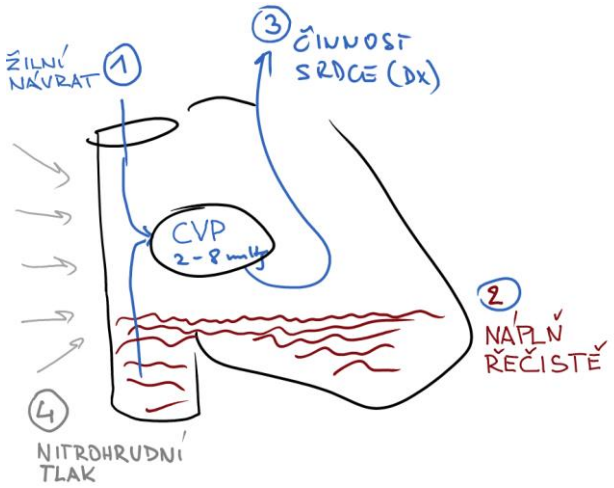
A. Centrální žilní tlak (CVP)

CVP je tlak ve velkých žilách v úrovni srdce.
CVP závisí zejména na i) žilním návratu, ii) náplni cévního řečiště a iii) čerpací funkci pravého srdce. iv) venotonu/tlaku hrudníku (je zde i vliv dýchání).
Význam: *Snížené* hodnoty CVP nacházíme např. při hypovolé-mii, sníženém návratu, *zvýšené* při hypervolémii a stavech, při kterých vázne přečerpávání krve srdcem. *Dá se to vymyslet ;-)*
Normální hodnoty CVP jsou kolem 2-8 mmHg.

CVP – Provedení (viz model v učebně)

Distální konec katetru je v duté žíle v úrovni srdce. Typický přístup je jugulární či subklaviální. Katetrizace centrálních žil je na řadě oddělení poměrně běžná kvůli dlouhodobé infuzní terapii, parenterální výživě apod. (JIP, operativa, ARO). Katetrizace centrálních žil nese jistá rizika (infekce, trombóza, pneumotorax při zavádění). Ta musí být menší, než očekávaný benefit.

Výstupem invazivního měření CVP je křivka na monitoru označená CVP a číselně vyjádřená hodnota středního tlak, typicky v mmHg.



B. Arteriální krevní tlak invazivně (ABP, ART, RAD, FEM, Ao, …)

ART je tlak v arteriálním řečišti (v místě konce katetru, ale vztažený k úrovni srdce)
ART závisí typicky na: i) srdečním výdeji, ii) periferní cévní resistenci, iii) objemu cirkulujících tekutin
Význam: hodnocení hemodynamiky (perfuse), kontrola vedení léčby vasopresory
Indikace IBP: Hemodyamicky nestabilní pacienti (JIP, ARO, operace), kardiochirurgické operace
Rizika IBP. Poranění tepen, ischemie povodí, vzduchová embolie, krvácení. Rizika jsou větší než u CVP a musejí být vážena proti benefitu. U nestabilní hemodynamiky je IBP plně indikován.
Výstupem invazivního měření ART je křivka na monitoru označená jako ABP nebo ART nebo podle příslušné tepny, RAD, FEM, Ao, PAP,… nebo srdečního oddílu (LVP, RVP, RAP …) k tomu číselně vyjádřené hodnoty SYS/DIA (STŘ), typicky v mmHg.

Otázky-úkoly:

- *Prohlédněte si model přímého měření tlaku. Vyzkoušejte vliv změny polohy sensoru*
- *Nakreslete křivku ART (zpaměti).*
- *Proč je měření ART rizikovější než CVP?*
- *Proč musí být sensor IBP v úrovni srdce a sfygmomanometr pro NIBP ne?*
- *Jaký je rozdíl mezi křivkou IBP a SpO2 (přesněji plethysmografickou)?*
- *Co je to „nulování tlaku“? [kalibrace sensoru proti atmosféře. Atmosférický tlak je nastaven jako 0 mmHg]*
- *Hrozí koagulace/thrombosa katetru, embolie/thrombosa cév?*

2. Monitorování diurézy, bilance tekutin

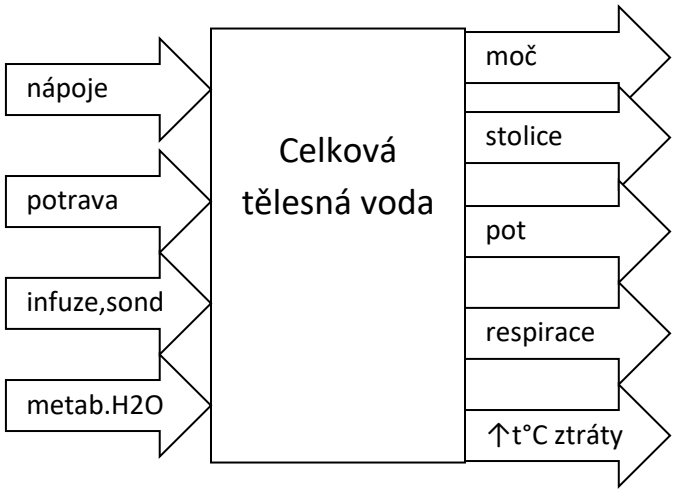
Bilance tekutin - opakování

Přírůstek tekutin:

a. Nápoje
b. Potrava
c. (infuze, proplachy sond…)
d. Metabolická voda 250 ml a více podle metabolismu, velkosti jedince

Ztráty tekupin u zdravého jedince:

a. Močí: podle bilance 500ml - 20l
b. Stolicí podle složení a množství stravy 60-80% hmotnosti stolice
c. Potem podle klimatických podmínek 250ml – 20l (propocený polštáž 500 ml, propocené celé prostěradlo 1000 ml).
d. Respirací podle velikosti jedince a tělesné zátěže 250 -500 ml a více
e. Je-li zvýšená teplota: 200 ml/1°C/24 h



Diuréza

Tvorba moči v ledvině je důkazem efektivního filtračního tlaku (GFP). Filtrační tlak lze určit jako rozdíl tlaků, které působí v kapilárách glomerulů směrem do Bowmanova pouzdra (lze zjednodušit na tlak krve P_{GC} = 60 mmHg, onkotický tlak glomerulárního filtrátu π_{BC} lze pro nízký obsah bílkovin zanedbat) a tlaků působících směrem do lumen glomerulárních kapilár (onkotický tlak plazmatických bílkovin zahuštěných o odfiltrovanou vodu π_{GC} =29 mmHg + hydrostatický tlak v Bowmanově pouzdře P_{BC} = 15 mmHg).

$GFP = P_{GC} - P_{BC} + \pi_{BC} - \pi_{GC}$

GFP = 60 – 15 -29 = 16 mmHg

Aby byla zachována filtrační funkce ledvin, je tlak a průtok krve ledvinou řízen lokálními mechanismy tak, aby byl i při výkyvech systémového tlaku přibližně konstantní. To platí v rozsahu středního tlaku v arteriálním řečišti od 80 do 180 mmHg, s ohledem na dlouhodobý tlak krve konkrétního jedince (autoregulace je u osob s dlouhodobě nižším tlakem posunuta směrem k nižším hodnotám).

Poklesne-li tlak krve mimo rozmezí autoregulace, klesá filtrační tlak a s ním diuréza.

Monitorování hodinové diurézy je tedy funkčním monitorováním perfuze tkání. U stavů spojených se selháváním oběhu nás zajímá, jsme-li schopni při konkrétním arteriálním tlaku zajistit perfuzi tkání. Otázka, plní-li ledviny v tuto kritickou chvíli svoje očistné funkce na 100% je druhořadá.

Hodinová diuréza

Použijeme-li sběrný sáček s jemnou stupnicí a možností sbírat odděleně porce moči v průběhu dne, můžeme sledovat aktuální perfuzní poměry v ledvině po terapeutickém zásahu (zavodnění pacienta, zvýšení tlaku v řečišti tonizací arteriolárních svěračů, ovlivnění srdečního výdeje).

Otázka: znáte ještě jiný funkční důkaz, že perfuze orgánem je dobrá?

ČÁST 2 - Simulace

Simulace 1:Shrnutí:

S:

B:

A:

R:

Simulace 2: Shrnutí:

S:

B:

A:

R:

Simulace 3: Shrnutí:

S:

B:

A:

R:

Shrnutí:

1. Tvorba a odvod moči jsou určeny podmínkami:

   A. Prerenálními: dobrá perfuze ledvin

   B. Renálními: funkční parenchym

   C. Postrenálními: volné odvodné cesty

Jsou-li splněny podmínky B a C, lze měření hodinové diurézy využít ke sledování perfuze tkání v situaci, kdy hemodynamika oběhu selhává (je nízký tlak krve).

2. Glomerulární filtrace je parametr, který nelze odhadnout z množství vytvořené moči, protože tubulární resorpce je proměnlivá podle bilance tekutin a iontů a stavu vnitřního prostředí. Přitom znalost množství utvořeného filtrátu je důležitá pro včasné odhalení poruchy renální funkce. Glomerulární filtraci lze určit měřením koncentrace kreatininu v plazmě a v moči a dopočítat podle vztahu:

$$\mathbf{GF \quad x \quad P_{(Kr)} \quad = \quad V_u \quad x \quad U_{(Kr)}}$$

GF……glomerulární filtrace

$P_{(Kr)}$…….plazmatická koncentrace kreatininu

V_u……objem moči

$U_{(Kr)}$……koncentrace kreatininu v moči