

**Obr. 3.** Mobilní ventilace brčkem

oxygenoterapii i přes zavedení na dNIV a k zajištění fyziologicky efektivní ventilace je zapotřebí vysoké tlakové podpory.

To dokládají i závěry nedávných klinických studií. Na rozdíl od poměrně přesvědčivého průkazu efektivity akutní NIV v případě hyperkapnické exacerbace CHOPN (8) byl průkaz efektivity dNIV v této indikaci dlouhou dobu neúspěšný. Přelomem byla německá studie z roku 2014 (9), která díky přidavku dNIV ke standardní péči u pacientů s CHOPN a chronickou hyperkapnickou RI s  $\text{paCO}_2 > 7,0$  kPa prokázala nejen zlepšení kvality života, krevních plynů, FEV1 a toleranci námahy, ale především nižší roční mortalitu proti kontrolní skupině s impresivním rozdílem 12 % vs. 33 %. Oproti předchozím studiím se lišila především v technice ventilace – aplikaci vysoké tlakové podpory za účelem snížení  $\text{paCO}_2$  minimálně o 20 %, kdy průměrná hodnota IPAP byla 21,6 mbar, tedy téměř dvojnásobek v porovnání s některými z předchozích studií. Tato technika ventilace je nazývána „high-intensity NIV“ (HI-NIV).

Důležitá je nejen technika ventilace, ale též načasování indikace. Nizozemská studie RESCUE, rekrutující pacienty po akutní exacerbaci CHOPN s hyperkapnií  $> 6,0$  kPa přetrvávající 48 hodin po ukončení akutní NIV, i přes správnou techniku ventilace neprokázala benefit přidavku dNIV ke standardní péči (10). Vysvětlením je spontánní zlepšení  $\text{paCO}_2$  v kontrolní skupině, tedy zjevně dNIV byla indikována i pacientům bez chronické formy hyperkapnické RI, kteří z této terapie nijak neprofitují. Oproti tomu pozdější britská studie, rekrutující též pacienty s hyperkapnickou RI přetrvávající po epizodě akutní exacerbace, ale s odstupem 14–28 dní od odeznění respirační acidemie a hranicí  $\text{paCO}_2 > 7,0$  kPa, prokázala 17% redukci ročního rizika znovupřijetí či úmrtí. 80,4 % pacientů léčených pouze DDOT zemřelo či bylo znovu přijato do nemocnice, zatímco ve skupině pacientů s DDOT a dNIV to bylo pouze 63,4 % (11).

Tedy v souhrnu profit dNIV u pacientů s CHOPN lze očekávat v případě chronické hyperkapnie, ideálně nad 7,0 kPa. V případě akutní exacerbace provázené hyperkapnií je vhodné s indikací vyčkat alespoň 14 dní, zda nedojde ke spontánnímu odeznění hyperkapnie.

Aktuálně platná indikační kritéria k dNIV u CHOPN – nutno splnit minimálně jedno z kritérií (převzato dle 6):

- chronická denní hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 6,5$  kPa,
- noční hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 7,3$  kPa prokázaná vyšetřením krevních plynů bezprostředně po probuzení,

- chronická denní hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 6,0\text{--}6,5$  kPa a zaznamenaný noční vzestup o  $\geq 1,3$  kPa při transkutánní kapnometrii,
- chronická denní hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 6,0\text{--}6,5$  kPa a minimálně 2 akutní exacerbace s respirační acidózou vyžadující hospitalizaci v posledních 12 měsících,
- v přímé návaznosti na akutní exacerbaci vyžadující neinvazivní či invazivní ventilaci, pokud i po stabilizaci stavu přetrvává  $\text{paCO}_2 > 6,0$  kPa.

**DNIV z důvodu restriktivní poruchy ventilace** je vhodné zvažovat u pacientů s deformitami hrudní stěny, páteře, restriktivními nemoce mi plic nebo pohrudnice. Patofyziologickým podkladem hypoventilace je snížená vitální kapacita a snížená poddajnost plic či hrudního koše. Poměrně typická pro tyto choroby je stabilita či velmi pomalá progresse, výjimku tvoří idiopatická plicní fibróza. Hyperkapnie se objevuje nejdříve během spánku a až s postupem času i v bdělém stavu. K manifestaci ventilačního selhání pacientek s deformitou hrudníku či páteře může dojít i během těhotenství. Časná indikace ventilační podpory již v období hypoventilace ve spánku může zcela zabránit rozvoji RI. DNIV u této skupiny nemocí má pozitivní vliv na výměnu krevních plynů, kvalitu života, architekturu spánku, fyzickou výkonnost, plicní hemodynamiku, plicní funkci, sílu dechových svalů, četnost hospitalizací i mortalitu (12). Benefit dNIV v této indikaci byl přesvědčivě prokázán již před několika desetiletími prostřednictvím většinou nekontrolovaných klinických studií a dNIV se tak stala všeobecně uznávaným standardem léčby, proto již recentní randomizované klinické studie v této oblasti nevznikají.

Aktuálně platná indikační kritéria k dNIV u restriktivních onemocnění – nutno splnit minimálně jedno z kritérií (převzato dle 6):

- chronická denní hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 6,0$  kPa,
- noční hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 6,5$  kPa prokázaná vyšetřením krevních plynů bezprostředně po probuzení,
- normokapnie ve dne s vzestupem  $\text{PTcCO}_2$  o  $\geq 1,3$  kPa v noci prokázaným transkutánní kapnometrií.

**DNIV u pacientů s hypoventilací při obezitě** (synonyma syndrom obezita-hypoventilace (OHS), Pickwickův syndrom) bývá indikována v případě nedostatečného efektu aplikace CPAPu ke korekci poruchy dýchání ve spánku. OHS je definován jako denní  $\text{paCO}_2 > 6,0$  kPa, BMI  $> 30$  a absence jiného vysvětlení pro hyperkapnii. Charakteristická pro tuto skupinu onemocnění je vysoká prevalence OSA, kterou lze prokázat až v 90 % případů (13). Neléčený OHS má 18měsíční mortalitu až 23 % ve srovnání s 9 % u eukapnické obezity (14). Velká část těchto pacientů má pravostranné srdeční selhání, plicní hypertenzi a polyglobulii. Patofyziologické mechanismy vedoucí k RI jsou komplexní. Důsledkem obezity je restriktivní porucha ventilace a snížená poddajnost hrudníku a břišní stěny. To vede ke zvýšené dechové práci, snížení funkční reziduální kapacity, dechových objemů a minutové ventilace. Hypoventilace je akcentována v poloze na zádech, během spánku a obzvláště v REM fázi, kdy jediný aktivní dýchací sval je bránice. Už tak narušenou mechaniku dýchání dále komplikuje komorbidní OSA, potencující opakovanými uzávěry dýchacích cest během spánku neefektivitu ventilace, míru hypoxie i hyperkapnie a zatížení myokardu. Následkem závažné poru-

chy dýchání během spánku je snížení citlivosti dechového centra na hypoxickou a hyperkapnickou stimulaci, což přispívá k hypoventilaci i během bdělosti (13). Závažnost RI úzce koreluje s BMI, závažností OSA a rozsahem restriktivní poruchy ventilace (15). Kromě RI a OSA mají pacienti s OHS četné metabolické a kardiovaskulární komorbidity spojené s obezitou, terapeutický přístup by tedy měl být také multioborový a komplexní. Základem léčby vždy musí být redukce hmotnosti, což představuje zároveň kauzální terapii OHS. Proto je vhodné vedení léčby obezitologem, případně zvážení možnosti bariatrické chirurgie. Efektivní léčba přetlakem v dýchacích cestách ve většině případů vede k ústupu RI, nutnost kombinace s DDOT tedy nebývá zdaleka tak častá jako v případě hyperkapnické CHOPN.

Aktuálně platná indikační kritéria k dNIV u OHS – nutno splnit minimálně jedno z kritérií i přes eliminaci respiračních událostí CPAPem (převzato dle 6):

- noční hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 7,3$  kPa prokázaná vyšetřením krevních plynů bezprostředně po probuzení,
- zaznamenaný vzestup  $\text{PTcCO}_2$  o  $\geq 1,3$  kPa v noci při transkutánní kapnometrii,
- limitovaná polygrafie či polysomnografie prokazuje  $\text{T90} > 30\%$ ,
- při manuální titraci nebo polysomnografii je  $\text{SpO}_2 \leq 90\%$  po dobu 5 a více minut s minimem alespoň 85 %.

**DNIV u pacientů s nervosvalovým postižením** se v posledních letech stala důstojnou a vítanou alternativou k invazivní umělé plicní ventilaci, zejména u lehčích forem onemocnění. Nervosvalové poruchy vedoucí k hyperkapnické RI jsou charakterizovány oslabením dechových svalů a čistou hypoventilací, většinou při plně zachované respirační funkci plic. Pověšná svalová slabost kromě poruchy ventilace může v závislosti na diagnóze vést k celé řadě dalších komplikací, jako jsou neschopnost efektivně odkašlat, imobilita, svalové kontraktury, deformity osového skeletu, poruchy polykání, poruchy dýchání ve spánku atd. Péče o tyto pacienty je tedy extrémně náročná, multioborová a většinou vyžaduje trvalou přítomnost pečující osoby. Nervosvalová onemocnění mohou být kongenitální (Duchennova svalová dystrofie)

## LITERATURA

1. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2017; 50.
2. Windisch W, Dreher M, Storre JH, Sorichter S. Nocturnal non-invasive positive pressure ventilation: physiological effects on spontaneous breathing. *Respir Physiol Neurobiol* 2006; 150: 251–260.
3. Simonds AK. Home mechanical ventilation: an overview. *Ann Am Thorac Soc* 2016; 13: 2035–2044. doi: 10.1513/AnnalsATS.201606-454FR
4. Lloyd-Owen SJ, Donaldson GC, Ambrosino N, Escarabill J, Farre R, Fauroux B, Robert D, Schoenhofer B, Simonds AK, Wedzicha JA. Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the Eurovent survey. *Eur Respir J* 2005; 25: 1025–1031.
5. Rose L, McKim DA, Katz SL, Leasa D, Nonoyama M, Pedersen C, Goldstein RS, Road JD. CANuVENT Group. Home mechanical ventilation in Canada: a national survey. *Respir Care* 2015; 60: 695–704.
6. Indikační kritéria pro domácí neinvazivní ventilační podporu (NIV) – k dispozici na <https://www.sleep-society.cz/index.php/cs/doporucene-postupy-patika>.
7. Metodika PZT VZP – k dispozici na <https://www.vzp.cz/poskytovatele/ciselniky/zdravotnicke-prostredky>.
8. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV et al. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 7: CD004104.

či získaná (amyotrofická laterální skleróza), etiologie infekční, poúrazové, autoimunitní, genetické či idiopatické. Mohou mít rychlou i pomalou progresi, některá infekční či autoimunitní postižení dokonce mohou být i plně reverzibilní. Základem kompenzace funkce dechových svalů je zajištění ventilační podpory a toalety dýchacích cest. Toho lze v případě neinvazivní varianty dosáhnout kombinací dNIV a asistenta kašle. Pacienti jsou často mladšího věku s touhou trávit život aktivním způsobem, proto obzvláště v této skupině najdou uplatnění ventilátory s integrovanou baterií a možností ventilace náustkem během dne, které lze dle potřeby připevnit na invalidní vozík a zajistit tak mobilitu pacienta i 24hodinovou neinvazivní podporu ventilace.

Aktuálně platná indikační kritéria k dNIV u nervosvalových onemocnění – nutno splnit minimálně jedno z kritérií (převzato dle 6):

- chronická denní hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 6,0$  kPa,
- noční hyperkapnie s  $\text{paCO}_2 \geq 6,5$  kPa prokázaná vyšetřením krevních plynů bezprostředně po probuzení,
- normokapnie ve dne s vzestupem  $\text{PTcCO}_2$  o  $\geq 1,3$  kPa v noci prokázaným transkutánní kapnometrií,
- více než tři závažné infekce dolních cest dýchacích za rok,
- AHI  $> 10$  a ODI  $> 4$ .

## Závěr

Chronická hyperkapnická RI je poměrně častou komplikací pokročilé fáze různých onemocnění zasahujících do mechaniky dýchání. Je zapotřebí na ni myslet zejména u pacientů s pokročilou CHOPN, morbidní obezitou, deformitami hrudníku nebo nervosvalovým postižením. Pokud není adekvátně léčena, pak kromě zhoršení kvality života přináší i zvýšené riziko hospitalizací pro akutní hyperkapnické respirační selhání a úmrtí. Samotná oxygenoterapie je v těchto případech přinejmenším riziková. V současné době je k dispozici efektivní léčba ve formě domácí invazivní či neinvazivní ventilační podpory, přičemž u netracheostomovaných spolupracujících pacientů je preferována forma neinvazivní. Indikace a zavedení na dNIV probíhá ve stabilizované fázi onemocnění na specializovaných pneumologických a neurologických pracovištích, případně v akreditovaných centrech spánkové medicíny I. a II. typu.

9. Köhnlein T, Windisch W, Köhler D, Drabik A, Geiseler J, Hartl S et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med* 2014; 2: 698–705.
10. Struik FM, Sprooten RT, Kerstjens HA et al. Nocturnal non-invasive ventilation in COPD patients with prolonged hypercapnia after ventilatory support for acute respiratory failure: a randomised, controlled, parallel-group study. *Thorax* 2014; 69: 826–834.
11. Murphy PB, Rehal S, Arbane G et al. Effect of home noninvasive ventilation with oxygen therapy vs oxygen therapy alone on hospital readmission or death after an acute COPD exacerbation: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017; 317: 2177–2186.
12. Buysse B, Meersseman W, Demedts M. Treatment of chronic respiratory failure in kyphoscoliosis: oxygen or ventilation? *Eur Respir J* 2003; 22: 525–528.
13. Masa JF, Janssens J-P, Borel J-C, Pepin J-L. OHS: definition, diagnosis, pathophysiology and management; in: *Obstructive Sleep Apnoea*. European Respiratory Society, 2015: 137–152.
14. Nowbar S, Burkart KM, Gonzales R, Fedorowicz A, Gozansky WS, Gaudio JC et al. Obesity-associated hypoventilation in hospitalized patients: prevalence, effects, and outcome. *Am J Med* 2004; 116: 1–7.
15. Kaw R, Hernandez AV, Walker E, Aboussouan L, Mokhlesi B. Determinants of hypercapnia in obese patients with obstructive sleep apnea: a systematic review and metaanalysis of cohort studies. *CHEST J* 2009; 136: 787–796.