

Schéma 3. Kritická hladina hemoglobinu

Normální hladina hemoglobinu
- u zdravých jedinců v klidu je obsah kyslíku dopravený do tkání (DO_2) normálně nejméně čtyřikrát větší než obsah aktuálně v tělesných tkáních skutečně využitý (VO_2) DO_2 je produktem obsahu kyslíku v arteriální krvi (~ koncentrace hemoglobinu) a rychlosti toku krve, který je představovaný srdečním výdejem (~ srdeční frekvence) - normálně méně než 1 % celkového obsahu kyslíku je rozpuštěno v plazmě - určující hodnotou pro obsah kyslíku v krvi je koncentrace hemoglobinu
Kritická hladina hemoglobinu
- spotřeba kyslíku (VO_2) se stává závislou na dodávce (DO_2) při hladině Hb 45–40 g/l - objevují se známky klinického šoku (anaerobní metabolismus, orgánová dysfunkce) - tělo kompenzačně zvyšuje srdeční výdej, a to převážně zvýšením srdeční frekvence a současně snížením systémové cévní rezistence - při zvýšení parciálního tlaku kyslíku (PaO_2) kyslík rozpuštěný v plazmě může představovat až 30 nebo více procent dodávky kyslíku - zajištění podpůrné léčby ke snížení spotřeby a zvýšení dodávky kyslíku

Schéma 4. Podpůrná léčba ke zvýšení tolerance anémie

Zvýšení dodávky kyslíku
optimalizace cirkulujícího objemu - uvážlivé doplnění objemu (krystaloidy, koloidy) - zvážit vliv roztoků na koagulaci a mikrocirkulaci (funkční kapilární denzita, viskozita krve, perfuze) - vyvarovat se přetížení objemu a nadměrnému zvýšení krevního tlaku (zvyšuje krvácení) zvýšení oxygenace - kyslíková terapie - zvážit umělou plicní ventilaci a hyperbarickou oxygenaci - optimalizace srdečního výdeje zvýšení erytropoézy - včasně podání látek stimulujících erytropoézu (erythropoetin) - doplnění železa (i. v. železo) - kyselina listová, vitamin B_{12}
Snížení spotřeby kyslíku
přísný klid na lůžku: vhodná analgezie, sedace a myorelaxace zachování normotermie - uvážlivé ochlazování při horečce (třesavka spotřeby O_2 zvýší) - zahřívání hypotermických pacientů (hypotermie zhoršuje koagulopatii) neselektivní betablokátory v nízkých dávkách - sníží projevy tachykardie - sníží metabolické požadavky bloádou konverze T_4–T_3 vyvarovat se opakovaných odběrů krve - denně kostní dřeň produkuje asi 50 ml krve, opakované extenzivní odběry mohou tuto hodnotu i přesáhnout - Point-of-care testování (POCT) - kapky nebo mililitry - jen odběry nezbytné pro určení léčby nebo její změnu

K doporučeným intervencím patří zajištění **dostatečného oběhového objemu**, aby se zachovala perfuze, protože většina orgánů selhává, pokud je anémie doprovázena hypovolemií. Podání **nízké dávky neselektivního betablokátoru** může pomoci snížit projev přílišné tachykardie, která má na srdeční výdej jen minimální účinek. Navíc tyto látky blokují konverzi T_4 – T_3 , čímž se metabolické požadavky tkání snižují [8]. Neselektivní betablokátory v této situaci ale musíme podávat opatrně, protože vyšší dávka může mít negativní dopad na srdeční výdej a povede k hypoxii koncových orgánů, např. mozku.

Léčíme stavy, které zvyšují spotřebu kyslíku. Horečka zvyšuje srdeční frekvenci, a tím spotřebu kyslíku, ale k ochlazování přistupujeme uvážlivě, protože sice může snížit spotřebu kyslíku, ale pokud vede ke třesavce, tak se nakonec spotřeba kyslíku zvýší, a ochlazování také může vést ke koagulopatii. **Umělá plicní ventilace** (řízená ventilace u pacientů na sedaci nebo podpůrná ventilace) je dalším postupem, který pomáhá snížit respirační námahu a s tím spojenou spotřebu kyslíku. Pokud není indikováno jinak, časné ukončení ventilace a extubace jsou doporučovány při Hb nad 45 g/l a dostatečné produkci retikulocytů [6].

Když kyslík vázaný na Hb v krvi výrazně poklesne, nabývá na významu kyslík rozpuštěný v plazmě, který může při **zvýšení parciálního tlaku kyslíku** (PO_2) nyní představovat až 30 nebo více procent dodávky kyslíku. Dbáme na to, aby cílový PO_2 byl natolik vysoký, že zajistí adekvátní množství kyslíku rozpuštěného v plazmě, a současně

nebyl vysoký příliš, aby neúměrně zvýšil riziko poškození [9]. Přijatelným limitem může být PO_2 okolo 250 Torr (33,3 kPa).

Hodnocení stavu vědomí je také velmi důležité, protože jakákoli doprovodná somnolence nebo oslabení porozumění znamenají, že spotřeba kyslíku se stává závislou na dodávce, a tento stav se musí rychle a efektivně zvrátit. Při krvácení by měly být hodnoceny klinické i laboratorní známky orgánové a tkáňové hypoperfuze.

Každá krevní ztráta vede ke ztrátě železa, a proto je **doplnění železa** pro obnovu množství hemoglobinu zcela nezbytné, a přidání **látek stimulujících erytropoézu** (ESA) kompenzační odpověď na anémii maximalizuje [10, 11].

Po celou dobu je zásadní **vyvarovat se opakovaných odběrů krve**. Mnohé z nich nakonec totiž nejsou pro určení léčby nebo její změnu nezbytné. S výhodou využijeme Point-of-care testování (POCT) u ventilovaných pacientů, které vyžaduje kapky nebo mililitry krve. Úplný krevní obraz s retikulocyty, frakcí nezralých retikulocytů a obsahem hemoglobinu v retikulocytech (vypočítaná hodnota) pomůže zhodnotit odpověď na léčbu železem a erythropoetinem (Tab. 2) [6]. Další laboratorní vyšetření by se mělo provádět, jen pokud je absolutně nezbytné pro stanovení nebo změnu léčby [12].

Lze očekávat, že na tuto léčbu bude dobře reagovat mnoho pacientů. Pokud však léčba není úspěšná, bylo by vhodné ke zvýšení dodávky kyslíku zvážit podání **umělých přenašečů kyslíku**, ale ty u nás nejsou dostupné. S jejich pomocí je možné překlenout dobu těžké anémie, dokud pacientova kostní dřeň neprodukuje dostatek červených krvinek [13].

Klinické postupy pro plánované operace

Většina perioperačních bezkrevních postupů je součástí programu Patient Blood Management (PBM), který se již úspěšně a běžně v mnoha zemích používá [7]. Pro úspěšnou léčbu je nezbytné být s tímto programem dobře seznámen a jednotlivé postupy a metody důsledně využívat. Základní principy jsou uvedeny na obrázku 2. Cílem je, aby se předešlo situaci, kdy by byla krevní transfuze indikována.

Předoperační příprava

Základem úspěšné operace je důkladná příprava. **Předoperační multidisciplinární diskuze** k naplánování postupů by se měli minimálně účastnit zkušený chirurg, zkušený anesteziolog a zkušený hematolog. S výhodou využijeme také konzultaci s praktickým lékařem pacienta nebo internistou, kteří nám můžou poskytnout cenné informace o pacientovi, a zapojíme je do předoperační přípravy, zvl. diagnostiky a léčby anémie. Najdeme si čas a v klidu dobře promyslíme aktuální situaci konkrétního pacienta, jeho fyziologické možnosti tolerovat anémii a náročnost plánované operace. Podle toho odhadneme očekávanou krevní ztrátu, stanovíme nejnižší hladinu hemoglobinu, kterou pacient bude schopen pooperačně tolerovat a vypočítáme **žádoucí předoperační hladinu hemoglobinu** (viz Schéma 5). Přitom bereme v úvahu tělesnou hmotnost pacienta, protože čím jsou pacienti drobnější, tím menší mají cirkulující objem krve, a tím vyšší předoperační hemoglobin potřebují [14]. Ideálně 8 týdnů před plánovanou operací zhodnotíme krevní obraz, metabolismus železa a stav koagulace, abychom měli dostatek