

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 (paO_2 6-9,3 kPa tj. 45-70 mmHg) je obvykle dosažena v rozmezí SpO_2 0,85-0,93 (12,13). SpO_2 nad 0,95 již může znamenat tkáňovou hyperoxii.

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_2

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

U nedonošených dětí je třeba cíleně udržovat PaO_2 mezi 6.0 – 9.3 kPa (45-70 mmHg).

V tomto intervalu je zachován aerobní metabolismus. FiO_2 vyšší než je zapotřebí pro udržení žádoucích hodnot PaO_2 zvyšuje riziko poškození plic a vzniku ROP.

U donošených novorozenců lze tolerovat PaO_2 vyšší, mezi 10-12 kPa (75-90 mmHg).

TcpO₂

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

SpO₂

Je přímo úměrná pO₂ (ve střední části disociační křivky), pulzní oximetry měří kontinuálně bez potřeby kalibrace, jsou dostatečně citlivé pro detekci hypoxemie.

SpO₂ ale nemusí vypovídat o tkáňové oxygenaci, při vysokých hodnotách blížících se 100 % se snižuje přesnost, není vhodná k průkazu hyperoxemie (tu odhalí pouze paO₂) !!!

K měření SpO₂ 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 SpO₂.

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 superoxidismutáza 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 (Saugstadt 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. SpO₂ 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 % FiO₂, 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

Nepříímá masáž srdeční

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

3. minuta

OXYGENOTERAPIE

Indikované podle stavu dítěte a SpO₂. Rozhodující je aktuální hodnota SpO₂ v daném čase po přerušení pupečníku.

4. minuta a dále

Standardní postup resuscitace.

Tab. 2: Indikace užití kyslíku u NNPH, NVNPH, NENPH podle SpO₂ a věku.

postnatální čas	SpO ₂
1 – 5 minut	pod 0,60
6 – 10 minut	pod 0,70
11 – 60 minut	pod 0,80
dále zavedené limity pro NNPH a NVNPH	0,85 – 0,94
pro NENPH	0,80 – 0,93

Tab. 3: Indikace užití kyslíku u donošených novorozenců na PS

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

Tab. 4: Limity SpO₂ platné mimo PS

kategorie novorozenců	SpO ₂
NNPH, NVNH	0,85 - 0,94
NENPH	0,80 - 0,93
donošení	0,85 – 0,95

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_2 a dodržovat doporučené limity SpO_2 , které byly potvrzeny jako bezpečné z hlediska nejen krátkodobého, ale také dlouhodobého výsledku (podle psychomotorického vývoje).

Seznam zkratek

BPD	bronchopulmální dysplázie
GV	gestační věk
FiO_2	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_2	parciální tlak kyslíku v arteriální krvi
PDA	otevřená tepenná dučej
PS	porodní sál
ROP	retinopatie nedonošených
SpO_2	saturace hemoglobinu kyslíkem
$TcpO_2$	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, Ekbom A. Supplementary oxygen and risk of childhood lymphatic leukaemia. *Acta Paediatr* 2002; **91**: 1328–33.
- 7) 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**..
- 8) Saugstad OD. Resuscitation of newborn infants with room air or O_2 . *Semin Neonatol* 2001; **6**: 233–9. 118.

- 9) Saugstad OD. Oxygen toxicity at birth: the pieces are put together. *Pediatr Res* 2003; **54**: 789.
- 10) Saugstad OD. Optimal oxygen therapy in the Newborn Period. *Pediatric Pulmonol* 2004; **S26**: 112–3.
- 11) Saugstad OD. Resuscitation with pure oxygen at birth: it is time for a change. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2004; **15**: 73–4.
- 12) Schmidt Robert F: Memorix- Fyziologie pages 213-216
- 13) 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
- 14) Sola A.Prevention of retinopathy of prematurity Europa Academy of Pediatrics, Barcelona , October 7-10,2006 : 64
- 15) Spector LG, Klebanoff MA, Feusner JH, Georgieff MK, Ross JA. Childhood cancer following neonatal oxygen supplementation. *J Pediatr* 2005; **147**: 27–31.
- 16) Rowland R, Newman CGH. Pulmonary complications of O₂ therapy. *J Clin Path* 1969; **22**: 192–8
- 17) Zoban P, Biolek J: Léčba kyslíkem. Doporučené postupy ČNeoS, 2007