

DOPORUČENÍ PRO POUŽITÍ NEINVAZIVNÍ VENTILAČNÍ PODPORY (NIVP) [KAP. 8.3]

[Sekce intenzivní pneumologie ČPFS](#)

- Autor: MUDr. Jan Chlumský, Ph.D., za Sekci intenzivní pneumologie

8.3 NEINVAZIVNÍ PLICNÍ VENTILACE

Jan Chlumský (za Sekci intenzivní péče v pneumologii ČPFS)

8.3.1 Definice neinvazivní ventilační podpory

Neinvazivní ventilační podpora (NIVP) je způsob mechanické podpory ventilace bez nutnosti invazivního zajištění dýchacích cest (tracheální kanyly).

8.3.2 Druhy neinvazivní ventilační podpory

- V užším slova smyslu NIVP představuje **mechanickou podporu ventilace pozitivním tlakem aplikovaným prostřednictvím různých typů masek** (nosních, orofaciálních, celoobličejových), případně helmy.
 - ~ K tomuto účelu lze použít speciálních ventilátorů určených výhradně pro NIVP nebo ventilátorů pro invazivní mechanickou ventilaci, které mají modul neinvazivní ventilační podpory, jehož hlavní předností je schopnost kompenzovat únik vzduchu maskou.
 - ~ Neinvazivní ventilační podpora může být za těchto okolností aplikována různými **ventilačními režimy**. Mezi nejrozšířenější z nich patří **CPAP** (kontinuální pozitivní tlak v dýchacích cestách), **BiPAP** (dvojúrovňový tlak v dýchacích cestách), **PAV** (proporcionální asistovaná ventilační podpora) a **PSV** (tlaková ventilační podpora).
- V širším slova smyslu lze pod termín NIVP zařadit **ventilační podporu aplikací zevního negativního tlaku** (tankovým nebo „curaiss“ ventilátorem), neinvazivní oscilační ventilaci a stimulaci bránice.
- Na hranici mezi NIVP a prostou oxygenoterapií pak stojí **zevní aplikace pozitivního expiračního tlaku** (PEEP) obvykle pomocí těsné masky s PEEP ventilem umístěným na výdechovém ústí.
- **Neinvazivní ventilační podpora pozitivním tlakem**, o které pojednává tento stručný postup, je považována za standardní prostředek léčby na všech pneumologických pracovištích fakulturního či krajského typu.

8.3.3 Mechanismus účinku neinvazivní ventilační podpory

- Ventilační podpora pozitivním tlakem znamená **cyklickou aplikaci pozitivního tlaku do dýchacích cest, která má za následek proudění vzduchu do plic**.
- Tlak v dutině ústní (P_{ao}) je v průběhu nádechu vždy vyšší než alveolární tlak (P_A), aby byl vytvořen tlakový gradient pro proudění vzduchu do plic. Nejvyšší hodnota dynamicky dosaženého tlaku je označována jako vrcholový tlak (P_{peak}) a tlak po ukončení nádechu jako vyrovnaný tlak ($P_{plateau}$).
- **Onemocnění plic obvykle mění mechaniku dýchání dvěma základními mechanismy:**
 1. snížením poddajnosti celého respiračního systému nebo
 2. zvýšením rezistence dýchacích cest (s nebo bez zvýšení plicní poddajnosti).

V obou případech dochází při dechových objemech (V_T) srovnatelných se zdravým jedincem k dosažení vyšších P_{peak} a k výraznému posunu dynamických křivek $\Delta V/\Delta P$ doprava. $P_{plateau}$ se u pacientů se sníženou poddajností respiračního systému významně zvyšuje, zatímco u těch s vysokou rezistencí dýchacích cest se prakticky neliší od hodnot dosahovaných u zdravého jedince
- **Zlepšení oxygenace** u neinvazivní podpory ventilace pozitivním tlakem je obvykle druhotným jevem při poklesu $P_A CO_2$. Ten je přímo zprostředkován zvýšením dechového objemu (V_T) s následným snížením poměru V_D/V_T , přičemž celkový poměr mezi ventilací a perfuzí (V/Q) je ovlivňován pouze minimálně.
- Rovněž dochází ke **zvýšení hodnoty plicní poddajnosti**. Nejčastěji používané režimy podpory ventilace pozitivním tlakem (CPAP, BiPAP, PSV) jsou schopny značně snížit práci inspiračních dýchacích svalů u pacientů s restriční i obstrukční ventilační poruchou. To bývá prokazováno významným snížením elektromyografické aktivity inspiračních svalů, redukcí ezofageálního (P_{eos}) i transdiafragmatického tlaku (P_{di}).
- Rovněž je patrné **snížení spotřeby kyslíku inspiračními svaly** (hodnoceno podle produktu závislosti tlaku na čase). Pozitivní inspirační tlak u tohoto způsobu neinvazivní podpory ventilace umožňuje inflaci plic při vysoké funkční reziduální kapacitě (FRC) a pomáhá překonat inspirační práh představovaný intrinsic PEEP.
- Akutní respirační insuficience či akutní zhoršení chronické respirační insuficience jsou u pacientů s exacerbací CHOPN způsobeny snížením minutové ventilace a zvýšením poměru mezi ventilací mrtvého prostoru a minutovou ventilací (V_D/V_T). Při podpoře ventilace pozitivním tlakem u nich dochází k významnému snížení dechové frekvence, které může být vysvětleno usnadněním práce dýchacích svalů a zlepšením hodnot respirace (a zlepšením dodávky kyslíku dýchacím svalům).
 - ~ Při aplikaci pozitivního tlaku je u těchto nemocných patrný významný pokles $P_A CO_2$, který odráží snížení poměru mezi ventilací mrtvého prostoru a minutovou ventilací (V_D/V_T). Tento účinek může být značně omezen při použití CPAP v případě, že není zajištěna dostatečná cirkulace ventilovaného vzduchu (obvykle je tento problém řešen výdechovým ventilem připojeným k masce či alespoň malým otvorem v nosní masce). Korekce pH a zvýšení hodnoty pO_2 jsou pravidelnými nálezy u tohoto způsobu podpory ventilace.

8.3.4 Ventilační režimy neinvazivní ventilační podpory

- Na úvod nutno poznamenat, že **existuje značná nejednota v názvosloví ventilačních režimů**, a to zejména kvůli tomu, že výrobci ventilátorů nově pojmenovávají rozličné varianty zavedených původních režimů.
- Obecně lze říci, že **k aplikaci pozitivního tlaku jsou nejčastěji používány ventilátory s nastavitelným tlakovým (tlakové ventilátory) či objemovým (objemové ventilátory) limitem pro ukončení nádechu**.
- **Tlakové ventilátory** aplikují předem nastavený pozitivní tlak do nosní či ústní dutiny, čímž dochází k proudění vzduchu do plic. Při dosažení stanoveného tlakového limitu v dýchacích cestách se aplikace pozitivního tlaku ukončí bez ohledu na množství vzduchu, které bylo inhalováno, a nastává pasivní výdech.
- U **objemových ventilátorů** je nádech ukončen po nainhalování předem stanoveného objemu vzduchu. Pro možné riziko barotraumatů lze u objemových ventilátorů nastavit maximální hranici pro tlak v dýchacích cestách, jejíž dosažení vede k předčasnému ukončení nádechu.
- U **tlakových ventilátorů** může docházet ke značné variabilitě dechového objemu při výkyvech rezistence dýchacích cest a jejich použití obvykle vyžaduje pečlivější monitoraci pacienta. Na druhé straně tlakové ventilátory, které se přechodně používají k neinvazivní ventilační podpoře, lépe kompenzují eventuální únik vzduchu při netěsnostech masky.

- K aplikaci NIVP se velmi často používají **speciální ventilátory** určené pouze k aplikaci NIVP. Jejich nespornou výhodou je snadná obsluha, většinou však nemají k dispozici modul k přesnému míšení vdechovaného vzduchu s kyslíkem a možnost manuálního nastavení prahu pro spuštění a ukončení asistovaného vdechu.
- Mezi **základní ventilační režimy** používané (nejen) k NIVP patří:
 1. **Kontrolovaná mechanická ventilace (CMV)** se k NIVP používá zřídka, a to zejména při nemožnosti pacienta překonat nastavený práh pro spuštění asistovaného nádechu. Veškeré parametry ventilace (tlak/objem nádechu, čas nádechu, dechová frekvence apod.) jsou přesně nastaveny a ventilátorem řízené vykonávány. Na NIVP ventilátorech může být režim označován jako časovaná ventilace (timed ventilation – T).
 2. **Asistovaná/kontrolovaná ventilace (ACV)** spočívá v aplikaci asistovaných nádechů (nastavených tlakově či objemově). Při absenci úsilí pacienta ventilátor dodává řízené nádechy předem nastavených parametrů. Na NIVP ventilátorech bývá tento režim označován jako spontánní/časovaná ventilace (spontaneous/timed ventilation – S/T).
 3. **Asistovaná spontánní ventilace/tlaková podpora (PS)** poskytuje asistovaný nádech při zachované spontánní ventilační aktivitě. Ostatní parametry (časování nádechu, dechová frekvence) jsou určovány pacientem. Na NIVP ventilátorech bývá označována jako spontánní ventilace (spontaneous ventilation – S).
 4. **Kontinuální pozitivní tlak v dýchacích cestách (CPAP)** není ventilačním režimem v pravém slova smyslu. V podstatě představuje aplikaci trvalého distenčního tlaku, který zlepšuje oxygenaci úpravou FRC a umožněním dodávky vyšší F_{iO_2} .
 5. **Dvojúrovňový pozitivní tlak v dýchacích cestách (BiPAP)** je obecně označován jako střídavá aplikace tlakové podpory (PS) a CPAP. Spojuje výhody tlakové ventilační podpory a trvalého přetlaku v dýchacích cestách, ovlivňující jak stupeň alveolární ventilace tak úroveň FRC.
 6. **Proporcionální asistovaná ventilace (PAV)** je poměrně nový ventilační režim využívající izolované nastavení průtoku vzduchu (k překonání rezistence dýchacích cest) a objemu nádechu (k překonání poddajnosti plic). Celková úroveň podpory ventilace je navíc ovlivňována iniciálním úsilím pacienta tak, aby komfort a tolerance ventilace byly co nejvyšší.

8.3.5 Indikace a kontraindikace neinvazivní ventilační podpory

- Z praktického pohledu lze NIVP použít jednak jako nástroje k zabránění invazivní mechanické ventilace, případně jejího oddálení, nebo jako součást paliativní/symptomatické léčby v situacích, kdy již invazivní mechanická ventilace není indikována (např. respirační insuficience doprovázená dušností u terminálních fází onemocnění – nádorová onemocnění, fibrotizující onemocnění, CHOPN apod.).
- Rozhodnutí o případné (kontra)indikaci invazivní ventilace (resuscitační péči) by mělo být učiněno ještě před zahájením NIVP.

INDIKACE NEINVAZIVNÍ VENTILAČNÍ PODPORY

Mezi hlavní indikace aplikace NIVP patří následující onemocnění/klinické situace:

1. **Symptomatická akutní hyperkapnická respirační insuficience** (s vysokou diferencí $P_{(A-a)}O_2$) doprovázená respirační acidózou, nejčastěji u exacerbací CHOPN (méně pak exacerbační astmatu, bronchiektazií apod.) – u těchto pacientů je nevhodnější aplikace PS v kombinaci s PEEP či dvojúrovňový kontinuální tlak v dýchacích cestách.
2. **Symptomatická akutní hypoxemická respirační insuficience** u pacientů s kardiogenním i nekardiálním plicním edémem nebo infekcí dolních cest dýchacích (zejména u imunokompromitovaných) – u těchto případech by měl být přednostně aplikován CPAP.
3. **Symptomatická akutní hyperkapnická respirační insuficience** (s nízkou diferencí $P_{(A-a)}O_2$) doprovázená respirační acidózou u pacientů s neuromuskulárními nemocemi, případně onemocněním/deformitami hrudníku – u těchto pacientů je nevhodnější aplikace PS v kombinaci s PEEP či dvojúrovňový kontinuální tlak v dýchacích cestách.
4. **Odvykání od invazivní mechanické ventilace**, případně v časném pooperačním období po hrudních výkonech.

KONTRAINDIKACE NEINVAZIVNÍ VENTILAČNÍ PODPORY

Kontraindikací NIVP je řada, mezi ty nejzávažnější patří:

- abnormality/trauma/popáleniny v oblasti obličeje
- nedávná operace v oblasti obličeje či horní části trávicí trubice
- fixní obstrukce horních cest dýchacích
- nemožnost chránit dýchací cesty (zvracení, masivní sekrece z dýchacích cest)
- hemodynamická nestabilita
- oběhová/dechová zástava
- bezvědomí/agitace/nespolupráce
- pneumotorax (PNO), pokud není léčen drenáží

8.3.6 Praktický postup aplikace neinvazivní ventilační podpory

1. klinická situace indikovaná k aplikaci NIVP (kontrola (kontra)indikačních kritérií)
2. seznámení pacienta s léčebným postupem – získání jeho souhlasu
3. kontinuální monitorace EKG, tepová frekvence (TF), dechová frekvence (DF), SpO_2 , TK
4. volba nevhodnější masky (nejčastěji orofaciální nebo celoobličejové)
5. nastavení ventilátoru (nejčastěji speciální NIVP ventilátor v režimu BiPAP), zahájení s použitím nižších tlakových podpor (IPAP 8–10 cmH_2O , EPAP 4 cmH_2O , F_{iO_2} podle oxygenace, obvykle kolem 0,4) a rychlejšího nástupu dechové podpory (rise time)
6. podle odpovědi (zejména DF, SpO_2) a tolerance úprava nastavení ventilátoru
7. v rozmezí obvykle 30 až 120 minut kontrola hodnot respirace, podle výsledků a klinické odpovědi (DF, známky použití pomocných dýchacích svalů apod.) rozhodnutí o pokračování, změně nastavení či režimu ventilátoru, případně o endotracheální intubaci a invazivní mechanické ventilaci

8.3.7 Komplikace neinvazivní ventilační podpory a jejich prevence

Komplikace NIVP jsou na rozdíl od invazivní mechanické ventilace poměrně málo četné. Patří mezi ně:

- selhání léčby (nesprávná indikace, nesprávný postup aplikace NIVP, neadekvátní odpověď na NIVP)
- pneumotorax (použití nižší tlakové podpory)
- aspirace (při použití IPAP nad 20 cmH₂O doporučeno zavést nazogastrickou sondu)
- kožní otlaky/defekty, nejčastěji při delším použití orofaciální masky (preventivní péče o kůži v místě kontaktu s maskou, volba celooobličejové masky)
- hypotenze (použití nižší tlakové podpory)
- klaustrofobie/diskomfort/velký únik vzduchu maskou (správná volba masky)