

# Autoregulace mozkové perfuze

## Autoregulace perfúze mozku obecně

Mozek je zásobován krví prostřednictvím pravé a levé *a. carotis communis* (anterior circulation) a vertebrálními arteriemi (posterior circulation). Autoregulace mozkové cirkulace je **schopnost udržovat konstantní průtok krve mozkem při změnách systémového krevního tlaku**. Autoregulace je dána vztahem cerebrální perfúze (= *cerebral blood flow*, CBF) a hodnotou mozkového perfúzního tlaku (= *cerebral perfusion pressure*, CPP):

$$CPP = MAP - ICP$$

## Mechanismus autoregulace mozkové perfúze

Vlastní autoregulace spočívá v tom, že **při zvýšení systémového tlaku dochází kompenzatorně v CNS k vazokonstrikci, při poklesu systémového tlaku se udržuje dostatečný průtok CNS vazodilatací** cerebrálního řečiště. Mозková perfúze prudce klesá ve chvíli, kdy hodnota CPP klesne pod kritickou hodnotu (zpravidla 50 torr). Dochází k hypoperfúzi, ischemii a v konečném důsledku k mozkové smrti. **Nejstabilnější perfúze CNS je v rozpětí CPP 50-160 torr**. Při hodnotách > 160 torr naopak průtok CNS rapidně stoupá, dochází k poruše hematoencefalické bariéry s následným rozvojem mozkového edému a krvácení při ruptuře cerebrálních cév.

- **U novorozenců a kojenců** se již samotný MAP pohybuje v rozmezí 40-50 torr. V této věkové kategorii je proto nejstabilnější perfúze CNS dosaženo v rozmezí 40-80 torr.
- CNS cirkulace je také typická minimálním ovlivněním vazomotoriky prostřednictvím katecholaminů vzhledem k přítomnosti hematoencefalické bariéry.

## Porucha autoregulace

Při poruše autoregulace mozkové perfúze dochází se vzestupem arteriálního tlaku k nárůstu tlaku nitrolebečního a naopak pokles arteriálního tlaku vede k poklesu intrakraniálního tlaku. Situace je hodnocena tzv. **PRx indexem** (*pressure-reactivity index*), který vyjadřuje vztah mezi **MAP** (střední arteriální tlak) a **ICP** (nitrolebeční tlak):

$$PRx = MAP/ICP$$

- **Index získáváme** tím, že **ze záznamů křivek MAP a ICP v čase** získáme cca 40 po sobě jdoucích korelací (tj. ve stejném časovém okamžiku určíme průnik hodnoty MAP z osy X a ICP z osy Y). **\*Pozitivní hodnoty indexu svědčí pro ztrátu autoregulace mozkové perfúze**. V praxi dobře výsledky PRx korelují s výsledky transkraniální dopplerovské sonografie.

Vzestup průtoku krve mozkem při poruše autoregulace je provázen snížením perfúzního mozkového tlaku a hodnotí se **Mx indexem**:

$$Mx = Vic/CPP$$

- **Vic** = rychlost toku krve v *a. carotis interna* měřená transkraniálním ultrasonografem.
- **CPP** = perfúzní mozkový tlak, který lze určit z hodnot středního arteriálního tlaku, intrakraniálního tlaku a CVP.

$$CPP = MAP - (ICP + CVP)$$

**Hodnota CPP by neměla klesnout pod 50 torr (6,6 kPa), u novorozenců a kojenců < 40 torr.**

## Intrakraniální tlak

**Fyziologická hodnota ICP** při spontánním dýchání je **5-20 torr (0,33-2,66 kPa)**, u dětí tolerujeme hodnoty < 15 torr, u novorozenců a kojenců < 10 torr. V doporučeních pro intenzivní péči dospělých je pak **intrakraniální hypertenze definována jako ICP > 20 torr (> 2,66 kPa)**. Hodnota CVP není v některých vzorcích uváděna. V poměru k hodnotám MAP je v podstatě zanedbatelná.

**Intrakraniální tlak je určován tlakem mozkové tkáně, MMM a krve na skelet lebeční.** Vznik intrakraniální hypertenze vyplývá ze skutečnosti, že mozek, jeho cévy a MMM jsou uloženy v relativně rigidní kalvě. Zvětšení kteréhokoliv kompartmentu intrakrania způsobí jednak vzestup ICP a zároveň zmenšení ostatních částí intrakrania. O souvislostech jednotlivých kompartmentů na ovlivnění ICP hovoří **tzv. Monroova-Kellieho doktrína**: suma komponent podílejících se na výsledném ICP (tj. mozkový parenchym, likvor a krev) by měla být konstantní. **Zvyšování ICP, které provází nárůst objemu mozkových kompartmentů, však není lineární!**

**⚠ Monroova-Kellieho doktrína: objem intrakrania (cca 1700 ml) tvořený mozkovou tkání (80 %), krví v mozkových cévách (10 %) a mozkomíšním mokem v mozkových komorách a subarachnoidálních prostorech (10 %) je neměnný a vzhledem k vysokému obsahu vody i nestlačitelný.**

ICP je ovlivněn v tomto pořadí: **žilní krev < MMM < mozkový parenchym**.

Žilní krev představuje 5 % objemu intrakrania, MMM rovněž 5 %, mozkový parenchym potom 90 % objemu. **Při postižení auroregulace** mozkové perfúze **se tlakové změny** z oblastí arteriálního řečiště **promítají nepříznivě do změn tlaku nitrolebního**. Při poklesu CPP pod 50 torr dochází k dekompenzaci regulačních mechanismů. **Zvýšení nitrolebního tlaku** je **provázeno** dramatickým **snížením CPP**. Nastolení normálních poměrů je velmi obtížné, ale lze ho dosáhnout navozením cerebrální vazokonstrikce a zvýšením MAP. **Cílem léčby je normalizace CPP i ICP**. Výše uvedené tlakové a perfuzní změny provází edém mozku, který je nespecifickou reakcí mozkové tkáně na noxu.

## Odkazy

### Související články

- Intrakraniální hypertenze

### Zdroj

- HAVRÁNEK, Jiří: *Intrakraniální hypertenze*.