

Neinvazívna ventilácia pľúc

Jozef Firment, Matúš Maruniak

1. Úvod

V ostatných rokoch zaznamenávame v medicíne veľký pokrok vo využívaní rôznych neinvazívnych a miniinvazívnych liečebných a diagnostických postupov. Medzi tieto postupy patrí aj neinvazívna ventilácia. Neinvazívna ventilácia (NIV) je vykonávanie ventilačnej podpory **bez potreby invazívneho zásahu do dýchacích ciest**. Z bežnej praxe je známe, že ako interface na spojenie ventilátora a pacienta sa používajú invazívne techniky - endotracheálna intubácia a tracheostómia. Za semiinvazívnu techniku možno považovať aj používanie laryngeálnej masky alebo laryngeálneho tubusu. Čoraz častejšie používanie technológie neinvazívnej ventilácie v praxi umožňuje dostupnosť **neinvazívnych pomôcok na pripojenie pacienta na ventilátor** (tvárové masky, nazálne masky, dýchacie helmy a pod). Ďalším pokrokom je dostupnosť ventilátorov, ktoré majú schopnosť **kompenzovať netesnosti** neinvazívnych pomôcok na pripojenie pacienta na ventilátor.

2. Využitie NIV

Neinvazívna ventilácia sa v súčasnosti využíva nielen na pracoviskách intenzívnej medicíny a zotavovacích miestnostiach anesteziológmi, ale pre jej **relatívnu bezpečnosť** sa rozšírila aj na pracoviská odborových **JIS**, na **pneumologické** oddelenia a dokonca aj do **domácej** starostlivosti, kde základnú obsluhu dokáže zvládnuť sám pacient alebo jeho rodinní príslušníci.

3. História

Všeobecný koncept mechanickej ventilácie bol prvýkrát vyvinutý umelou ventiláciou negatívnym tlakom. Zo súčasného pohľadu to bolo riešené neinvazívnou ventiláciou. V roku 1876 Woillez ako prvý vyvinul funkčné železné pľúca, neskôr, v roku 1889 Alexander Graham Bell navrhol a zostavil prototyp železných pľúc a v roku 1928 Drinker predstavil ventiláciu negatívnym tlakom a spopularizoval „**železné pľúca**“.



Vrchol svojej dokonalosti dosiahli v 50. rokoch 20. storočia (obrázok). V roku 1960 sa zvyšuje používanie invazívnej pozitívno-tlakovej ventilácie (PPV). Až v roku 1980 bolo použitie neinvazívnej ventilácie podporované rozvojom PPV pomocou tesného priloženia nazálnej alebo tvárovej **masky**.

V minulosti sa teda používala ventilácia podtlakom. Napodobňovala fyziologický princíp, ktorý je uplatňovaný hrudníkom s vytváraním negatívneho tlaku v pleurálnej dutine. Negatívny tlak sa prenášal

na parenchým pľúc obopnutých viscerálnou pleurou a cez dýchacie cesty sa tým nasával vzduch z vonkajšieho prostredia. Na túto techniku sa používal už spomínaný ventilátor na ventiláciu negatívnym tlakom. Existoval celotelový a parciálny, obopínajúci len hrudník, ktorému sa hovorilo „železné pľúca“.

4. Invazívna a neinvazívna ventilácia - ich výhody a nevýhody

Výhodou invazívnej ventilácie je pomerne dokonalé zabezpečenie dýchacích ciest pre riziko aspirácie hlienov a žalúdočného obsahu. Vytvára podmienky pre relatívne tesné spojenie patientskeho dýchacieho okruhu s ventilátorom bez úniku ventilačnej zmesi plynov. Z dýchacích ciest sa pri ich toalete pomerne ľahko odsáva cez endotracheálnu rúrku. **Nevýhodou invazívnej ventilácie** je traumatizácia dýchacích ciest, predovšetkým hlasiviek, povrchom endotracheálnej rúrky a tesniacej manžety. Pri zavádzaní endotracheálnej rúrky je riziko jej zavedenia do pažeráka, dochádza k asfyxii. Na druhej strane príliš hlboké zavedenie endotracheálnej rúrky do dýchacích ciest je možným extrémom druhým. Ventilácia pri unilaterálnom zavedení do bronchu spôsobuje veľký pľúcny skrat a tiež poruchu v dodávke kyslíka tkanivám. Pre netolerovanie invazívneho zabezpečenia dýchacích ciest je často potrebné pacientovi podať sedatíva alebo použiť aj svalové relaxanciá, čím sa vytvárajú podmienky pre rozvoj nežiadúcich účinkov prolongovanej sedácie a myorelaxácie. Invazívne ventilačné techniky sa tak často dávajú do súvislosti s výskytom komplikácií od ventilátorových pneumónii až po stenózy trachey. Z pohľadu NIV aj použitie laryngeálnej masky možno považovať za invazívnu techniku, lebo vyžaduje analgosedáciu pacienta.

Neinvazívna ventilácia má menší výskyt nozokomiálnych infekcií, poskytuje pacientovi obyčajne väčší komfort. Keďže dýchacie cesty sú zabezpečené menej agresívnym spôsobom, je obyčajne nie je potrebná sedácia, alebo je potrebné podávať podstatne nižšie dávky sedácie. Pacienti, ktorým je vykonávaná neinvazívna ventilácia, majú väčšie predpoklady, že sa u nich rýchlejšie zvládne odpájanie od ventilátora, teda weaning. **Nevýhodou** býva problém s netesnosťou dýchacích pomôcok, poškodenie kože na tvári pacienta a riziko aspirácie pri nedostatočnej spolupráci pacienta, ktorý má podávané sedatíva.

5. Neinvazívna ventilácia pozitívnym tlakom

Pri neinvazívnej ventilácii pozitívnym tlakom je pacient pripojený maskou (interface) na ventilátor vytvárajúci **pozitívny tlak**. Cez masku putuje vzduch do nosa, úst, alebo oboch, a odtiaľ ďalej do dýchacích ciest.

Masky sú zariadenia, ktoré umožňujú plynnej zmesi pod tlakom vstúpiť z prírodnej hadice od ventilátora do horných dýchacích ciest. Masky sú zvyčajne vyrobené z neдрáždivého materiálu, ako napr. silikónovej gumy. **Správne sediaca maska** je kľúčovým momentom na minimalizovanie únikov, dosiahnutie znášanlivosti pacientom a na maximálny terapeutický benefit. Masky majú mať minimálny mŕtvy priestor a mäkkú nafukovaciu alebo gélovú manžetu na zabezpečenie tesnosti s kožou tváre.

Porovnanie nazálnej a tvárovej masky:

	Nazálne	Tvárové
Komfort pacienta	+++	++
Klaustrofóbia	+	++
Spätné vdychovanie	+	++
Nižšie CO₂	+	++
Umožnenie vykašliavania	++	+
Umožnenie rozprávania	++	+
Umožnenie jedenia	+	-
Funkčnosť pri obštrukcii nosa	-	+

Typy pomôcok na pripojenie ventilátora:

1. **Nazálne** pomôcky: Nazálna maska, nazálna kanyla, nazálna vložka (vrátane nosových dierok). Existujú dve základné formy nazálnych pomôcok: netesniaca nazálna rúrka pre doplnkovú oxygenoterapiu a tesniaca nazálna maska pre CPAP.
2. **Ústne** prípojky.
3. **Kombinované** orálne a nazálne masky.
4. **Helma**: Umožňuje dlhodobú kontinuálnu aplikáciu neinvazívnej ventilácie. Je pri nej menej komplikácií, ktoré sa vyskytujú pri používaní ventilácie rôznymi maskami, ako je nekróza kože, distenzia žalúdka, iritácia očí a pod.



Mechanizmus účinku neinvazívnej ventilácie pozitívnym tlakom

Práca vynaložená na dýchanie je výsledkom zmien tlaku a objemu plynov, ktorý sa vymení v pľúcach. **Počas inspiria** sa najviac práce vynaloží na prekonanie elastického odporu pľúc a hrudníka a na rezistenciu dýchacích ciest a neelastických tkanív.

1. NIV zlepšuje pľúcnu **mechaniku a oxygenáciu** (zvyšuje alveolárnu ventiláciu a zlepšuje oxygenáciu bez zvýšenia PaCO₂).
2. Čiastočne odľahčuje **dýchacím svalom** (redukuje prácu dýchacích svalov a EMG aktivitu bránice, dochádza k zvýšeniu dychového objemu, zníženiu frekvencie dýchania a zvýšeniu objemu minútovej ventilácie, umožňuje prekonať efekt vnútorného PEEP_i).
3. Obnovuje **citlivosť dýchacieho centra na CO₂** (udržiavaním nižšieho CO₂ počas spánku obnovuje jeho citlivosť na CO₂ a zvyšuje respiračné podnety pre bránicu a dýchacie svalstvo, títo pacienti následne počas dňa udržiavajú prijateľnejšie hladiny PaCO₂ s menšou potrebou ventilačnej podpory).

Predpoklady úspešnej NIV

Pacient má byť spolupracujúci, má dokázať mať pod kontrolou svoje dýchacie cesty a sekréciu s adekvátnou schopnosťou reflexu kašľa. Má byť schopný koordinovať dýchanie s ventilátorom a dýchať bez pomoci niekoľko minút. Má byť hemodynamicky stabilný, pH krvi >7,1 a PaCO₂ <12 kPa (90 mmHg). Pacient by mal ideálne v priebehu prvých dvoch hodín **reagovať úpravou** výmeny plynov, pulzovej frekvencie a dychovej frekvencie.

Indikácie neinvazívnej pozitívne tlakovej ventilácie

1. Akútne respiračné zlyhanie

- Hypoxemické akútne respiračné zlyhanie
 - Kardiogénny pľúcny edém
 - Komunitné pneumónie
 - ARDS

- Problémy pri weaningu
- Hyperkapnické akútne respiračné zlyhanie
 - Akútna exacerbácia CHOCHP
 - Problémy pri weaningu
 - Pooperačné respiračné zlyhanie
 - Akútne respiračné zlyhanie pri hypoventilácií obéznych pacientov
 - Deformity hrudníkovej steny - neuromuskulárne ochorenia
 - Post-extubačná fáza
 - Cystická fibróza
 - Status asthmaticus
 - Sleep apnoe
- 2. Chronické respiračné zlyhanie**
- 3. Imuno-kompromitovaní pacienti** s vysokým rizikom VAP pri invazívnej ventilácii
- 4. Pacienti, u ktorých nie je indikovaná endotracheálna intubácia (DNR, withholding therapy)**

Indikačné kritéria

1. Akútne respiračné zlyhanie (min. 2 z nasledujúcich kritérií musia byť prítomné)
 - Dychová tieseň s dyspnoe
 - Zapájanie pomocných dýchacích svalov
 - Paradoxné dýchanie brucha
 - Dychová frekvencia nad 25/min
 - Arteriálne krvné plyny s $\text{pH} < 7,35$ alebo $\text{PaCO}_2 > 6 \text{ kPa}$ (45 mmHg) alebo $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 < 200$
2. Chronické respiračné zlyhanie (obštrukčné pľúcne choroby)
 - Malátnosť, výrazná somnolencia, dyspnoe
 - Arteriálne $\text{pH} < 7,35$ alebo $\text{PaCO}_2 > 7,3 \text{ kPa}$ (55 mmHg)
 - $\text{SpO}_2 < 88\%$ počas $> 10\%$ z času monitorovania, napriek oxygenoterapii
3. Hrudníkové reštriktívne / cerebrálne hypoventilačné ochorenia
 - Malátnosť, ranná cefalea, výrazná somnolencia, nočné mory, dyspnoe
 - Arteriálne krvné plyny $\text{PaCO}_2 > 6 \text{ kPa}$ (45 mmHg)
 - Nočné $\text{SpO}_2 < 90\%$ trvalo počas viac než piatich minút

Kedy sa rozhodnúť pre endotracheálnu **intubáciu** počas NIV?

- Pri používaní NIV nedochádza k žiadnej úprave dýchacích plynov alebo je progresívny nárast dyspnoe
- Dochádza k zhoršeniu alebo nie je žiadna zmena v mentálnej kondícii hyperkapnických pacientov
- Potreba zabezpečenia dýchacích ciest
- Hemodynamická instabilita
- Čerstvý IM alebo arytmie
- Pacient netoleruje masku

Kontraindikácie používania NIV

1. Život ohrozujúca hypoxémia (pri pokuse o NIV aj menšie problémy by mali ťažké dôsledky, spontánna ventilačná aktivita pacienta je obvyčajne ťažko postihnutá).
2. Nemožnosť pripojenia masky (tvárové abnormality, popáleniny, traumy).
3. Nemožnosť udržať priechodnosť dýchacích ciest (pacienti v kóme, zmätení a agitovaní pacienti).

4. Hemodynamická instabilita (nedávno prekonaný srdcový infarkt, arytmie, vysoké dávky inotropnej podpory).
5. Závažné problémy zo strany gastrointestinálneho traktu (zvracanie, regurgitácia)
6. Výdatná bronchiálna sekrécia (časté odsávanie má za dôsledok nedostatočnú výmenu plynov).
7. Stav, kde sa NIV už pri predchádzajúcich pokusoch preukázala ako neúčinná.
8. Nedostupnosť trénovaného a edukovaného personálu.

NIV pri odpájaní od mechanickej ventilácie (weaning)

Ponúka preklenutie medzi invazívnou podporou a spontánnym dýchaním na redukovanie času invazívnej mechanickej ventilácie. Používa sa

- ako časť skorej stratégie weaningu, keď pokus o odpojenie (SBT = spontaneous breathing trial) zlyhá
- po bežnom weaningu a extubácii na prevenciu postextubačného zlyhania
- pokiaľ sa rozvinú prejavy respiračného zlyhania po extubácii

Predpoklady úspešnosti NIV

- Spolupráca pacienta
- Synchronizované dýchanie s ventilátorom
- Intaktný chrup
- Menší únik vzduchu z dýchacích ciest
- Nižšie APACHE skóre
- Nižšia sekrécia z dýchacích ciest
- Dobrá iniciálna reakcia na NIV počas 1. - 2. hodiny
- Úprava pH
- Redukcia dychovej frekvencie
- Redukcia PaCO₂
- Neprítomnosť pneumónie
- pH >7,10
- PaCO₂ < 12 kPa (90 mmHg)
- Zlepšenie neurologického stavu
- Lepšia znášanlivosť pacientom

NIV ventilátory

V súčasnosti všetky sofistikované ventilátory určené na dlhodobú ventiláciu sú vybavené aj **režimami pre NIV**. Ide najmä o možnosť **kompensovania netesností** (leak) priloženej tvárovej masky. Tomu sú prispôsobené aj alarmy.

NIV ventilátory ponúkajú aj **dvojhladinovú** ventiláciu. Vyšší tlak je aplikovaný, keď sa pacient nadychuje, pri inšpiriu – IPAP, nižší tlak je aplikovaný, keď pacient vydychuje, pri expíriu – EPAP. Rozdiel medzi IPAP a EPAP je efektívna tlaková podpora (effective pressure support). U spontánne dýchajúcich pacientov je EPAP ekvivalentom aplikácie PEEP.

Režimy

Objemové ventilačné režimy sa nepovažujú za vhodné. Preferujú sa **tlakové režimy**, ktoré dokážu už zo svojho princípu kompenzovať netesnosti dýchacieho okruhu.

Riadená mechanická ventilácia. Nevyžaduje žiadne pacientovo úsilie, používa časovaný režim podobný ako PCV.

Asistovaná kontrolovaná ventilácia. Je to ventilačná podpora v prípade, že pacient má ventilačné úsilie ale nedostatočné na to, aby vykonal spontánny alebo podporný vdych. Vdych je teda riadený podľa nastaveného cieľového tlaku a pomocou ostatných parametrov tlakovo

riadenej ventilácie. Uvedený režim pracuje s limitovaným časom inšpiria. Je podobný ako PS so záložnou ventiláciou, ale pri apnoe sa ventilátor správa ako riadená tlaková ventilácia.

Asistovaný **tlaková podpora (PS)**. Ventiláčna podpora vstupuje do pacientovho úsilia. Obyčajne sa nastavuje aj záložný režim v prípade nedosiahnutia nastavených alarmových limitov. Uvedený je ako spontánny režim. Potrebné je nastaviť spôsob ukončenia inšpiria buď ako čas alebo pokles inspiračného prietoku.

CPAP (continuous positive airway pressure). Nie je to skutočný ventilačný režim. Konštantný tlak do dýchacích ciest vytváraný v celom dychovom cykle. Primárne sa používa na úpravu hypoxémie najmä cez zväčšovanie FRC (funkčnej reziduálnej kapacity) pľúc. Častou indikáciou býva kardiogénny pľúcny edém.

Proporcionálne asistovaná ventilácia (PAV). Tento režim dokáže najrýchlejšie reagovať na pacientovo ventilačné úsilie rýchlym vyhodnocovaním compliance a resistance, skôr než na tlak alebo objem. Nastavením signálu na definovaný nárast prietoku a objemu môžeme vybrať jednu z možností na určenie podielu ventilačnej práce, ktorou má asistovať pacientovmu úsiliu.

Postup pre vykonanie NIV

1. Polohovať posteľ tak, aby bola hlava vyššie, pacient v polosediacej polohe.
2. Vybrať správnu masku.
3. Liečbu pacientovi detailne vysvetliť aj jej benefity. Spomenúť aj možnosť intubácie.
4. Nastaviť NIV ventilátor na spontánny režim alebo podporné dýchanie.
5. Masku držať rukou jemne na pacientovej tvári, nefixovať ju.
6. Zčať s veľmi jemnými nastaveniami. Začínať s nízkymi PS 6 - 8 cmH₂O a PEEP 2 - 4 cmH₂O. Rozdiel medzi IPAP a EPAP by mal byť minimálne 4 cmH₂O.
7. Aplikovať kyslík cca FiO₂ 0,3, FiO₂ titrovať na dosiahnutie SpO₂ > 90%.
8. Postupne zvyšovať PEEP o 1 - 2 cmH₂O pokiaľ pacientove úsilie je schopné spúšťať ventilátor.
9. Pokiaľ pacient sa snaží dýchať a ventilátor neodpovedá, indikuje nám to, že pacient nedosahuje dostatočné úsilie na spustenie ventilátora cez autoPEEP a trigerovanie ventilátora. Zvyšovať PEEP ďalej, kým sa tak nestane. Väčšina pacientov potrebuje PEEP okolo 4 až 6 cmH₂O.
10. Pokiaľ pacientovo úsilie spúšťa ventilátor, ponecháme PEEP na tejto hodnote.
11. Potom začať zvyšovať PS postupne o 1 - 2 cmH₂O pokiaľ nemáme adekvátny objem (7 ml/kg), alebo do maximálneho tlaku, ktorý pacient toleruje bez dyskomfortu do frekvencia dýchania < 25 /min.
12. Udržiavať špičkové inspiračné tlaky < 25 - 30 cmH₂O.
13. Na niektorých ventilátoroch môže byť nastavený inspiračný čas (Ti). Rozumné je nastavenie Ti na 1 sekundu.
14. Teraz zabezpečíme masku na tvári hlavovými remienkami. Vyhnúť sa nadmernej tesnosti.
15. Po správnom nastavení tlaku titrujeme kyslík, aby sme dosiahli SaO₂ okolo 90 %.
16. Správne nastavenia sa môžu odlišovať počas bdlosti a spánku pacienta, adekvátne ich je potrebné nastaviť.

Monitorovanie pacienta

Najdôležitejším indikátorom je **komfort** pacienta. Podľa hodnoty **krvných plynov** správne nastaviť ventilačné parametre. Pokiaľ pacient začína byť unavený alebo hodnoty krvných plynov sa zhoršujú, je potrebné začať mechanickú ventiláciu. Zmenu klinického stavu musíme skoro **rozpoznať**. Merať dychovú frekvenciu, krvný tlak, pulzovú frekvenciu. Zisťovať subjektívny pocit pacienta – dyspnoe, komfort, mentálnu bdlosť. Vykonávať stálu **oxymetriu**, meranie vydychovaného objemu, meranie krvných plynov každú hodinu, resp. v 2 - 6 hodinových intervaloch. Opakovane dohliadame na polohu masky - tesnosť, komfort, únik plynov,

sekréciu hlienov do masky, poškodenia kože. Dôležité je sledovanie zapájania **pomocných dýchacích svalov** a paradoxný pohyb brušnej steny. Na bruchu sledujeme prítomnosť distenzie žalúdka.

Kritéria na ukončenie NIV

- Neschopnosť tolerovať masku z dôvodu diskomfortu alebo bolesti
- Nemožnosť zlepšiť výmenu plynov alebo dyspnoe
- Potreba endotracheálnej intubácie na manažment odsávania sekréту alebo zabezpečenia DC
- Hemodynamická instabilita
- EKG – ischemia / arytmia
- Zlyhanie pokusu o zlepšenie psychického stavu pri vyššom CO₂
- Úspešné odpojenie pacienta od ventilátora a od masky

Podávanie liekov počas NIV

Lieky sa môžu aplikovať inhalačne počas NIV pridaním **nebulizátora** do okruhu. Môže sa to urobiť pridaním T-kusu umiestneného čo najbližšie k pacientovi, ideálne medzi výdychovú chlopňu a pacienta tak, aby sa liek nestrácal, aj keď toto spôsobí zvýšenie mŕtveho priestoru. Optimálna poloha nebulizátora počas NIV je teda medzi výdychový otvor a masku. Ak je únikový otvor v maske, môže byť potrebné zvýšiť dávkovanie liečiva.

Vhodná je väčšina nebulizátorov, ale najmä tie, ktoré sú schopné pracovať pod rôznymi uhlami, keďže väčšina ventilačných okruhov nie je podopretá a v naklonenej polohe nemusia fungovať.

Výhody NIV

Využívaním NIV sa predchádzať komplikáciám, ktoré bývajú spojené s invazívnou ventiláciou. V spojení s procedúrou intubácie, ide napr. o nežiadúci účinok indukčných liekov, možnosť zlyhania intubácie, nebezpečenstvo aspirácie žalúdočného obsahu a traumy dýchacích ciest. V spojení so samotnou tracheálnou rúrkou, vzniká riziko napr. potreby sedácie, riziko endobronchiálnej intubácie, sťaženej komunikácie, redukovanej ciliárnej aktivity a vo väčšom riziku ventilátorovej pneumónie. Z neskorých komplikácií sa uvádzajú tracheálna stenóza, sinusitída a trauma hlasivkových väzov. Pomocou NIV sa zachovávajú **prirodzené obranné mechanizmy** dýchacích ciest, možná je skorá ventilačná podpora a intermitentná ventilácia. Pacient môže jesť, piť, komunikovať a kooperovať s fyzioterapeutom. NIV je ľahko aplikovateľná a odstrániteľná so zachovaním komfortu pacienta. Pneumothorax je veľmi zriedkavý. Korekcia hypoxie je možná bez zhoršovania hyperkapnie. Môže byť použitá mimo intenzivistického pracoviska, nakoľko nie je potrebná svalová relaxácia. Dostupné sú vhodné jednocelové prístroje s rozdielnymi NIV režimami aj pre domáce použitie. Dosahuje sa tiež zníženie intenzivistických komplikácií, nemocničných úmrtí, s nižšou spotrebou zdrojov v porovnaní s konvenčnou umelou ventiláciou. Neinvazívnu ventiláciu je vhodné používať aj u pacientov **v terminálnom štádiu ochorenia**, u ktorých nie je vhodné používať invazívne technológie. Takýto postup lepšie znášajú príbuzní aj personál. U pacienta je možné používať sedáciu.

Nevýhody a komplikácie

NIV nie je vhodné pre všetkých pacientov a je **neefektívna u ťažko chorých** pacientov. Často bývajú problémy s únikom vzduchu, poškodeniami kože obzvlášť na chrbte nosa a regionálnymi bolesťami od tlaku masky, čo pacienti zle znášajú. Unikajúci plyn okolo zle tesniacej masky spôsobuje podráždenie spojoviek. Asynchronia pacient-ventilátor spôsobuje **dyskomfort**, podobne aj fragmentovanie spánku. U pacientov býva klaustrofóbia. Obštrukcia horných dýchacích ciest môže vyvolať naliehavé situácie. NIV môže zvýšiť riziko aspirácie, pokiaľ nie sú inak zabezpečené dýchacie cesty. Pacienti nemajú zabezpečený priamy prístup

do bronchiálneho stromu pre odsávanie v prípade excesívnej sekrécie. Ventilácia maskou môže spôsobiť **distenziu žalúdka** najmä pri prekročení tlaku $Paw_{max} > 25 \text{ cmH}_2\text{O}$.

Problémy spojené so zlyhaním adekvátnej ventilácie sú únik vzduchu a spätné vydychovanie CO_2 . Pozícia výdychovej chlopne vytvára dynamický mŕtvy priestor.

Závažnými komplikáciami býva **oneskorenie intubácie**, čo zhoršuje prognózu, aspiračnú pneumóniu, hypotenziu. Závažná desaturácia môže spôsobiť až zastavenie srdca. Rizikom je aj vznik pneumothoraxu.

Najčastejšie problémy pri NIV pomocou PSV

Problém	Možná príčina	Riešenie
Zlyhanie inspiračnej citlivosti	Únik vzduchu	Upraviť alebo vymeniť masku
	Samoasistovanie	Znížiť citlivosť prístroja
	Zvýšenie dychovej práce	Znížiť citlivosť prístroja alebo prepnúť na flow trigger, ak sa používa tlakový
Neprimerané tlaky	Veľmi dlhý čas vzostupu tlaku (P rise time)	Znížiť P rise time
	Nízky PS (P support)	Zvýšiť inspiračný tlak
Zlyhanie prepnutia na expírium	Únik vzduchu vyvolávajúci „inspiratory hang up“	Upraviť masku alebo zmeniť z nazálnej na tvárovú
	Vysoký end inspiračný prietok	Zvýšiť end inspiračný prah prietoku a nastaviť limit času inspiéria
Spätné vdychovanie CO_2	Jednoduchý okruh s nepravou výdychovou chlopňou	Použiť dvojcestný systém s chlopňou proti spätnému vdychovaniu
	Vysoká dychová frekvencia	Znížiť frekvenciu dýchania
	Nepřítomnosť PEEP	Pridať PEEP na preplachovanie masky
	Veľký mŕtvy priestor masky	Zmenšiť mŕtvy priestor vypchatím jej objemu

6. Podporovanie dýchania kontinuálnym prítokom

U vybraných pacientov je možné vyhnúť sa endotracheálnej intubácii použitím technológie ventilácie kontinuálnym prítokom zmesi plynu do dýchacích ciest **CFVS** (continuous flow ventilatory support). Princípom CFVS je „vyplachovanie“ dýchacích ciest zmesou čerstvých plynov (zmesi O_2 /vzduch) a tak napomáhať predovšetkým eliminácii CO_2 .

Nevykonáva sa u apnoického pacienta, ako sa to robí napríklad pri apnoickom teste v rámci diagnostiky reaktivity dychového centra na vzostup paCO_2 pri zisťovaní mors cerebri. **Pacient má zachovanú svoju dychovú aktivitu**, ale minútová ventilácia je nízka a hrozí tak hyperkapnické zlyhanie. Už táto skutočnosť predurčuje na takúto techniku pacientov s **CHOPCH**, ktorí majú hraničnú ventiláciu a ventilačne zlyhávajú. Týmto spôsobom sa vytvára možnosť vyhnúť sa invazívnemu zákroku - endotracheálnej intubácii.

Vykonáva sa zavedením tenkého (s vonkajším priemerom cca 5 mm), ale tuhšieho **katétra cez nosovú dutinu pod hlasivky** cca 4 cm do trachey. Je možné použiť odsávací katéter. Trachea dospelého človeka má priemer cca 2,5 cm a dĺžku 10 až 16 cm (v priemere 11 cm). Začína sa na dolnom okraji laryngu (cart. cricoidea) oproti 6. krčnému stavcu po hrudnú medzistavcovú platničku medzi T 4-5, kde sa vetví carina trachey na pravý a ľavý hlavný bronchus.

Keďže katéter stimuluje pacienta na kašeľ a dávenie, pred jeho zavedením sa do hypopharyngu a na hlasivky aplikuje mesocainový sprej. Insuflačný katéter sa pripojí na zdroj kontinuálneho prítoku zmesi kyslíka a vzduchu. Obyčajne sa FiO_2 nastavuje na 0,3, ale je možné s ním manipulovať podľa SpO_2 pacienta. Je potrebné použiť pomerne vysoký prietok, cca 20 l/min. Aj z toho dôvodu insuflovaný plyn je potrebné preháňať cez **odparovač a ohrievač** plynov.

Pacientom lepšie tolerovanou **alternatívou** je zavedenie katétra cez **tracheostomickú** kanylu. Ostatný postup je rovnaký. Pacient je za určitých okolností pri CFVS schopný aj popíjať sippingom.

7. Vysokofrekvenčná ventilácia maskou

Inou neinvazívnou technikou je používanie **vysokofrekvenčnej ventilácie maskou**.

VF ventilácia zvyšuje stredný tlak v dýchacích cestách a je tak vhodnou metódou napríklad u pacientov s edémom pľúc.

Použitá literatúra

1. Elliott M.W.: Non-invasive ventilation. British Medical Bulletin 2004, 72, str. 83-97.
2. Evers G, Loey CV: Monitoring Patient/Ventilator Interactions: Manufacturer's Perspective, Open Respir Med J. 2009; 3: 17–26.
3. <http://emedicine.medscape.com/article/1949391-overview#a3>.
4. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Poumon_artificiel.jpg.
5. Májek M, Torok P, Kolník J.: Continuous flow ventilatory support with multijet insufflation catheter. Initial clinical experience Bratisl Lek Listy. 2000;101(2):85-92.
6. Májek M.: Akútne poruchy ventilácie a respirácie. In: Firment J, Studená A: Anestéziológia a intenzívna medicína. Vysokoškolské učebné texty, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 2014.
7. Sandeep G. B.: <http://www.slideshare.net/Jaseen24/noninvasive-ventilation>.
8. West J. B.: Fyziológia dýchania, základné fakty. 9. vydanie. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, 2015.

