

# Oxygenoterapie u akutních stavů v praxi

## *Oxygen therapy for acute states in practice*

Jan David<sup>1</sup>, Jakub Jonáš<sup>2</sup>, Václav Koucký<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pediatrická klinika  
2. LF UK a FN v Motole,  
Praha

<sup>2</sup>Klinika anesteziologie,  
resuscitace a intenzivní  
medicíny 2. LF UK a FN  
v Motole, Praha

### SOUHRN

**David J, Jonáš J, Koucký V. Oxygenoterapie u akutních stavů v praxi**

Léčba kyslíkem patří mezi základní terapeutické postupy onemocnění dýchacího traktu, zejména v akutních stavech. Předkládaný článek pojednává o využití jak nízkoprůtokové, tak vysokoprůtokové oxygenoterapie v praxi a upozorňuje na její rizika.

**Klíčová slova:** léčba kyslíkem, toxicita kyslíku, vysokoprůtoková nazální kanyla

### SUMMARY

**David J, Jonáš J, Koucký V. Oxygen therapy for acute states in practice**

Oxygen therapy is an essential therapeutic practice in various respiratory diseases, especially in acute conditions. This article discusses the practical application of both low-flow and high-flow oxygen therapy. It also highlights its risks.

**Key words:** oxygen therapy, oxygen toxicity, high-flow nasal cannula

### Korespondenční adresa:

MUDr. Jan David, Ph.D.  
Pediatrická klinika 2. LF UK a FN v Motole  
V Úvalu 84  
150 06 Praha  
jan.david@fnmotol.cz

Oxygenoterapie (léčba kyslíkem) představuje jednu z nejčastěji užívaných léčebných modalit pro různá respirační onemocnění – zejména v akutních stavech (hypoxemická respirační insuficience). Jedná se o podávání směsi vzduchu se zvýšenou inspirační frakcí kyslíku ( $\text{FiO}_2$ ) s cílem odstranit arteriální hypoxemii. Oxygenoterapie bez umělé plicní ventilace je efektivní zejména tehdy, je-li příčinou hypoxemie alveolární hypoventilace. Naopak méně účinná je, pokud nízkou saturaci krve kyslíkem způsobuje tzv. plicní zkrat.<sup>(1)</sup> K maximální efektivitě léčby kyslíkem též přispívá vhodná poloha pacienta. Pokud to aktuální stav nemocného umožňuje, nejpriznivější je polosed, eventuálně vleže alespoň mírná elevace hrudníku.

Tato poloha dovoluje lepší zapojení jak hlavních, tak i pomocných dýchacích svalů.

Na druhou stranu je nutné uvést, že oxygenoterapie přináší určitá rizika. Ke snížení vysychání sliznic je třeba inhalovaný kyslík zvlhčovat (vodními parami či aerosolem). U pacientů s chronickou hyperkapnií může při kyslíkové léčbě dojít k útlumu dechového centra. Nejobávanější riziko však přináší samotná toxicita kyslíku, která závisí zejména na délce podání a koncentraci vdechovaného kyslíku, dále též na věku pacienta (rizikovi jsou zejména nedonošení novorozenci). Bezpečný interval je 21–40 % kyslíku ve směsi. Tato koncentrace nevyvolává progresivní změny plicního parenchymu.<sup>(2)</sup> Naopak významná

hyperoxie vede ke vzniku kyslíkových radikálů, které způsobují resorpční atelektázy a plicní edém. Toto hyperoxií indukované plicní postižení (hyperoxic acute lung injury, HALI) je pak často nerozlišitelné od základního onemocnění.<sup>(3)</sup> Vhodnou prevencí HALI může být omezení nadužívání léčby kyslíkem, dechová rehabilitace či intermitentní střídání oxygenoterapie s neinvazivní ventilací. Kromě plicního postižení se především u nezralých novorozenců můžeme setkat i s poškozením jiných orgánů. Příkladem může být retinopatie nedonošených, což je vazoproliferativní onemocnění nezralé sítnice způsobené hyperoxií. Představuje nejčastější příčinu nevidomosti v dětském věku ve vyspělých zemích.<sup>(4)</sup>

Vzhledem k výše uvedené toxicitě kyslíku je potřeba myslet na to, že cílem oxygenoterapie není dosažení stoprocentní saturace kyslíkem. Hyperoxie je stejně škodlivá jako hypoxie.<sup>(5)</sup> Cílová saturace závisí na věku pacienta a základní diagnóze, která k oxygenoterapii vedla. Ve většině případů je jistě dostačující saturace nad 92 %.<sup>(6)</sup> Chybou naopak bývá snaha o její udržení na maximální hodnotě. Při kardiopulmonální resuscitaci je podle současných doporučení Evropské resuscitační rady z roku 2021 vhodné zahájit podávání kyslíku při saturaci pod 94 %, pak cílit na rozmezí 94–98 % a vyhnout se saturaci 100 %.<sup>(7)</sup>

Techniky aplikace kyslíku lze rozdělit podle schopnosti zajistit konstantní  $\text{FiO}_2$  na nízkoprůtokové a vysokoprůtokové. Nízkoprůtoková oxygenoterapie není schopna generovat konstantní  $\text{FiO}_2$ . Závisí na velikosti přívodu/průtoku kyslíku za minutu a minutové ventilaci pacienta. Při snížení dechového objemu nebo dechové frekvence pacienta stoupá  $\text{FiO}_2$ . K nízkoprůtokové oxygenoterapii lze využít kyslíkové brýle, masku otevřenou nebo s rezervoárem či kyslíkový stan. Kyslíkové brýle zajistí  $\text{FiO}_2$  do 40–50 %. Selhávají však v situacích, kdy pacient dýchá pouze ústy (dětí s významnou nosní obstrukcí, např. při choanální atrezii). Tento fakt zdůrazňuje také význam udržování volného nosního průchodu. Otevřená maska zajistí  $\text{FiO}_2$  40–70 %, maska s rezervoárem 80–100 %.<sup>(1,2)</sup>

Vedle léčby kyslíkem s nízkým průtokem se v poslední době čím dál častěji začíná uplatňovat tzv. vysokoprůtoková oxygenoterapie s využitím tzv. Venturiho masky či vysokoprůtokové nazální kanyly (high-flow nasal cannula, HFNC). Tento způsob podání kyslíku zajistí konstantní  $\text{FiO}_2$ . Vzhledem k tomu, že maximální průtoky (60–70 l/min) HFNC dokážou teoreticky generovat tlak na konci výdechu (positive end-expiratory pressure, PEEP) přibližně 3–5  $\text{cmH}_2\text{O}$ , lze tuto metodu použít jako jednu z forem distenzní podpory. Mezi indikace HFNC

v pediatrii patří pokročilé formy akutní hypoxemické respirační insuficience, například u akutní bronchiolitidy, exacerbace průduškového astmatu či odpojování (weaning) pacienta od umělé plicní ventilace.<sup>(8)</sup> Zároveň nesmí být přítomna některá z kontraindikací. Ke kontraindikacím použití HFNC patří zejména akutní zhoršení stavu vědomí, progresse do hyperkapnického respiračního selhání, riziko aspirace a nutnost ochrany dýchacích cest tracheální intubací, významné zvracení, střevní obstrukce, excesivní sekrece z dýchacích cest, oběhové selhání, pneumotorax či pneumomediastinum, faciální anomálie (např. atrezie choan, úraz obličeje) a netolerance či výrazný neklid.

Volba velikosti nazální kanyly závisí na věku dítěte, resp. rozměru jeho nosu. Na trhu jsou obvykle značeny jako XS, S, M, L. Velikost zvolené kanyly by měla představovat přibližně polovinu průsvitu nosního vchodu tak, aby nezpůsobovala dekubitus ani významný únik. Nastavení HFNC je velmi jednoduché, spočívá v určení průtoku (l/min),  $\text{FiO}_2$  (%) a teploty zvlhčované vdechované směsi. Úvodní cílový průtok je závislý na hmotnosti pacienta, u dětí do 10 kg 1–2 l/kg/min, nad 10 kg 0,5–1 l/kg/min. V praxi se zdá nejvýhodnější začít s nízkými průtoky a postupně je navyšovat tak, aby proudící vzduch nezpůsobil pacientovi v nose subjektivní diskomfort. Maximální průtoky, které je stroj schopen generovat, jsou obvykle 60–70 l/min. U konkrétního pacienta je pak maximální průtok limitován zejména průsvitem nazální kanyly. Zvolenou  $\text{FiO}_2$  se snažíme udržovat v bezpečném pásmu do 40–50 %. Naopak při zlepšení stavu pacienta nejprve redukuje  $\text{FiO}_2$  a poté až průtok, abychom co nejdříve eliminovali možné toxické účinky hyperoxie. Teplotu vdechované směsi nastavujeme iniciálně zhruba 1–2 °C pod pacientovu tělesnou teplotu, s úpravami podle pacientovy tolerance.

Po zahájení léčby s HFNC je nutná pečlivá monitorace pacienta, neboť při další progresi onemocnění může stav vyžadovat změnu na jiný neinvazivní či invazivní způsob ventilace. Mezi sledované parametry patří vitální funkce pacienta (saturace, dechová a tepová frekvence), krevní plyny a některé parametry acidobazické rovnováhy (pH, laktát). Pokud u dušného pacienta nedochází zhruba po hodině od zahájení léčby ke zlepšení saturace, poklesu tepové a dechové frekvence či úpravě krevních plynů, pak se zřejmě jedná o selhání zvolené léčby. V tom případě je nutné upravit nastavení průtoku nebo  $\text{FiO}_2$  či zvolit jinou léčebnou modalitu. Kromě progresse samotného základního onemocnění může být příčinou selhání léčby s HFNC také dislokace či obstrukce nazální kanyly,

Tab. 1: **Příčiny selhání léčby vysokoprůtokovou nazální kanylou (mimo progresi samotného základního onemocnění)**

**D** = Dislocation (dislokace nazální kanyly)

**O** = Obstruction (obstrukce nazální kanyly)

**P** = Pneumothorax (rozvoj přítomnosti vzduchu v pohrudniční dutině)

**E** = Equipment failure (selhání zdroje kyslíku)

**S** = Stomach (aerogastrie)

nedostatečnost zdroje kyslíku, významná distenze žaludku nebo velmi vzácně rozvoj pneumotoraxu. Tyto stavy si lze pamatovat pod mnemotechnickou pomůckou anglického akronymu DOPES (tab. 1).

Pro úplnost též uvádíme tzv. hyperbarickou oxygenoterapii. U „klasické“ oxygenoterapie zvyšujeme jen  $\text{FiO}_2$ , v případě hyperbarické léčby i tlak vdechované směsi. V důsledku toho se v krvi rozpouští větší množství kyslíku, který není vázán na hemoglobin, tj. zvyšuje se parciální tlak kyslíku. Význam této metody spočívá v tom, že stoprocentní koncentrace kyslíku ve vdechované směsi zlepšuje perfuzi, upravuje tkáňovou hypoxii, podporuje angiogenezi a epitelizaci. Mezi nejčastější indikace v pediatrické populaci patří postižení centrálního nervového systému při kraniotraumatu, hypoxicko-ischemická encefalopatie (například stav po tonutí) a akutní intoxikace oxidem uhelnatým.<sup>(9)</sup> Za absolutní kontraindikaci této metody se považuje neléčený pneumotorax či epilepsie. |

## LITERATURA

1. Ševčík P, et al. Intenzivní medicína. Třetí, přepracované a rozšířené vyd. Praha: Galén 2014.
2. Novák I, et al. Intenzivní péče v pediatrii. Praha: Galén 2008.
3. Kallet RH, Matthay MA. Hyperoxic acute lung injury. Respir Care 2013; 58(1): 123–141.
4. Hellström A, Smith LE, Dammann O. Retinopathy of prematurity. Lancet 2013; 382(9902): 1445–1457.
5. Page D, Ablordeppey E, Wessman BT, et al. Emergency department hyperoxia is associated with increased mortality in mechanically ventilated patients: a cohort study. Crit Care 2018; 22(1): 9.
6. Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. BMJ 2018; 363: k4169.
7. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. Resuscitation 2021; 161: 1–60.
8. Milési C, Boubal M, Jacquot A, et al. High-flow nasal cannula: recommendations for daily practice in pediatrics. Ann Intensive Care 2014; 4: 29.
9. Hájek M, Slaný J, Maršálková J, et al. Hyperbarická oxygenoterapie u pediatrických pacientů v Centru hyperbarické medicíny Ostrava v letech 2007–2011. Čes-slov Pediat 2015; 70(4): 200–209.