

# Aplikace kyslíku v resuscitaci na porodním sále

**Autoři:** J. Dort, E. Dortová

**Oponenti:** Výbor České neonatologické společnosti ČLS JEP

## **I. Úvod, definice problému a cíl**

Kyslík je na světě nejčastější lék podávaný novorozencům, přesto se hodnoty optimální oxygenace u novorozence stále hledají.

Oxygenace tkání závisí:

- perfuzi,
- Hb,
- saturaci Hb kyslíkem.

Arteriální krevní tlak není spolehlivým ukazatelem kvality perfuze tkání. Ta kromě krevního tlaku závisí na srdečním výdeji, cirkulujícím volumu, stavu periferního řečiště.

Disociační křivka fetálního Hb je posunuta doleva, a proto může být dostatečná  $SpO_2$  Hb a oxygenace tkáně dosažena i při relativně nízkém  $PaO_2$ . Optimální oxemie pro nezralé děti a jí odpovídající  $SpO_2$  se intenzivně hledá.

Vzduch samotný ve srovnání s intrauterinním prostředím představuje již hyperoxické prostředí. Normální  $SpO_2$  in utero je 0,50-0,60, za patologickou je považována až pod 0,30.

**Tab. 1: Přibližný vývoj hodnot  $SpO_2$  v průběhu spontánní postnatální adaptace fyziologického novorozence.**

věk	$SpO_2$
1 minuta	0,60
5 minut	0,85
10 minut	0,92
1 hod	0,95
po 2 hod	0,98

## **Měření oxygenace**

### **paO<sub>2</sub>**

Vyjadřuje aktuální hodnotu v arteriální/arterializované krvi v okamžiku odběru, získanou v rámci měření acidobazické rovnováhy.

U donošených novorozenců je  $PaO_2$  10-12 kPa (75-90 mmHg).

U nedonošených dětí z obavy z poškození plic a vzniku ROP se mohou používat hodnoty i nižší, při nichž je zachován aerobní metabolismus.

## TcpO<sub>2</sub>

Málo spolehlivé, transkutánní oximetry vyžadují časté kalibrace, mohou způsobit popálení kůže.

## SpO<sub>2</sub>

Je přímo úměrná pO<sub>2</sub> (ve střední části disociační křivky), pulzní oximetry měří kontinuálně bez potřeby kalibrace, jsou dostatečně citlivé pro detekci hypoxemie.

SpO<sub>2</sub> ale nemusí vypovídat o tkáňové oxygenaci, při vysokých hodnotách blížících se 100 % se snižuje přesnost, není vhodná k průkazu hyperoxemie (tu odhalí pouze paO<sub>2</sub>) !!!

K měření SpO<sub>2</sub> se užívají v současnosti monitory vybavené SET systémem (Signal Extraction Technology), které odliší karboxyhemoglobin, methemoglobin a venozní hemoglobin a snímají pouze arteriální signál. To je velmi důležité, protože příměs venozního signálu může totiž vést k měření falešně nízké hodnoty SpO<sub>2</sub>.

## Volné kyslíkové radikály a poškození tkání a orgánů

Vznikají při aerobním metabolismu. Za fyziologických podmínek je v mitochondriích asi 2 % spotřebovaného kyslíku redukováno na superoxidový radikál, který se uplatňuje v různých buněčných funkcích. Buňky jsou vybaveny schopností udržovat redoxní stabilitu. K obraně slouží superoxidodismutáza a kataláza (u novorozenců snížená aktivita), vitamin E, bilirubin, transferin (také laktoferin MM).

**Hyperoxie**, ale i různé další vlivy mohou spustit nadprodukcí kyslíkových radikálů, ty změní permeabilitu mitochondriální membrány, ze kterých se uvolní cytochrom c a další faktory apoptózy, je alterována např. syntéza proteinů, buněčný růst, vznikají zlomy DNA a nastává smrt buněk. Nadbytek volných kyslíkových radikálů je pro buňky škodlivý, způsobuje stárnutí, poškození DNA., neoplasmata, retinopatii nedonošených, bronchopulmonální dysplazii.

ROP je nejčastější příčina poruchy zraku či slepoty u dětí na světě. V etiologii se významně uplatňuje hyperoxie, následující vazokonstrikce vyvolává ischemie nezralé sítnice, pak stimulaci endoteliálního růstového faktoru (VEGF) a výsledkem je patologická proliferace cév. BPD má multifaktoriální etiologii, v níž hyperoxie je opět také důležitý faktor. Byla vyslovena hypotéza, že ROP, BPD, PDA, IVH a NEC by mohly být různé orgánové projevy jednoho identického patofyziologického procesu, pojmenovaného neonatal oxygen radical disease (Saugstad 1998).

## Resuscitace a kyslík na porodním sále

Resuscitace s užitím kyslíku neprokázala lepší výsledky proti samotnému vzduchu. Naopak, studie ukázaly, že použití 100% kyslíku prodlužuje dobu nutné resuscitace! Kyslík ve vysoké koncentraci působí takový oxidativní stres, že ještě po 4 týdnech od jeho aplikace byly dokázány orgánové změny (myokardiální a renální) (Saugstad a Vento 2003,2005).

Použití 100 % kyslíku se ukázalo být nebezpečné, může dokonce zvyšovat mortalitu a riziko pozdních následků. Naopak při restriktivní oxygenoterapii (tj. SpO<sub>2</sub> udržována v mezích 80-90 % ) u dětí s GV pod 28 týdnů nebyly nezjištěny žádné nevýhody z hlediska PM vývoje (Tin 2001).

## Cíl

Stanovení pravidel pro bezpečné použití kyslíku v resuscitaci novorozence s ohledem na současné vědecké poznatky o toxicitě kyslíku. Otázka tedy nezní, zda v resuscitaci používat 100 % nebo 21 % FiO<sub>2</sub>, ale jak zajistit normoxemickou oxygenaci.

## **II. Použití oxygenoterapie v resuscitaci novorozence na porodním sále**

Použití kyslíku musí být vždy indikované, a to rizikem hypoxického poškození.

Podávání kyslíku se nemá zahajovat dříve než po zabezpečení průchodnosti dýchacích cest, dýchání a cirkulace.

Novorozenec po porodu nemusí být ihned růžový !

Zahájení resuscitace **primárně vzduchem.**

### **Postup resuscitace**

#### **1. minuta**

Zdroj tepla

Osušení

Polohování a odsátí dýchacích cest

Zhodnocení stavu

Stimulace dýchání

Prodýchání vakem přes masku - vzduchem

#### **2. minuta**

Zhodnocení stavu opakovaně

Pokračování dýchání vakem přes masku – vzduchem

Nepřímá masáž srdeční

PULZNÍ OXIMETRIE - Senzor na pravou ruku (krátce po narození je preduktální oxigenace lepší).

#### **3. minuta**

##### **OXYGENOTERAPIE**

Indikovaně podle stavu dítěte a SpO<sub>2</sub>. Rozhodující je aktuální hodnota SpO<sub>2</sub> v daném čase po přerušení pupečníku.

#### **4. minuta a dále**

Standardní postup resuscitace.

**Tab. 2: Indikace užití kyslíku u donošených novorozenců na PS**

postnatální čas	SpO <sub>2</sub>
1- 5 minut	pod 0,70
6 – 10 minut	pod 0,80
dále	pod 0,85

### **III. Souhrn zásad oxygenoterapie**

**Nepřiměřené použití kyslíku** u novorozence přináší riziko závažného orgánového a tkáňového poškození:

- retinopatie nedonošených,
- bronchopulmonální dysplazie,
- postižení vyvíjejícího se mozku,
- infekce ,
- poškození DNA a riziko malignity později.

**Prevence hypoxického postižení** (například po asfyxii) je nutná, ale současně je nutné vyhnout se hyperoxemii.

**Dávkování kyslíku musí být individuální** k zajištění normoxemické oxygenace. K tomu je třeba používat spolehlivé monitory ihned od narození, podávat oxygenoterapii dle aktuálních hodnot SpO<sub>2</sub> a dodržovat doporučené limity SpO<sub>2</sub>, které byly potvrzeny jako bezpečné z hlediska nejen krátkodobého, ale také dlouhodobého výsledku (podle psychomotorického vývoje).

#### **Seznam zkratk**

BPD	bronchopulmální dysplázie
GV	gestační věk
FiO <sub>2</sub>	frakce kyslíku ve vdechované směsi
IVH	intraventrikulární krvácení
NEC	nekrotizující enterokolitida
NNPH	novorozenec s nízkou porodní hmotností
NVNPH	novorozenec s velmi nízkou porodní hmotností
NENPH	novorozenec s extrémně nízkou porodní hmotností
paO <sub>2</sub>	parciální tlak kyslíku v arteriální krvi
PDA	otevřená tepenná dučej
PS	porodní sál
ROP	retinopatie nedonošených
SpO <sub>2</sub>	saturace hemoglobinu kyslíkem
TcpO <sub>2</sub>	transkutánně měřený parciální tlak kyslíku v krvi

**Poznámka**

Toto doporučení nepostihuje a ani nemůže postihnout všechny alternativy, které mohou v klinické praxi nastat. Pro naprostou většinu klinických situací však představuje tento doporučený postup návod, jak snížit riziko hypoxie a na druhé straně projevů kyslíkové toxicity.

**Literatura:**

- 1) Bancalari E. Changes in the Pathogenesis and Prevention of Chronic Lung Disease of Prematurity. *American Journal of Perinatology* 2001; **18**: 1–9.
- 2) Deulofeut R, Critz A. Avoiding hyperoxia in infants under 1250g is associated with improved short- and long-term outcomes, *J Perinatology* 2006, 26: 700-5
- 3) Deulofeut R, Sola A. Risk for late bacterial sepsis in infants under 1000g: another beneficial effect of avoiding hyperoxia ? E- PAS 2006, 59: 148
- 4) International Liaison Committee on Resuscitation. Part 7: Neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2005; **67**: 293–303.
- 5) Kabon B, Kurz A. Optimal perioperative oxygen administration. *Curr Opin Anesthesiol* 2006, 19: 11-8
- 6) Naumburg E, Bellocco R, Cattingius S, Jonzon A, Ekbohm A. Supplementary oxygen and risk of childhood lymphatic leukaemia. *Acta Paediatr* 2002; **91**: 1328–33.
- 7) Richmond S, Goldsmith JP. Refining the role of oxygen administration during delivery room resuscitation: What are the future goals? *Semin Fetal Neonatal Med.* 2008,13, 6, 368-374. ISSN 1744-165X.
- 8) Saugstad OD, Rootwelt T, Aalen O. Resuscitation of asphyxiated newborn infants with room air or oxygen: an international controlled trial: the Resair 2 study. *Pediatrics* 1998; **102**..
- 9) Saugstad OD. Resuscitation of newborn infants with room air or O<sub>2</sub>. *Semin Neonatol* 2001; **6**: 233–9. 118.
- 10) Saugstad OD. Oxygen toxicity at birth: the pieces are put together. *Pediatr Res* 2003; **54**: 789.
- 11) Saugstad OD. Optimal oxygen therapy in the Newborn Period. *Pediatric Pulmonol* 2004; **S26**: 112–3.
- 12) Saugstad OD. Resuscitation with pure oxygen at birth: it is time for a change. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2004; **15**: 73–4.
- 13) Schmidt Robert F: Memorix- Fyziologie pages 213-216
- 14) Sola A, :Oxygen as a neonatal health hazard: call for détente in clinical practices Review article: *Dallas Acta Paediatrica June, 2007, Vol 96, 6, pages 801-812*
- 15) Sola A. Prevention of retinopathy of prematurity European Academy of Pediatrics, Barcelona , October 7-10,2006 : 64
- 16) Spector LG, Klebanoff MA, Feusner JH, Georgieff MK, Ross JA. Childhood cancer following neonatal oxygen supplementation. *J Pediatr* 2005; **147**: 27–31.
- 17) Rowland R, Newman CGH. Pulmonary complications of O<sub>2</sub> therapy. *J Clin Path* 1969; **22**: 192–8
- 17) Zoban P, Biolek J: Léčba kyslíkem. *Doporučené postupy ČNeoS*, 2007
- 18) Morley JM, Davis PG: Advances in neonatal resuscitation: supporting transition. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2008, 93,5, F334-336. ISSN 0003-9888