

## **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 ( $\text{HbO}_2$ ), jen malá část je rozpuštěna v plazmě. Tato frakce  $\text{O}_2$  je potencionálně toxická.
- Afinita Hb pro  $\text{O}_2$  a jeho uvolňování tkáním se řídí charakteristikou disociační křivky  $\text{HbO}_2$ . Pozici křivky ovlivňují pH, teplota, koncentrace 2,3 difosfogylycerátu (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:**

- $\text{FiO}_2$
- 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  $\text{PaO}_2$  pod 6.0 kPa (tj.  $\leq 45$  mmHg).

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

## **VI. Dávkování kyslíku:**

- Dávkování  $\text{O}_2$  se vyjadřuje jako frakce  $\text{O}_2$  ve vdechované směsi medicínálních plynů – kdy  $\text{FiO}_2 1.0 = 100\%$ .
- Dávkování kyslíku v litrech/min. nevyjadřuje koncentraci  $\text{O}_2$  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  $\text{O}_2$**  - používá se u novorozenců se zachovanou spontánní dechovou aktivitou. Možnosti inhalačního podávání  $\text{O}_2$  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  $\text{O}_2$ . Při průtoku 5 l/min. se ve vzdálenosti 1-3 cm od obličeje dosahuje koncentrace  $\text{O}_2$  mezi 40-60%.
  - *Pomocí kyslíkového mikrostanu* - lze tak zajistit stabilitu koncentrace  $\text{O}_2$  i vyšší než 40%. Přitom je třeba zvolit průtok plynů, který by vyplavoval exhalovaný  $\text{CO}_2$  z mikrostanu (tj. alespoň 2 l/min).
  - *Pomocí nosních kanyl (nostril)* - převážně pro dlouhodobé podávání  $\text{O}_2$  u jinak stabilizovaných novorozenců. U velmi nezralých novorozenců je podávání  $\text{O}_2$  nostrilami omezeno maximálním průtokem plynu, který ještě tolerují (tj. průtokem kolem 2 l/min.).
- 2) **Podávání  $\text{O}_2$  insuflací** - používá se u novorozenců s nedostatečnou spontánní dechovou aktivitou. Insuflačně se  $\text{O}_2$  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  $\text{O}_2$  nelze dosáhnout  $\text{FiO}_2 > 0.4$ ., resp. jeho připojením dosahovat potencionálně toxických koncentrací  $\text{O}_2$ .
  - *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  $\text{H}_2\text{O}$ ) usnadňuje transfer  $\text{O}_2$  přes alveolokapilární membránu.
  - *Při mechanické ventilace plic (MV)* - kdy oxygenaci ovlivňují  $\text{FiO}_2$  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 O<sub>2</sub> slouží k hodnocení jejího účinku (prevenci nedostatečně kompenzované hypoxie, resp. vzniku hyperoxie). Provádí měřením PaO<sub>2</sub>, HbO<sub>2</sub>, kombinací obou metod nebo transkutánním měřením tenze krevních plynů.

### **1) Monitorování léčby kyslíkem měřením PaO<sub>2</sub>:**

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

### **2) Monitorování saturace Hb kyslíkem pulzní oxymetrií:**

- *Princip metody* - odlišná absorpce infračerveného světla HbO<sub>2</sub> a redukovaným Hb.. Měřicí sonda současně snímá pulzovou vlnu. Tím je zajištěno selektivní měření koncentrace cirkulujícího HbO<sub>2</sub>.
- *Horní limit slouží k předcházení hyperoxémie.*
  - U donošených dětí se volí v rozmezí 95-98% HbO<sub>2</sub>.
  - U novorozenců s velmi nízkou a extrémně nízkou porodní váhou je řada doporučení. Nejčastěji se doporučuje nastavovat alarm na hodnotu 93% HbO<sub>2</sub>.
- *Dolní limit* je nastaven tak, aby byla malá rezerva předtím, než PaO<sub>2</sub> a hodnota HbO<sub>2</sub> klesnou do pásma kritické hypoxémie.
  - Pro donošené novorozence se hodnota dolního limitu volí mezi 88 až 90% HbO<sub>2</sub>.
  - U novorozenců s velmi nízkou, resp.s extrémně nízkou porodní váhou se pohybuje mezi 83-85%.
- *Cílová saturace Hb kyslíkem (HbO<sub>2</sub>)* by měla být stabilní, bez kolísání.
  - U donošených novorozenců by se měla pohybovat kolem 95% HbO<sub>2</sub>.
  - 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:
<b>&gt; 95</b>	<b><u>Plicní hypertenze (PPHN)</u></b>
<b>90 - 98</b>	<b><u>Donošení novorozenci</u></b>
<b>(83) 85 - 92 (93)</b>	<b><u>Prematurita (24-30 gestačních týdnů)</u></b>
<b>&gt; 92</b>	<b><u>Chronické plicní onemocnění/BPD</u></b>

### 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*, 4<sup>th</sup> Edition. Ed. J.M.Rennie, Elsevier, 2005.
7. A.Greenough, A.D.Milner: Pulmonary disease in the newborn. *Robertson's Textbook of Neonatology*, 4<sup>th</sup> 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.