

# Neinvazivní plicní ventilace u akutního respiračního selhání

Ondřej Šmíd, Jan Bělohlávek, Vladimír Dytrych, Aleš Linhart

II. interní klinika kardiologie a angiologie Všeobecné fakultní nemocnice a 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Praha, Česká republika

Šmíd O, Bělohlávek J, Dytrych V, Linhart A. **Neinvazivní plicní ventilace u akutního respiračního selhání.** *Cor Vasa* 2010;52:134–140.

Neinvazivní plicní ventilace (non-invasive ventilation – NIV) představuje bezpečný a účinný způsob orgánové podpory pro nemocné s akutním respiračním selháním různé etiologie. Výhodou NIV je zajištění adekvátní ventilace při minimalizaci rizik spojených s endotracheální intubací. Neinvazivní plicní ventilace zlepšuje symptomatiku širokého spektra nemocných s akutní dušností, zkracuje jejich léčbu a ve vybraných skupinách zlepšuje i mortalitu.

**Klíčová slova:** Neinvazivní plicní ventilace – Respirační insuficience – Chronická obstrukční plicní nemoc – Kardiální plicní edém

Šmíd O, Bělohlávek J, Dytrych V, Linhart V. **Non-invasive ventilation in acute respiratory failure.** *Cor Vasa* 2010;52:134–140.

Non-invasive ventilation (NIV) is a safe and effective technique of organ support in patients with acute respiratory failure of various etiology. Advantages of NIV include adequate ventilation while minimizing the risks associated with endotracheal intubation. Non-invasive ventilation improves the symptoms of a broad range of patients with acute dyspnea and makes therapy shorter while improving mortality in selected populations.

**Key words:** Non-invasive ventilation – Respiratory insufficiency – Chronic obstructive lung disease – Cardiac pulmonary edema

**Adresa:** MUDr. Jan Bělohlávek, Ph.D., II. interní klinika kardiologie a angiologie, VFN a 1. LF UK, U Nemocnice 2, 128 00 Praha 2, e-mail: jan.belohlavek@vfn.cz

## Úvod a definice pojmu

Léčba pokročilé respirační insuficience byla ještě nedávno neodmyslitelně spojena s nutností endotracheální intubace a invazivní plicní ventilace. Invazivní ventilace je však přes svůj nesporný přínos a vysokou účinnost také spojena s celou řadou možných komplikací (viz *tabulku 1*). Neinvazivní plicní ventilace představuje alternativní způsob mechanické ventilační podpory bez nutnosti zajištění dýchacích cest endotracheální kanylou a rizik s tím spojených. V odborné literatuře ji najdeme pod řadou synonym a akronym (non-invasive ventilation – NIV, noninvasive positive-pressure ventilation – NIPPV nebo NPPV).

Principy neinvazivní ventilace jsou známy již od počátku minulého století, k širšímu uplatnění však došlo až v posledních dvou dekáдах. V intenzivní péči je považována za účinnou orgánovou podporu nemocných s akutním respiračním selháním.<sup>1–21</sup>

## Základní principy

Základní principy, mechanismy, indikace i cíle neinvazivní a invazivní plicní ventilace jsou podobné. Neinvazivní plicní ventilace se zásadně odlišuje nepřítomností endotra-

cheální kanyly (případně tracheostomie či laryngeální masky), což představuje největší výhody, ale i limity metody. Zachování přirozeného průběhu horních cest dýchacích umožňuje pacientům mnohem vyšší komfort spojený s možností odkašlání, příjmu potravy, verbálního projevu, hygieny dutiny ústní a nosu atd. (viz *obrázky 1, 2*). Zejména však zachovává jejich přirozenou obranyschopnost a významně snižuje riziko nosokomiální infekce, což prokazují i cílené studie.<sup>22–24</sup>

Na druhé straně i neinvazivní formy ventilační podpory mají své specifické komplikace (viz *tabulku 2*) a limity, které převážně vyplývají právě z neúplného zajištění dýchacích cest.

Nejčastější nežádoucí účinky NIV představují oděrky a otlaky kořene nosu, pocit sucha v ústech či tlaku v uších, kongesce nosní sliznice a pálení očí. Závažné komplikace, jako jsou pneumothorax, hypotenze či aspirace, jsou vzácné, jejich incidence nepřesahuje 5 %.<sup>25</sup>

Absolutní kontraindikací pro NIV představuje hemodynamická nestabilita, pokročilá porucha vědomí, potřeba neodkladného zajištění dýchacích cest či nespolupráce nemocného. Ostatní kontraindikace (viz *tabulku 3*) je možno považovat za relativní.

Tabulka 1 Rizika a nevýhody tracheální intubace

- Mechanické poškození zubů, nosu, dutiny ústní či trachey při intubaci
- Riziko protrahované, nesprávné či neúspěšné intubace
- Poškození trachey, laryngu či hlasivek déle trvající intubací
- Nosokomiální ventilátorová pneumonie (snížení přirozené obranyschopnosti, mikroaspirace)
- Nemožnost přirozeného přísunu stravy, polykání, komunikace
- Nutnost tlumení, analgosedace a relaxace

Smyslem NIV je tedy zajistit ventilační podporu dostatečnou ke zlepšení symptomů respirační tísně a současně zamezit intubaci spojené s rizikem dlouhodobé ventilace, odvykání a infekčních komplikací. Naopak za selhání léčby považujeme nutnost intubace, úmrtí či závažnou komplikaci neinvazivní plicní ventilace. Podíl selhání léčby akutního respiračního selhání pomocí NIV je udáván v rozmezí 15–25 %.<sup>26</sup>

### Masky, ventilátory a ventilační režimy

V akutní péči se nejčastěji využívá neinvazivní plicní ventilace pozitivním přetlakem aplikovaná pomocí ventilačních přístrojů a speciálních masek. V současné době máme k dispozici širokou škálu různých typů a velikostí nosních a obličejových masek, event. i ventilační helmy (viz *obrázky 1, 2, 3*). Minimalizace úniku vzduchu je dosaženo pečlivým výběrem tvaru a pružným připevněním k obličejí. Nejvíce se používají masky obličejové (oronasální), které mají nejmenší úniky vzduchu a malý mrtvý ventilační prostor a umožňují účinnější ventilaci a rychlejší úpravu klinických parametrů.<sup>18,27</sup> Při dlouhodobé aplikaci jsou naopak více tolerovány masky nosní či helmy, které i lépe umožňují běžné denní aktivity a mají nižší riziko lokálních komplikací. Vhodný výběr masky je jedním z klíčových parametrů pro pohodlí pacienta, spolupráci, a tím i úspěšnost metody.

K zajištění neinvazivní plicní ventilace je možno použít většinu moderních plicních ventilátorů, jež jsou vybave-



Obrázek 2 Nemocný s respirační insuficiencí kombinované etiologie léčený neinvazivní ventilací s použitím helmy

ny speciálním softwarem, který při zachování standardních funkcí pro invazivní plicní ventilaci umožní i účinnou kompenzaci úniků netěsnící masky. Neinvazivní plicní ventilace je určena pro nemocné se zachovaným vědomím, je tedy formou podpůrné ventilace, jež vyžaduje alespoň minimální ventilační úsilí pacienta. Jednoznačně vhodnější jsou režimy řízené tlakem (pressure-control), které umožňují lepší kompenzaci úniků vzduchu a jsou i lépe tolerovány.<sup>17</sup> Ventilační režimy řízené objemem (volume-control) mohou být účinnější u nemocných s restriktivními poruchami ventilace a těžkou obezitou.<sup>14,28</sup> V klinické praxi se nejčastěji využívají dva ventilační režimy: ventilace trvalým pozitivním přetlakem během inspiria i expiria (continuous positive airway pressure – CPAP) a BiPAP (BiPAP – bilevel positive airway pressure). Ventilace v režimu BiPAP je teoreticky o něco účinnější v dosahování cílových ventilačních parametrů a snížení dechové práce.<sup>17</sup> V klinické praxi ani v cílených klinických studiích však nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl mezi oběma metodikami, a lze je proto považovat za rovnocenné.<sup>29</sup>



Obrázek 1 Nemocný s akutním respiračním selháním při exacerbaci chronické obstrukční plicní nemoci léčený neinvazivní ventilací s obličejovou maskou

Tabulka 2 Komplikace neinvazivní ventilace

- Časté komplikace (incidence 30–50 %)
  - Otoky obličejové masky
  - Pocit sucha v ústech či nosu
  - Kongesce nosní sliznice
  - Pálení očí
  - Aerofagie
- Středně časté komplikace (incidence 10–20 %)
  - Ulcerace kořene nosu
  - Tlak v uších a paranasálních dutinách
  - Klaustrofobie
  - Obličejový erytém
- Vzácné komplikace (incidence < 5 %)
  - Pneumothorax
  - Hypotenze
  - Aspirace

Tabulka 3 Kontraindikace neinvazivní ventilace

- Porucha vědomí, kritická hypoxie, těžká acidóza
- Známky oběhové nestability, maligní arytmie
- Špatná spolupráce nemocného, klaustrofobie
- Neschopnost zajistit těsnost masky, intolerance masky
- Progresivní svalová únava
- Vysoké riziko aspirace, neschopnost expektorace, distenze žaludku
- Trauma obličeje a lebky
- Epistaxe, akutní krvácení z trávicího traktu
- Předchozí neúspěch neinvazivní ventilace
- Barotrauma

## Mechanismus účinku a patofyziologie

Mechanismus a patofyziologické důsledky invazivní a neinvazivní ventilace jsou obdobné. Z hlediska účinnosti a zajištění nutné ventilace jsou neinvazivní techniky při správném výběru pacientů plně srovnatelné s metodami invazivními, což potvrdily desítky experimentálních i klinických studií. Neinvazivní plicní ventilace vede k významnému zvýšení dechového objemu, zlepšené výměně plynů, zvýšení plicní poddajnosti, snížení dechové práce a oddálení svalové únavy.<sup>18</sup> Co se týče klinických parametrů, k signifikantnímu snížení dechové i tepové frekvence a zlepšení hodnot krevních plynů a pH.<sup>3,18</sup> Vliv na hemodynamiku je při běžně užívaných hodnotách ventilačních parametrů minimální, vysoké hodnoty mohou zejména u nemocných s CHOPN vést k nepříznivému nárůstu vnitřního end-expiračního tlaku (intrinsic positive end-expiratory pressure – PEEP) a poklesu srdečního výdeje. U nemocných se srdečním selháním je díky snížení preloadu i afterloadu vliv na srdeční výdej neutrální či příznivý.<sup>18</sup>

## Praktické poznámky

Klinické využití NIV má mnohá specifika a praktické problémy, jejichž řešení významně ovlivňuje úspěšnost a přínos metody.



Obrázek 3 Příklady různých masek používaných k aplikaci neinvazivní ventilace

Tabulka 4 Indikace neinvazivní ventilace v intenzivní péči

- NIV doporučena
  - Exacerbace CHOPN
  - Akutní srdeční selhání, plicní edém
  - Respirační selhání u nemocných se sníženou imunitou
- NIV prospěšná
  - Exacerbace asthma bronchiale, chronické spánkové apnoe
  - Podpora weaningu u nemocných s CHOPN
  - Paliativní léčba terminálních stavů („do-not-intubate“)
  - Syndrom hypoventilace, maligní obezita
  - Pooperační hypoventilace, trauma hrudníku
  - Exacerbace cystické fibrózy, plicní arteriální hypertenze
  - Hyperkapnické kóma
- NIV málo účinná
  - Restrikční ventilační poruchy
  - Komunitní pneumonie u nemocných bez CHOPN
  - Nekardiální plicní edém, ALI
- NIV nedoporučena
  - Respirační selhání po extubaci
  - Pokročilý ARDS

ALI – acute lung injury, ARDS – acute respiratory distress syndrome, CHOPN – chronická obstrukční plicní nemoc, NIV – neinvazivní ventilace

Z dosavadních zkušeností například vyplývá, že úspěšnost NIV klesá s časem zahájení ventilace od počátku obtíží.<sup>6</sup> Ventilační podporu je tedy třeba zahájit co nejdříve, ideálně již v přednemocniční péči. Prvním krokem před zahájením NIV je zhodnocení základních životních parametrů, závažnost respirační insuficience a vyloučení potřeby urgentní intubace. Dalším krokem je vyloučení kontraindikací a rychlá diagnostika základního onemocnění a příčiny respirační insuficience s přihlédnutím k vhodnosti indikace neinvazivní plicní ventilace. V příznivé situaci následuje výběr vhodné masky provázený edukací pacienta. Spolupráce nemocného je základním předpokladem úspěchu a citlivá edukace před zahájením ventilace a psychická podpora v jejím průběhu jsou klíčové pro úspěšnou léčbu. Ventilaci zahajujeme na minimálních hodnotách tlakové podpory (např. inspirační tlaková podpora 6–8 cm H<sub>2</sub>O, PEEP 2–3 cm H<sub>2</sub>O) a postupně titrujeme dle tolerance nemocného a účinku léčby. Snažíme se však vyvarovat vyšších inspiračních i expiračních tlaků, které jsou špatně tolerovány, mají vyšší rizika nežádoucích účinků a mohou vést k selhání léčby. Neinvazivní plicní ventilace při akutní respirační insuficienci je nepochybně časově náročný proces pro celý léčebný tým. Během prvních desítek minut je nutná kontinuální kontrola vitálních parametrů a vědomí. V případě, že NIV nevede v přiměřeném časovém horizontu (např. 1–2 hodin) ke zlepšení stavu nebo není nemocným tolerována, je nutné neodkladně přejít k intubaci a ventilaci invazivní.

## Indikace a výběr nemocných

Neinvazivní plicní ventilace je prokazatelně prospěšná pro široké spektrum nemocných s akutní respirační insuficiencí. Není však vhodná pro všechny nemocné s touto závaž-



nou diagnózou. Podle dat z registrů jsou pro zahájení NIV vhodnými kandidáty asi dvě třetiny pacientů přijatých na jednotky intenzivní péče pro respirační selhání bez předchozí intubace.<sup>14</sup> V klinické praxi je v podmínkách evropské a severoamerické intenzivní péče NIV využívána v širokém rozpětí 25–81 % případů mechanické ventilace.<sup>14,16</sup> Příčinou velkého rozptylu je odlišná skladba nemocných, ale i rozdílné přístupy a zkušenosti s metodou.

Úspěšnost léčby NIV závisí na celé řadě faktorů, mimo jiné i na přístrojovém vybavení, schopnostech a zkušenostech léčebného týmu. Klíčovým předpokladem je však správná identifikace vhodných pacientů. Rozhodujícími faktory pro výběr je pokročilost respirační nedostatečnosti a typ vyvolávajícího onemocnění.

Nejvíce z NIV profitují nemocní v širokém rozsahu středně těžké respirační insuficience. Příznivý vliv nelze prokázat u lehkých forem, kde postačuje standardní léčba. Na druhé straně u nejzávažnějších stavů spojených s poruchami vědomí, vyčerpáním a rozvratem vnitřního prostředí je nezbytná neodkladná endotracheální intubace. Neexistují však přesně stanovitelné hranice ani kritéria, kdy ještě NIV zkusit a kdy ne. Rozhodujeme se podle aktuálního klinického stavu, ohrožení životních funkcí, podle povahy a stupně základního onemocnění, případně podle iniciační reakce na zahájení NIV a do značné míry i podle zkušeností. Riziko selhání léčby jednoznačně koreluje se vstupními hodnotami dechové frekvence, arteriálního pH, parciálního tlaku kyslíku, Glasgow Coma Scale (GCS) či skóre APACHE.<sup>26,30</sup> Při vstupních hodnotách GCS 15, APACHE II < 29 a arteriálního pH > 7,30 je odhadované riziko selhání léčby pouze 6–14 %. Při GCS < 12, APACHE > 29 a pH < 7,25 je však riziko neúspěchu léčby již 64–82 %.<sup>26</sup>

Účinnost NIV se liší i v závislosti na vyvolávajícím onemocnění. V posledních letech se této otázce věnovala řada malých i větších studií, které se snažily prokázat prospěšnost NIV pro soubory nemocných s odlišnou etiologií respirační insuficience. Zdaleka nejvíce informací a důkazů o prospěšnosti NIV máme pro léčbu nemocných s akutní respirační insuficiencí způsobenou exacerbací chronické obstrukční plicní nemoci (dále CHOPN) či akutním srdečním selháním.

## Exacerbace chronické obstrukční plicní nemoci

Respirační selhání při exacerbaci pokročilé CHOPN je patrně vůbec nejvhodnější indikací pro neinvazivní plicní ventilaci. Již v roce 1990 Brochard<sup>1</sup> prokázal, že podpůrná tlaková ventilace aplikovaná pomocí obličejové masky významně snižuje nutnost intubace, zkracuje délku mechanické ventilace a délku hospitalizace na jednotce intenzivní péče. Stejný autor pak o pět let později tyto závěry potvrdil v randomizované multicentrické studii<sup>31</sup> současně s průkazem signifikantního snížení nemocniční mortality (z 31 % na 9 %). Ke shodným závěrům pak dospěly více než dvě desítky dalších studií a metaanalýz,<sup>19–20,26–32</sup> a to v různých

podmínkách aplikace i spektru závažnosti choroby. Neinvazivní plicní ventilace byla dokonce s úspěchem použita i u velmi pokročilých stavů s hyperkapnickou encefalopatií či poruchou vědomí.<sup>24</sup>

*Souhrnně je NIV v léčbě exacerbace CHOPN jednoznačně účinnější než pouhá léčba konzervativní. Největší přínos má NIV pro nemocné se závažnými formami exacerbace provázené respirační insuficiencí, kterým jednoznačně zlepšuje prognózu. Zlepšení prognózy je dosaženo nižším počtem intubací a infekčních komplikací, především ventilátorové pneumonie. Neinvazivní plicní ventilace je proto v této indikaci všeobecně uznávanou léčbou první volby.*<sup>4,21</sup>

## Akutní srdeční selhání

Neinvazivní ventilace je prokazatelně výhodná i pro nemocné se selháním respiračních funkcí na podkladě kardiálního plicního edému. Celá řada prací<sup>29–30,33–36</sup> konstatovala u těchto nemocných rychlejší úpravu ventilačních parametrů, tachypnoe i subjektivně vnímané dušnosti, zvýšení srdečního výdeje, nižší procento nutných intubací a trend ke snížení nemocniční mortality oproti standardní terapii samotné. Metaanalýzy těchto studií<sup>33,37–42</sup> provedené v posledních šesti letech pak shodně konstatovaly statisticky významný pokles v počtu endotracheálních intubací i nemocniční mortality v porovnání s klasickou léčbou. V kontrastu s těmito závěry nenalezla doposud největší studie Graye a spol.<sup>43</sup> jež porovnávala NIV se standardní léčbou u 1 069 pacientů s kardiálním plicním edémem ve 26 centrech Skotska, žádný významný rozdíl v počtu intubací ani sedmidenní mortalitě. Tato práce je však právem kritizována pro nedostatky ve vstupních kritériích i v celkovém hodnocení výsledků.

Několik prací se věnovalo porovnání účinnosti léčby plicního edému podpůrnou ventilací v režimech CPAP a BiPAP. Mezi oběma metodami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, nepotvrdilo se ani podezření na vyšší incidenci akutního infarktu myokardu.<sup>44</sup>

*Souhrnně tedy NIV, ať již v režimu CPAP, či BiPAP, zlepšuje klinický průběh akutního srdečního selhání s respirační insuficiencí, zkracuje délku hospitalizace a riziko nutné intubace. Doposud však nebyl podán jednoznačný průkaz o zlepšení mortality takto léčených nemocných.*<sup>4,21,44</sup>

## Odvykání od invazivní ventilace

Možnost využití NIV k usnadnění odvykání (weaningu) od invazivní ventilace byla zkoumána ve třech možných způsobech uplatnění: k časnější extubaci, k léčbě respirační insuficience po extubaci a k její prevenci u rizikových pacientů.

Celkem pět malých randomizovaných studií popsalo příznivé zkušenosti s využitím NIV k časně extubaci v porovnání s tradičními způsoby odvykání. Burns a spol.<sup>45</sup> pak v metaanalýze těchto prací shrnuli, že NIV v této indikaci je spojena s nižší krátkodobou mortalitou, nižší incidencí nosokomiální pneumonie a kratším pobytem

v nemocnici i na jednotce intenzivní péče. Nicméně tento závěr není možné zobecňovat, protože 81 % nemocných ze zkoumaného souboru mělo chronickou obstrukční plicní nemoc.

Léčbě rozvinuté respirační insuficience do 48 hodin po extubaci se věnovalo několik drobných a dvě randomizované práce. Keenan i Esteban<sup>46,47</sup> shodně popisují stejné procento reintubací a vyšší časnou mortalitu nemocných léčených NIV, ve druhém případě dokonce statisticky významnou.<sup>47</sup> Nápadné je nízké zastoupení nemocných s CHOPN, vesměs 10–11 %.

Dvě randomizované studie<sup>36,48</sup> se zabývaly také možností preventivního zahájení NIV u nemocných s vysokým rizikem reintubace. Obě studie potvrdily přínos NIV ve smyslu nižšího počtu nutných reintubací i mortality na jednotkách intenzivní péče. Příznivý vliv na úmrtnost však již nebyl prokazatelný na konci hospitalizace, resp. jen pro podskupinu s hyperkapnií.<sup>49</sup>

*Souhrnně tedy NIV umožňuje časnější extubaci u nemocných s CHOPN a je účinná i v prevenci reintubací u rizikových pacientů, zejména s CHOPN či morbidní obezitou. Nehodí se naopak k rutinní aplikaci po extubaci či léčbě již rozvinuté respirační insuficience.*<sup>4,19,21,50,56</sup>

## Neinvazivní plicní ventilace pro pacienty se sníženou imunitou

Mortalita dlouhodobě ventilovaných nemocných se sníženou obranyschopností je velmi vysoká. Přínos NIV pro imunokompromitované pacienty s akutní respirační insuficiencí byl prokázán ve dvou rozsahem malých, ale přesvědčivých studiích.<sup>51</sup> Antonelli<sup>52</sup> popsál signifikantní snížení časné mortality (20 vs. 50 %) u nemocných s respiračním selháním po úspěšné orgánové transplantaci. Hilbert a spol.<sup>22</sup> pak obdobně zlepšení pozorovali celkem u 52 randomizovaných pacientů se sníženou imunitou různé etiologie, převážně v důsledku hematologických malignit.

## Neinvazivní plicní ventilace jako paliativní léčba

Akutní respirační infekce je často fatální komplikací pro nemocné s plicními i mimoplicními problémy, kteří pro charakter či pokročilost základní choroby již nejsou indikováni k intubaci či plné resuscitační péči (do-not-intubate patients). Neinvazivní plicní ventilace je pro tyto pacienty velkým přínosem, neboť zlepšuje jinak těžko ovlivnitelnou kvalitu života a v případě reverzibilních poruch ventilace i krátkodobé přežití.<sup>8,22,53–54</sup>

## Neinvazivní plicní ventilace jako bridge-to-transplant

Několik kasuistických prací podporuje možnost využití NIV jako bridge-to-transplant metody pro akutní exacerbaci cystické fibrózy. Autoři popisují zlepšení ventilačních parametrů a stabilizaci klinického stavu umožňující lepší

podmínky pro úspěšnou transplantaci.<sup>55</sup> Podobné zkušenosti máme i u nemocných s respiračním selháním v rámci pokročilých forem idiopatické plicní arteriální hypertenze.

## Neinvazivní plicní ventilace v dalších indikacích

O možnostech léčby respirační tísně z ostatních příčin NIV máme znatelně méně dat a jednoznačná doporučení nejsou možná. Většina informací se opírá o izolované práce či kasuistická sdělení. Převážně příznivých výsledků bylo dosaženo v léčbě akutní respirační insuficience při pooperačních stavech a úrazech hrudníku<sup>19</sup> či u akutních exacerbací asthma bronchiale a chronické spánkové apnoe.<sup>8,57–58</sup> Rozporuplné jsou závěry publikací o léčbě těžkých forem komunitní pneumonie,<sup>26,34–35</sup> akutního poškození plic (acute lung injury – ALI) a syndromu akutní dechové tísně (acute respiratory distress syndrom – ARDS).<sup>49,59–60</sup> Jako málo účinné se jeví pokusy o léčbu restričních poruch ventilace.<sup>8</sup>

## Nevhodné indikace pro neinvazivní plicní ventilaci

Tak jako každá léčebná metoda může i NIV v případě nevhodného využití ublížit či poškodit pacienta. Nejzávažnější rizika vyplývají z překračování kontraindikací, nevhodného výběru pacienta či pozdě zahájené intubace při neúspěchu léčby.

Delclaux a spol.<sup>60</sup> popsali dvojnásobné zvýšení časné mortality u nemocných s rozvinutým ARDS léčených neinvazivní plicní ventilací. Esteban obdobně zjistil vyšší úmrtnost (23 vs. 14 %) u pacientů s akutním respiračním selháním do 48 hodin po extubaci.<sup>47</sup> Jako příčina zvýšené mortality bylo v obou případech uvedena pozdě indikovaná intubace a protrahované respirační selhání s rozvojem multiorgánového selhání či srdeční zástavy. V těchto indikacích není léčba NIV doporučena, výjimkou jsou snad nemocní s chronickou obstrukční plicní nemocí.<sup>19</sup>

## Budoucnost a perspektivy

Počty nemocných léčených NIV i dostupnost metody v posledních deseti letech neustále stoupají, a to jak ve světě, tak i u nás. Rozšiřují se možnosti uplatnění a objevují se i zcela nové způsoby aplikace. Velký potenciál má například vývoj v oblasti léčby chronické respirační insuficience nejrůznější etiologie (neuromuskulární poruchy, hypoventilační syndrom, poruchy spánku, chronické srdeční selhání, chronická obstrukční plicní nemoc atd.).<sup>11,61–62</sup>

Z nových metodik se velké naděje vkládají do bifázické ventilace negativním podtlakem (biphasic cuirass ventilation – BCV). Bifázická ventilace negativním podtlakem aktivně podporuje inspirační i expirační fázi dýchání pomocí negativního podtlaku vytvořeného v krunyři těsně připevněném k hrudníku (cuirass znamená krysy, krunyř či brnění). Účinnost BCV byla již potvrzena řadou klinických i experimentálních prací a v současnosti probíhají

studie hodnotící její úspěšnost v porovnání se standardní NIV i nové možnosti aplikace (přednemocniční péče, laická resuscitace, fyzioterapie hrudníku, neonatologie a další).<sup>63–64</sup>

## Závěr

Neinvasivní plicní ventilace představuje bezpečný a účinný způsob orgánové podpory pro nemocné s akutním respiračním selháním různé etiologie. Výhodou NIV je zajištění adekvátní ventilace při minimalizaci rizik spojených s endotracheální intubací. Neinvasivní plicní ventilace zlepšuje symptomatiku širokého spektra nemocných s akutní dušností, zkracuje jejich léčbu, ve vybraných skupinách i zlepšuje mortalitu, a její dostupnost je tak opodstatněna na všech odděleních, kde jsou hospitalizováni nemocní s akutní respirační insuficiencí.

## Literatura

1. Brochard L, Isabey D, Piquet J. Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with facial mask. *N Engl J Med* 1990;323:1523–1529.
2. Hillberg RE, Johnson DC. Noninvasive ventilation. *N Engl J Med* 1997;337:1746–1752.
3. Antonelli M, Conti G, Rocco M, et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998;339:429–435.
4. American Thoracic Society. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:283–291.
5. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation. *JAMA* 2002;287:345–355.
6. Brochard L. Mechanical ventilation: invasive versus noninvasive. *Eur Respir J Suppl* 2003;22:31s–37s.
7. Majid A, Hill NS. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Curr Opin Crit Care* 2005;11:77–81.
8. Liesching T, Kwok H, Hill NS. Acute applications of noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 2003;124:699–713.
9. Antonelli M, Pennisi MA, Montini L. Clinical review: Noninvasive ventilation in clinical settings -- experience from the past 10 years. *Crit Care* 2005;9:98–103.
10. Honrubia T, García-López FJ, Franco N, et al. Noninvasive vs conventional mechanical ventilation in acute respiratory failure. *Chest* 2005;128:3916–3924.
11. Barreiro TJ, Gemmel DJ. Noninvasive ventilation. *Crit Care Clin* 2007;23:201–222.
12. Peñuelas O, Frutos-Vivar F, Esteban A. Noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *CMAJ* 2007;177:1211–1218.
13. Crummy F, Naughton MT. Non-invasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure: justified or just hot air? *Int Med J* 2007;37:112–118.
14. Hess DR, Fessler HE. Should noninvasive positive-pressure ventilation be used in all forms of acute respiratory failure? *Respir Care* 2007;52:568–578.
15. Davies JD, Gentile MA. What does it take to have a successful noninvasive ventilation program? *Respir Care* 2009;54:53–59.
16. Pierson DJ. History and epidemiology of noninvasive ventilation in acute-care settings. *Respir Care* 2009;54:40–50.
17. Chatburn RL. Which ventilator and modes can be used to deliver noninvasive ventilation? *Respir Care* 2009;54:85–101.
18. Kallet RH, Diaz JV. The physiologic effects of noninvasive ventilation. *Respir Care* 2009;54:102–114.
19. Keenan SP, Mehta S. Noninvasive ventilation for patients presenting with acute respiratory failure: the randomized controlled trials. *Respir Care* 2009;54:116–124.
20. Bott J, Carrol MP, Conway JH. Randomised controlled trial of nasal noninvasive ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet* 1993;341:1555–1557.
21. American Association for Respiratory Care. Conference Consensus Summary. Noninvasive Ventilation in Acute Care. *Respir Care* 2009;40:259.
22. Hilbert G, Gruson D, Vargas F. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001;344:481–487.
23. Valencia M, Torres A. Ventilator-associated pneumonia. *Curr Opin Crit Care* 2009;15:30–35.
24. Diaz GG, Alcaraz AC, Talavera JC. Noninvasive positive-pressure ventilation to treat hypercapnic coma secondary to respiratory failure. *Chest* 2005;127:952–960.
25. Gay PC. Complications of noninvasive ventilation in acute care. *Respir Care* 2009;54:246–257.
26. Caltonieri M, Garuti G, Cattaruzza MS. A chart of failure risk for noninvasive ventilation in patients with COPD exacerbation. *Eur Respir J* 2005;25:348–355.
27. Kallet RH. Noninvasive ventilation in acute care: controversies and emerging concepts. *Respir Care* 2009;54:259–263.
28. Hill NS. Noninvasive positive pressure ventilation for respiratory failure caused by exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: a standard of care? *Crit Care* 2003;7:400–401.
29. Masip J, Roque M, Sanchez B, et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *JAMA* 2005;294:3124–3130.
30. Rasanen J, Heikkilä J, Downs J. Continuous positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Cardiol* 1985;55:296–300.
31. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995;333:817–822.
32. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, et al. Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive pressure ventilation? *Ann Intern Med* 2003;138:861–870.
33. Masip J, Roque M, Sanchez B, et al. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and metaanalysis. *JAMA* 2005;294:3124–3130.
34. Ferrer M, Esquinas A, Leon M, et al. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:1438–1444.
35. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ, et al. Does non-invasive positive pressure ventilation improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure – a systematic review. *Crit Care Med* 2004;32:2516–2523.
36. Nava A, Carbone G, DiBattista N. Noninvasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:1432–1437.
37. Collins SP, Mielniczuk LM, Boseley ME. The use of noninvasive ventilation in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary edema. A systematic review. *Ann Emerg Med* 2006;48:260–269.
38. Lelouche F. Noninvasive ventilation in patients with hypoxemic acute respiratory failure. *Curr Opin Crit Care* 2007;13:12–19.
39. Ho KM, Wong K. A comparison of continuous and bi-level airway pressure non-invasive ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Crit Care* 2006;10(2):R49.
40. Winck JC, Azavedo LF, Costa-Pereira A, et al. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary oedema – a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006;10(2):R69.
41. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J, et al. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Lancet* 2006;376:1155–1163.
42. Park M, Lorenzi-Filho G. Noninvasive mechanical ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary oedema. *Clinics* 2006;61:247–252.
43. Gray A, Goodacre S, Newby DE. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med* 2008;359:142–151.
44. Mehta S, Al-Hashim AH, Keenan SP. Noninvasive ventilation in patients with acute cardiogenic pulmonary edema. *Resp Care* 2009;54:186–195.
45. Burns KE, Adhikari NK, Meade MO. A meta-analysis of noninvasive weaning to facilitate liberation from mechanical ventilation. *Can J Anaesth* 2006;53:222–225.
46. Keenan SP, Powers C, McCormack DG, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for postextubation respiratory distress syndrome. *JAMA* 2002;287:3238–3244.

47. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, et al. Noninvasive positive pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med* 2004; 350:2452–2460.
48. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, et al. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in the patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;173:164–170.
49. Agarwal R, Reddy C, Agarwal AN. Is there a role for noninvasive ventilation in acute respiratory distress syndrome? A meta-analysis. *Respir Med* 2006;100:2235–2238.
50. Epstein SK. Weaning from ventilatory support. *Curr Opin Crit Care* 2009; 15:36–43.
51. Hill NS. Noninvasive ventilation for immunocompromised patients. *N Engl J Med* 2001;344:522–524.
52. Antonelli M, Conti G, Esquinas A, et al. A multiple-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 2007; 35:18–25.
53. Kacmarek RK. Should noninvasive ventilation be used with the do-not-intubate patient? *Respir Care* 2009;54:223–229.
54. Curtis JR, Cook DJ, Sinuff T. Noninvasive positive pressure ventilation in critical and palliative care settings. *Crit Care Med* 2007;35:932–939.
55. Hodson ME, Madden BP, Steven MH. Noninvasive ventilation in cystic fibrosis patients: a potential bridge to transplantation. *Eur Respir J* 1991; 4:524–527.
56. Epstein SK. Noninvasive ventilation to shorten the duration of mechanical ventilation. *Respir Care* 2009;54:198–208.
57. Sokorsky A, Stav D, Shpirer I. A pilot prospective randomized, placebo-controlled trial of bi-level positive airway pressure in acute asthmatic attack. *Chest* 2003;23:1018–1025.
58. Nowak R, Corbridge T, Brenner B. Noninvasive ventilation. *J Emerg Med* 2009;37(2 Suppl):S18–S22.
59. Rana A, Jenad H, Gay PC. Failure of non-invasive ventilation in patients with acute lung injury: observational cohort study. *Crit Care* 2006; 10:R79.
60. Delclaux C, L'Her E, Alberti C. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: A randomized controlled trial. *JAMA* 2000; 284:2352–2360.
61. Benditt MD. Novel uses of noninvasive ventilation. *Respir Care* 2009; 54:212–219.
62. Robert D, Argaud L. Clinical review: long term noninvasive ventilation. *Crit Care* 2007;11:210–219.
63. Linton D. Cuirass ventilation: a review and update. *Crit Care and Resusc* 2005;7:22–28.
64. Linton D. Biphasic extrathoracic cuirass ventilation for resuscitation. *Am J Emerg Med* 2005;23:488–491.
65. Hess DR. How to initiate a noninvasive ventilation program: bringing the evidence to the bedside. *Respir Care* 2009;54:232–234.

---

*Došlo do redakce 2. 2. 2010*

*Přijato 25. 2. 2010*