

# Hemodynamická měření (pediatrie)

Vedle rutinních metod jako je měření CVP nebo IBP umožňují moderní termodiluční metody a možnost **analýzy pulzové křivky arteriálního tlaku** (např. metoda PiCCO) určit podrobnější hemodynamické parametry. Termodiluční metody se ukazují jako přesnější než UZV stanovení srdečního výdeje (údaje EBM). Pro potřebu pediatrie jsou nejdůležitější indexované hodnoty jednotlivých parametrů, které jsou vztaženy na povrch těla a dovolují tak srovnání mezi hodnotami pacientů různých věkových skupin.

## Parametry definující preload

Vedle CVP (tlakový parametr definující preload pravé komory), který je nejčastěji užívaným markerem preloadu, můžeme v rámci podrobnějších hemodynamických měření sledovat řadu dalších parametrů:

- *global enddiastolic volume* (GEDVI) udává objem krve obsažený ve všech 4 dutinách srdce na konci diastoly,
- *intrathoracic blood volume* (ITBVI) udává objem krve obsažený ve všech 4 dutinách srdce na konci diastoly + objem krve v plicních cévách ( $ITBVI = 1,25 \times GEDVI$ ).

ITBVI a GEDVI vykazují větší senzitivitu a specifitu k určení srdečního preloadu než standardní plnicí tlaky CVP a PAWP, ale také než enddiastolický objem pravé komory vypočtený echokardiografií. Další výhodou ITBVI a GEDVI je, že neinterferují s umělou plicní ventilací. U dětí je nutno využívat indexované hodnoty.

U pacientů na UPV můžeme využít dalšího parametru hemodynamiky – variace tepového objemu (*stroke volume variation*, SVV – parametr dynamický). SVV odráží změny srdečního preloadu v závislosti na cyklech UPV. Vzestup hodnoty SVV predikuje potřebu volumexpanze.

## Parametry definující afterload

V praxi jako determinantu afterloadu vyhodnocujeme systémovou a plicní vaskulární rezistence (na principu Ohmova zákona). Při znalosti hodnot srdečního výdeje (cardiac output, CO) můžeme vypočítat hodnotu *systémové vaskulární rezistence* (systemic vascular resistance, SVR) :

$$SVR = (MAP - CVP) \times 80 / CO$$

$$PerP = MAP - CVP$$

$$SVR = (MAP - CVP) \times 80 / CO = PerP \times 80 / CO$$

Kde PerP = *perfusion pressure*, je rozdílem středního arteriálního tlaku a centrálního žilního tlaku. Indexovanou hodnotu SVR vztaženou na plochu těla je SVRI :

$$SVRI = (MAP - CVP) \times 80 / CI = PerP \times 80 / CI$$

Na základě těchto vztahů je tedy možné snížením vaskulární rezistence zvýšit srdeční výdej. Zároveň z toho ovšem vyplývá, že dobrý krevní tlak nemusí značit dobrý srdeční výdej (vaskulární rezistence může stoupat při současně klesajícím srdečním výdeji).

Analogicky pro plicní vaskulární rezistenci platí :

$$PVR = (MPAP - PAOP) \times 80 / CO, \text{ resp. } PVRI = (MPAP - PAOP) \times 80 / CI$$

MPAP je *střední tlak v plicnici* (mean pulmonary artery pressure) a PAOP je *zaklíněný tlak v a. pulmonalis* (pulmonary artery opening pressure; Cave!: nezaměňovat s tlakem v zaklínění a. pulmonalis PAWP, pulmonary artery wedge pressure).

## Extravaskulární plicní voda

**Extravascular lung water** (EVLW) udává objem volné vody v plicích a umožňuje bedside kvantifikaci závažnosti plicního edému. Vedle plicního edému koreluje se závažností ARDS nebo s délkou UPV. Je lepším indikátorem plicního edému než RTG hrudníku.

## Kontraktilita

**Kontraktilita** je vlastní inotropní aktivita myokardu nezávislá na preloadu a afterloadu. Její exaktní stanovení je velmi obtížné. Je ovlivněna ionizovaným kalcie, poddajností a dodávkou energetických substrátů myokardu. Ukazatelem kontraktility je schopnost vyvinout tlak za časovou jednotku, v praxi se užívá:

- index maximální ventrikulární elastance dle Sugi a Sagawi,
- hodnot tepové práce levé resp. pravé komory: LVSW resp. RVSW (left/right ventriculus stroke work),

$$LVSW = 0,0136 \times SV \times (MAP - PAOP)$$

$$RVSW = 0,0136 \times SV \times (MPAP - CVP)$$

- globální ejekční frakce (GEF) a indexu srdeční funkce (CFI, cardiac function index) odvozených z parametrů měřených systémem PiCCO,

- úroveň kontrakility myokardu lze nejjednodušším způsobem též odhadnout ze strmosti vzestupu pulzové křivky během přímého měření arteriálního tlaku.

### Srdeční výdej

V rámci možností podrobnější hemodynamiky jsme schopni určit tepový objem (stroke volume, SV). Na základě této hodnoty můžeme vypočítat **srdeční výdej** (cardiac output, CO), který je součinem tepového objemu a srdeční minutové frekvence (heart rate) :

$$CO = HR \times SV$$

Přepočtem na povrch těla získáváme cardiac index = CI.

Výpočet CO využitím Fickova vzorce :

$$CO = [VO_2 / (C_aO_2 - C_vO_2)] \times 10$$

### Měření tlaku krve v zaklínění plicnice (PAWP)

Hodnotu PAWP (pulmonal artery wedge pressure) měříme **Swan-Ganzovým katetrem**. Je výslednicí rezistence plicního řečiště a funkce levého srdce. Jeho hodnoty se blíží tlaku v levé síni. Používá se na exaktní určení CI (srdeční index). V pediatrii má raritní uplatnění.

referenční hodnoty: 6–16 cm H<sub>2</sub>O (ideálně 7–15 cm H<sub>2</sub>O)

 *Podrobnější informace naleznete na stránce Pravostranná srdeční katetrizace.*

Vybrané hemodynamické parametry

	parametr	jednotka	norma
<b>srdeční výdej</b>	CI (cardiac index)	l/min/m <sup>2</sup>	3,0–4,5 (5,5)
<b>preload</b>	CVP (central venous pressure)	mm Hg	3–10
<b>plíce</b>	EVLW (extravascular lung water)	ml/kg	3,0–7,0
<b>afterload</b>	SVRI (systemic vascular resistance index)	dyne.s.cm/5.m/2	800–1600
<b>kontraktilita</b>	EF (ejekční frakce)	%	55–75

## Odkazy

### Zdroj

- HAVRÁNEK, Jiří: *Šok*. (upraveno)

### Související články

- Pravostranná srdeční katetrizace
- Invazivní monitoring tlaku krve (pediatrie)
- Neinvazivní monitoring krevního tlaku (pediatrie)
- Šok (pediatrie)