

Léčba kyslíkem

Autoři: P. Zoban, J. Biolek

Oponenti: Výbor České neonatologické společnosti ČLS JEP

Léčba kyslíkem (oxygenoterapie) je nejobtížnější a nejkompexnější oddíl problematiky léčby hypoxických stavů u novorozenců. Proto uvádíme jen rámcová doporučení.

I. Transport kyslíku v organismu:

- Většina kyslíku je v krvi transportována jako oxyhemoglobin (HbO_2), jen malá část je rozpuštěna v plazmě. Tato frakce O_2 je potencionálně toxická.
- Afinita Hb pro O_2 a jeho uvolňování tkáním se řídí charakteristikou disociační křivky HbO_2 . Pozici křivky ovlivňují pH, teplota, koncentrace 2,3 difosfoglcylerátu (2,3-DPG), kombinace těchto faktorů a koncentrace Hb.
 - a) Pokles pH, vzestup teploty a 2,3-DPG, posouvají křivku doprava (tj. snižuje se afinita Hb pro kyslík).
 - b) Zvýšení pH, pokles teploty a 2,3-DPG mají opačný efekt (posun křivky doleva, tj. zvýšení afinity Hb pro kyslík – charakteristické pro novorozence). Při oxygenoterapii je třeba mít tyto vztahy na paměti.

II. Determinanty oxygenace organismu:

- FiO_2
- Fungující alveolus
- Dostatečná koncentrace Hb
- Srdeční výdej

III. Cíl léčby kyslíkem:

- Cílem léčby je udržet/obnovit potřebné zásobení tkání kyslíkem pro zachování aerobního metabolismu a současně nevyvolat hyperoxémii.

IV. Kyslík je lék a jako takový má:

- Svou indikaci;
- Dávkování;
- Vyžaduje sledování průběhu léčby (monitorování);
- Má nežádoucí účinky (poškození plic, ROP, CNS, NEC).

V. Indikace léčby kyslíkem:

- Hypoxie je nepoměr mezi nabídkou a potřebou kyslíku pro tkáň (buňky), nutnou pro zachování aerobního metabolismu.

- Pouze prokazatelná hypoxie je indikací k léčbě kyslíkem. Diagnóza hypoxie se opírá o klinické projevy (poruchy dýchání, oběhu, prokrvení) a hodnotu PaO_2 pod 6.0 kPa (tj. ≤ 45 mmHg).

Poznámka: - prematurita sama o sobě není indikací k léčbě kyslíkem.

VI. Dávkování kyslíku:

- Dávkování O_2 se vyjadřuje jako frakce O_2 ve vdechované směsi medicínálních plynů – kdy $\text{FiO}_2 1.0 = 100\%$.
- Dávkování kyslíku v litrech/min. nevyjadřuje koncentraci O_2 nevyjadřuje a taková ordinace nevyjadřuje nic jiného než průtok medicínálních plynů. Proto se nepoužívá.

VII. Způsob podávání kyslíku:

Podávaný kyslík musí být předeřhřátý (na úroveň tělesné teploty) a zvlhčený (cca na 60-70%) a přiváděný přes mixér dýchacích plynů (pro zajištění definované koncentrace). Podává se buď inhalačně nebo insuflací do dýchacích cest a plic novorozenců.

- 1) **Inhalační podávání O_2** - používá se u novorozenců se zachovanou spontánní dechovou aktivitou. Možnosti inhalačního podávání O_2 jsou:
 - *Do inkubátoru*, kde lze dosáhnout stabilní koncentrace maximálně do výše 40%. Vyšší stabilní koncentraci nelze v běžném inkubátoru bezpečně zajistit.
 - *Maskou, přiloženou k orofaciální oblasti dítěte* – vhodné pro akutní, krátkodobé podávání O_2 . Při průtoku 5 l/min. se ve vzdálenosti 1-3 cm od obličeje dosahuje koncentrace O_2 mezi 40-60%.
 - *Pomocí kyslíkového mikrostanu* - lze tak zajistit stabilitu koncentrace O_2 i vyšší než 40%. Přitom je třeba zvolit průtok plynů, který by vyplavoval exhalovaný CO_2 z mikrostanu (tj. alespoň 2 l/min).
 - *Pomocí nosních kanyl (nostril)* - převážně pro dlouhodobé podávání O_2 u jinak stabilizovaných novorozenců. U velmi nezralých novorozenců je podávání O_2 nostrilami omezeno maximálním průtokem plynu, který ještě tolerují (tj. průtokem kolem 2 l/min.).
- 2) **Podávání O_2 insuflací** - používá se u novorozenců s nedostatečnou spontánní dechovou aktivitou. Insuflačně se O_2 podává:
 - *Ventilací vakem a maskou*, kdy je třeba dbát na správné přiložení masky a jemné komprese vaku (prevence barotraumatů). Zároveň je nutné pamatovat na to, že bez připojeného zásobníku O_2 nelze dosáhnout $\text{FiO}_2 > 0.4$., resp. jeho připojením dosahovat potencionálně toxických koncentrací O_2 .
 - *Při podpoře dýchání režimem N-CPAP nebo CPAP* - obvykle při potřebě $\text{FiO}_2 > 0.4$. Kontinuálně zvýšený tlak v dýchacích cestách a alveolárních prostorech (cca mezi 4-7 cm H_2O) usnadňuje transfer O_2 přes alveolokapilární membránu.
 - *Při mechanické ventilace plic (MV)* - kdy oxygenaci ovlivňují FiO_2 a střední tlak v dýchacích cestách (MAP), přenášený do alveolárních prostorů. Obecně, indikací MV bývá potřeba $\text{FiO}_2 > 0.6$ a/nebo hodnota $\text{PaCO}_2 > 6.6 - 7.9$ kPa (50-60 mmHg).

VIII. Kontrola léčby kyslíkem (monitorování):

Kontrola léčby O₂ slouží k hodnocení jejího účinku (prevenci nedostatečně kompenzované hypoxie, resp. vzniku hyperoxie). Provádí měřením PaO₂, HbO₂, kombinací obou metod nebo transkutánním měřením tenze krevních plynů.

1) Monitorování léčby kyslíkem měřením PaO₂:

- V akutní fázi onemocnění se odběry arteriální krve a vyšetřování PaO₂ provádí ve 4-6 hodinových intervalech.
- Odběr arteriální krve a vyšetření PaO₂ se provádí za 15-20 min. po změně FiO₂ nebo ventilačních parametrů.
- Po stabilizaci klinického stavu lze vyšetření PaO₂ provádět po 8-12 hodinách (3-2x/24 hodin).
- U nedonošených dětí je třeba cíleně udržovat PaO₂ mezi 6.0 – 9.3 kPa (45-70 mmHg). V tomto intervalu je zachován aerobní metabolismus. FiO₂ vyšší než je zapotřebí pro udržení žádoucích hodnot PaO₂ zvyšuje riziko poškození plic a vzniku ROP. U donošených novorozenců lze tolerovat PaO₂ vyšší, mezi 10-12 kPa (75-90 mmHg).

2) Monitorování saturace Hb kyslíkem pulzní oxymetrií:

- *Princip metody* - odlišná absorpce infračerveného světla HbO₂ a redukovaným Hb.. Měřicí sonda současně snímá pulzovou vlnu. Tím je zajištěno selektivní měření koncentrace cirkulujícího HbO₂.
- *Horní limit slouží k předcházení hyperoxémie.*
 - U donošených dětí se volí v rozmezí 95-98% HbO₂.
 - U novorozenců s velmi nízkou a extrémně nízkou porodní váhou je řada doporučení. Nejčastěji se doporučuje nastavovat alarm na hodnotu 93% HbO₂.
- *Dolní limit* je nastaven tak, aby byla malá rezerva předtím, než PaO₂ a hodnota HbO₂ klesnou do pásma kritické hypoxémie.
 - Pro donošené novorozence se hodnota dolního limitu volí mezi 88 až 90% HbO₂.
 - U novorozenců s velmi nízkou, resp.s extrémně nízkou porodní váhou se pohybuje mezi 83-85%.
- *Cílová saturace Hb kyslíkem (HbO₂)* by měla být stabilní, bez kolísání.
 - U donošených novorozenců by se měla pohybovat kolem 95% HbO₂.
 - U novorozenců s velmi nízkou, resp.s extrémně nízkou porodní váhou se saturace Hb kyslíkem udržuje v rozmezí (83%) 85-92%.

Návod pro monitorování saturace kyslíkem u novorozenců

Saturace Hb kyslíkem (%):	Klinické situace:
> 95	<u>Plicní hypertenze (PPHN)</u>
90 - 98	<u>Donošení novorozenci</u>
(83) 85 - 92 (93)	<u>Prematurita (24-30 gestačních týdnů)</u>
> 92	<u>Chronické plicní onemocnění/BPD</u>

3) Transkutánní měření krevních plynů:

- *Princip metody* - společná elektroda měří parciální tlaky O_2 (PtO_2) a CO_2 ($PtCO_2$), difundujících k elektrodě přes kůži.
- Doporučené hodnoty PtO_2 pro velmi nezralé novorozence jsou 6.0-9.3 kPa (45-70 mmHg), resp $PtCO_2$ 5.0-7.3 kPa (38-55 mmHg). U donošených novorozenců se hodnoty PtO_2 mohou pohybovat i výše (10-12 kPa, resp. 75-90 mmHg).

IX. Vedení léčby O_2 :

- Nastavit dolní a horní limit – 85% a 93% pro děti pod 1500 g/30 gestačních týdnů, pro donošené 90% a 98% (event.100%).
- FiO_2 zvyšovat/snižovat zvolna – cca o 1-3%, průběžně monitorovat stabilitu FiO_2 .
- Neměnit FiO_2 příliš často – dochází tím k nežádoucím výkyvům koncentrace podávaného O_2 .
- Při tendenci k desaturaci/bradykardii při některých ošetrovacích úkonech (např.při odsávání) je vhodná preoxygenace (zvýšení FiO_2 o 5-10% proti výchozí hodnotě).
- Manuální vdechy u ventilovaného novorozence poskytovat především pomocí ventilátoru, nepreferovat manuální ventilaci. Při rozpojování okruhu a ventilaci pomocí vaku hrozí riziko velkých výkyvů koncentrace O_2 v krvi novorozence.
- Při dýchání pomocí vaku a masky paušálně nepoužívat FiO_2 1.0. I krátkodobé, neindikované podávání FiO_2 1.0 může způsobit oxidační stres.

Při dýchání vakem a maskou s dodáváním O_2 (event. přes ETK) se doporučuje používat mixér medicínálních plynů a monitorovat HbO_2 (pulzní oxymetrie).

Mechanickou plicní ventilaci se doporučuje zahajovat s FiO_2 0.4-0.5 a měnit ji tak, aby se dosáhlo požadovaných hodnot PaO_2 a HbO_2 s ohledem na stupeň prematurity.

Při korekci perinatální asfyxie je na místě FiO_2 až 1.0. Současně je třeba obnovit perfuzi orgánů a tkání. Pokud se neprovádí oboje současně, nelze situaci úspěšně zvládnout.

Literatura:

1. American Academy of Pediatrics: Guidelines for Neonatal Resuscitation: Translating Evidence-Based Guidelines to the NRP, 2005
2. M.W.Beresford, H.Parry, N.J.Shaw: Twelve-Months Prospective Study of Oxygen Saturation Measurements among Term and Preterm infants. *J.Perinatol.*, 2005; 25: 30-32.
3. N.N.Finer: Nasal Cannula Use in the Preterm Infant: Oxygen or Pressure. *Pediatrics*, 2005
4. Gerald B. Merenstein, Sandra L. Gardner: *Handbook of Neonatal Intensive Care* 1998.
5. E.Green, I.Morgan, J.Gray: Acid-Base Disorders. *Neonatology and Laboratory Medicine*. ACB Venture Publications, 2003.
6. A.Greenough, A.D.Milner: Acute Respiratory Disease. *Robertson's Textbook of Neonatology*, 4th Edition. Ed. J.M.Rennie, Elsevier, 2005.
7. A.Greenough, A.D.Milner: Pulmonary disease in the newborn. *Robertson's Textbook of Neonatology*, 4th Edition. Ed. J.M.Rennie, Elsevier, 2005.
8. J.I.Hagadorn, A.M.Furey, T-H. Nghiem et al.: Achieved Versus Intended Pulse Oximeter Saturation in Infants Born Less Than 28 Weeks' Gestation: The AVIOx Study. *Pediatrics*, 2006, 118; 4: 1574-1582.
9. H.G.Liley and A.R.Stark: Respiratory Disorders. *Manual of Neonatal Care* 4th Edition, 1998. *Manual of Neonatal Care*, Eds. J.P.Cloherly and A.R.Stark. Lippincot-Raven, 1998.
10. J.M.Rennie and N.R.C.Roberton: Acute disorders of the respiratory tract. *A Manual of Neonatal Intensive Care*, 4th Edition, 2002
11. UCSF Children's Hospital: *Intensive Care Nursery House Staff Manual*. Respiratory Distress Syndrome, 2004.