

# NEKONVENČNÍ UMĚLÁ PLICNÍ VENTILACE

**Kamila Dorčáková**

*Vítkovická Nemocnice Blahoslavené Marie Antoníny, a.s., AR oddělení, Ostrava*

Ventilační režimy vykonávané na suprafyziologických frekvencích.

Jako suprafyziologické se označují ventilační frekvence nad 60 cyklů za minutu. Názvy a označení těchto ventilačních režimů částečně informují o možném rozsahu ventilační frekvence a způsobu technického provedení ventilace. Vysokofrekvenční ventilace ve srovnání s konvenčními režimy je vzhledem k nižším tlakovým amplitudám považována za méně invazivní z hlediska rizika barotraumatu. Zcela odlišný charakter proudu pak nabízí zlepšenou distribuci plynů v plicích.

Do klinické praxe vstoupila vysokofrekvenční ventilace jako anesteziologická technika formou HFPPV- High Frequency Positive Pressure Ventilation (Sjöstrand 1969) pracující s frekvencí jen několiknásobně vyšší než při konvenční ventilaci – frekvence přibližně 60-110 cyklů za minutu. V 70. letech zavedl Klain techniku vysokofrekvenční tryskové ventilace a Lunkenheimer popsal vysokofrekvenční oscilační ventilaci. Společným jmenovatelem všech režimů vysokofrekvenční ventilace (frekvence 60-3000/min, tj. 1-50 Hz) je výrazné snížení dechových objemů (1-3 ml/kg) a inspiračních tlaků ve srovnání s konvenčními ventilačními režimy. Praktickým důsledkem je možnost výrazně redukovat barotraumatizaci plicní tkáně. V roce 1982 Lachmann vytvořil koncepci ideálního alveolárního prostředí při ARDS. Dle této teorie je ideální situace, kdy jsou alveoly permanentně otevřeny. V roce 1983 Carlon prokázal, že vysokofrekvenční ventilaci lze provozovat bezpečně, a že jde o metodu účinnou. Současně Rouby upozornil na skutečnost, že mechanismem příznivého účinku HFV je zvýšení středního tlaku, jež je prováděno zlepšením hladiny kyslíku v krvi.

Ve srovnání s konvenční ventilací, kdy dechový objem převyšuje mrtvý prostor, jsou u vysokofrekvenční ventilace dechové objemy podobné nebo menší než mrtvý prostor.

## **Vysokofrekvenční oscilační ventilace**

HFO – High Frequency Oscillation

Vysokofrekvenční oscilační ventilace je v současné době nejrozšířenější nekonvenční metoda UPV, především v novorozenecké intenzivní péči. Principem je vytvoření oscilačních kmitů v nízkotlakém dýchacím okruhu s trvalým prouděním, ať už membránou nebo soustavou trysek. Jedná se o aktivní inspirium i expirium při frekvencích 180 až 360/min u dospělých a 600 až 2400/min u novorozenců. Dechové objemy takto vytvořené jsou až desetkrát menší než u konvenční UPV, a tomu odpovídá i tlaková amplituda v alveolárním prostoru. Díky nízkoobjemové, a tedy šetrné, ventilaci lze s výhodou použít relativně vysoký střední tlak, který umožňuje otevření kolabovaných alveolů a udržení vzdušnosti plice. Vzhledem k tomu, že se jedná o nízkotlaký systém, nejsou problémy se zvlhčením směsi plynů k ventilaci. Relativní problém je objemový monitoring této nekonvenční ventilace, která je závislá na měnícím se odporu dýchacích cest. Při oscilační ventilaci se jedná o systém otevřený do atmosféry s nedefinovatelným směrem toku plynů a v některých případech s nedefinovatelným únikem, protože z bezpečnostních důvodů se doporučuje používat tracheální rourky bez těsnící manžety. Protože ventilace se děje dynamikou nedefinovatelného pohybu plynů v systému otevřeném do atmosféry, nelze dobře charakterizovat tuto ventilaci objemovými veličinami. Vyhodnocování mechaniky vysokofrekvenční oscilační a tryskové ventilace se tedy soustřeďuje na sledování tlaků.

Indikací pro HFO jsou obecně plicní postižení vyžadující UPV – některé formy ARDS, selhávání konvenční ventilace.

### **Vysokofrekvenční trysková ventilace**

- HFJV – High Frequency Jet Ventilation,

Je nízkotlaká ventilace používající tzv. suprafyziologické frekvence 100 až 400 cyklů/min. Základem systému je tryskový generátor proudu, do jehož trysky je přiváděn plyn o vysokém tlaku, který se po výstupu z trysky mění v nízkotlaké pulsy realizující výměnu plynů. Vzhledem k tomu, že se konstrukčně jedná o bezventilový systém, kdy dýchací cesty pacienta a patientský dýchací systém tvoří systém otevřený do atmosféry, je kdykoliv v průběhu ventilačního cyklu možná spontánní ventilace. Originální český multitrykový generátor a vysokofrekvenční tryskový ventilátor PARAVENT umožňují jednoduchou a bezpečnou krátkodobou ventilaci všech věkových a hmotnostních kategorií, včetně programovatelné drenáže dolních cest dýchacích. Multitrykové generátory jsou svými velikostmi 3 – 10 přizpůsobeny pro ventilaci celého hmotnostního spektra pacientů od novorozenců až po dospělé.

#### **Obecné požadavky na vysokofrekvenční ventilátory**

1. Vysokofrekvenční ventilátor musí splňovat požadavky na spolehlivost a životnost.
2. Ventilátor musí umožňovat podávat pacientovi definovatelnou koncentraci kyslíku v rozsahu 21-100%.
3. Pokud je ventilátor určen pro dlouhodobou UPV, musí zajistit zvlhčování dýchacích cest.
4. Ventilátor musí být vybaven systémem měření tlaku odpovídajícímu pokud možno intratracheálnímu tlaku. Požaduje se, aby vysokofrekvenční ventilátory byly opatřeny systémem STOP ALARM, kdy při vzniku kritického tlaku v dýchacích cestách je ventilace zastavena.

#### **Problematika zabezpečení HFV**

Jedním z největších problémů je jako u oscilační ventilace otázka monitorace. Systém otevřený do atmosféry s nedefinovatelným směrem toku plynů, tracheální rourka bez těsnící manžety, není klasické inspirium a expirium, nelze dobře charakterizovat tuto ventilaci objemovými veličinami. Soustředíme se tedy na sledování tlaků. Při tryskové ventilaci se pracovní tlak v insuflačním katetru a v trysce liší od tlaku intratracheálního. Je tudíž žádoucí, měřit tlak intratracheálně, ale není vyřešena konstrukce snímače, který by spolehlivě a dlouhodobě měřil v potřebném rozsahu tlaků umístěn intratracheálně, namáhán tlakovými i proudovými pulsy a vystaven působení sekretů a biologického prostředí.

Velkým úskalím vysokofrekvenční ventilace je zvlhčování dýchacích cest. I při použití dostatečně výkonného zvlhčovače, který dokáže zvlhčit vysoký průtok směsi pokud možno na 100%, vysoká expanze plynné směsi u ústí trysky má však za následek velký ochlazovací a vysušecí efekt u ústí trysky.

Jedním z nezanedbatelných problémů HFJV je zabránění kontaminace okolí, kdy při tzv. expulzním efektu je sekret z dýchacích cest pacienta rozprašován ve formě aerosolu do okolí pacienta.

Trysková ventilace může způsobit nebezpečně vysoký tlak v dýchacích cestách, zvláště když je vyústění kanyly zavedeno do trachey nebo je omezený výdech. Proto se smí trysková ventilace použít jen u pacientů, u nichž nejsou překážky proudu plynů ve výdechu – vznik barovolumotraumatů a následné oběhové zhroucení.

U tryskové ventilace je nebezpečí poranění sliznice a vzniku pneumothoraxu větší než u ventilace konvenční.

Účinky tryskové ventilace musí být kontrolovány sledováním pohybů hrudníku a jeho auskultací. Věnujeme pozornost také tomu, aby nevnikl vzduch do žaludku a zda se katetr neposunul pod karinu trachey s následnou ventilací pouze jedné plíce. Když vnikne vzduch do žaludku, je třeba zavést žaludeční sondu a vzduch odsát.

#### *Aplikace v anestezii*

Pacienta je možné ventilovat katetrem zavedeným do trachey nebo bronchu a je možné ventilovat lumenem bronchoskopu. Z toho vyplývají indikace pro užití v hrudní a krční chirurgii v situacích, kdy intubace omezuje nebo znemožňuje operátorovi výkon.

V naší nemocnici při bronchoskopiích prováděných v celkové anestezii používáme rigidní bronchoskop, který se zavádí pod kontrolou zraku, kterým se zavádí optiky a ostatní instrumentárium. Po celou dobu bronchoskopií diagnostických či terapeutických je pacient neustále ventilován, monitorován a sledován anesteziologem.

#### **Aplikace v resuscitační péči**

Vhodným nastavením ventilačních parametrů je možné dosáhnout impulsního a expulsního efektu. Při impulsním efektu (nastavení 1:2) je sekret nebo cizí obsah v dýchacích cestách mobilizován směrem dovnitř. Možná aplikace broncholytik, mukolytik. Při expulsním efektu (nastavení 2:1) je automaticky aktivována expirační tryska omezující vznik nepříznivého dynamického expiračního přetlaku v dýchacích cestách. Proudění směrem z dýchacích cest strhává sekrety i z distálních partií. Impulsní a expulsní efekt lze využít k laváži plic a bronchiálního stromu.

Vedle toalety dýchacích cest lze vysokofrekvenční ventilátor užit jako periodické prodýchávání „ambuing“, jako krátkodobou hyperventilaci v léčbě nitrolební hypertenze s významným snížením ICP, u některých hypoxických stavů nereagujících na konvenční ventilační manévry. Tryskovou ventilaci můžeme užit v terapii edému mozku, při kontuzní plíci, v případech kdy konvenční ventilace negativně ovlivňuje krevní oběh, při ARDS.

Dále ji můžeme použít při primárních převozech RZP či sekundárních - vnitroustavních (RTG,CT,oper.sál), kdy je vyžadována ventilační podpora.

V naší nemocnici využíváme vysokofrekvenční tryskovou ventilaci již od roku 1995 jak v resuscitační péči, při toaletě dýchacích cest hospitalizovaných pacientů, tak v anesteziologii, při bronchoskopických vyšetřeních. Od roku 1998 až do roku 2003 bylo provedeno celkem 495 bronchoskopií v celkové anestezii za použití HFJV u dospělých pacientů, z toho 60 ve věku nad 70 let. U dětí do 15 let bylo provedeno 213 bronchoskopií za použití HFJV, z toho 65 byly děti do jednoho roku a pět z nich mělo váhu do tří kilogramů. Všechny tyto bronchoskopie byly provedeny v celkové narkóze, pomocí HFJV a proběhly bez komplikací.

#### **Literatura**

Herold Ivan: Umělá plicní ventilace, Larsen Reinhard: Anestezie, Mudr. Zábrodský Vladimír: Lékařské listy 1/2004, Ing.Handl Zdeněk, Mudr. Wagner Robert: Inhalační anestezie, umělá plicní ventilace, přístrojové vybavení a jeho aplikace.