

## CONTINUOUS FLOW VENTILATORY SUPPORT WITH MULTIJET INSUFFLATION CATHETER. PRELIMINARY REPORT

MAJEK M, TOROK P, KOLNIK J

### VENTILAČNÁ PODPORA KONTINUÁLNYM PRIETOKOM „VIACDÝZOVÝM INSUFILAČNÝM KATÉTROM“. PRVÉ KLINICKÉ SKÚSENOSTI

#### Abstract

**Majek M, Torok P, Kolnik J:**  
Continuous flow ventilatory support with multijet insufflation catheter. Preliminary report  
Bratisl Lek Listy 2000; 101 (2): 85–92

**Background:** Clinical application of continuous flow ventilatory support with multijet insufflation catheter is not mentioned in the literature until now. Despite the use of various forms of ventilatory support, in 10–30 % of patients disweaning from mechanical ventilation is unsuccessful even if they fulfil clinical and biochemical criteria.

**Aim:** To evaluate the efficiency of a new ventilatory support continuous flow ventilatory support with multijet insufflation catheter — in clinical conditions.

**Methods:** Continuous flow ventilatory support with original, patented multijet insufflation catheter with nasal installation into the trachea was used in a group of 14 patients. In a subgroup of 8 patients with chronic obstructive lung disease (COLD) was this method used for development of global respiratory insufficiency due to infectious complications and in a subgroup of 6 patients it was successfully used as a ventilatory model for weaning of patients from longterm mechanical ventilation in whom other ventilatory modes for weaning were unsuccessful.

**Results:** No patient with COLD had to be intubated and 30 minutes after the start of ventilatory support with multijet insufflation catheter mean respiratory frequency decreased from  $33 \pm 2.8$  to  $27 \pm 2.5$  d/min,  $\text{PaCO}_2$  from  $11.9 \pm 1.7$  to  $10.8 \pm 1.6$  kPa and  $\text{PaO}_2$  increased from 5.7 to  $6.8 \pm 1.3$  kPa by  $\text{FiO}_2$  of 0.3. Up to 24 h after the start of ventilatory support blood gases were improved to values characteristic for partial respiratory insufficiency. Frequency of spontaneous ventilation decreased to  $20 \pm 2.2$ ,  $\text{PaCO}_2$  decreased to  $6.4 \pm 1.2$  kPa and  $\text{PaO}_2$  continually increased reaching the value of  $8.9 \pm 1.4$

#### Abstrakt

Májek M., Török P., Kolník J.:  
Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom „viacdýzovým insuflačným katétrom“. Prvé klinické skúsenosti  
Bratisl. lek. Listy, 101, 2000, č. 2, s. 85–92

**Pozadie problému:** V literatúre nebola opísaná klinická aplikácia ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom viacdýzovým insuflačným katétrom. Napriek používaniu rôznych foriem ventilačnej podpory v 10–30 % je odpojenie pacientov z umelej ventilácie pľúc neúspešné, i keď spĺňajú klinické a biochemické kritériá.

**Cieľ:** V klinických podmienkach posúdiť efektívnosť nového ventilačného režimu — ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom viacdýzovým insuflačným katétrom.

**Metódy:** Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom s originálnym, patentovo chráneným viacdýzovým insuflačným katétrom zavedeným nazálne do trachey sa aplikovala v súbore 14 pacientov. V podskupine 8 pacientov s chronickou obštrukčnou pľúcnou chorobou (COPC) sa použila pre vznik globálnej respiračnej insuficiencie v dôsledku infekčných komplikácií a v podskupine 6 pacientov sa použila ako ventilačný režim na odpájanie pacientov z dlhodobej umelej ventilácie, u ktorých neboli iné ventilačné režimy pri odpájaní, úspešné.

**Výsledky:** Ani jeden pacient s COPC nemusel byť intubovaný a už 30 minút po začiatku ventilačnej podpory viacdýzovým katétrom klesla priemerná respiračná frekvencia z  $33 \pm 2,8$  na  $27 \pm 2,5$  d/min,  $\text{PaCO}_2$  z  $11,9 \pm 1,7$  na  $10,8 \pm 1,6$  kPa a zvýšil sa  $\text{PaO}_2$  z  $5,7 \pm 1,1$  na  $6,8 \pm 1,3$  kPa pri  $\text{FiO}_2 = 0,3$ . Do 24 hodín od začiatku ventilačnej podpory došlo k úprave krvných plynov na hodnoty, ktoré charakterizujú parciálnu respiračnú insuficienciu. Frekvencia spontánnej ventilácie sa znížila na  $20 \pm 2,2$ ,  $\text{PaCO}_2$  klesol na  $6,4 \pm 1,2$  kPa a  $\text{PaO}_2$  zaznamenal kontinuálny vzostup s dosiahnutím hodnoty  $8,9 \pm 1,4$  ( $\text{FiO}_2 = 0,3$ ) v 24. hodine ventilačnej podpory. Ventilačná podpora trvala priemerne 5 dní, keď sa mohla odstrániť.

Department of Anesthesiology and Resuscitation, General Hospital, Vranov nad Topľou. stslovak@psgnetba.sk

Department of Anesthesiology and Intensive Medicine, Derer's University Hospital, Bratislava, and Department of Anesthetical and Respiratory Technique Construction Chirana-Prema, a.s., Stara Tura

**Address for correspondence:** M. Majek, MD, PhD, Department of Anesthesiology and Intensive Medicine, DFNSP, Limbova 5, SK-833 05 Bratislava 37, Slovakia.

Phone: +421.7.5477 3049

Anestéziologicko-resuscitačné oddelenie Nemocnice s poliklinikou vo Vranove nad Topľou, Klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny Fakultnej nemocnice s poliklinikou akad. L. Déreya v Bratislave a Odbor konštrukcie anestetickéj a dýchacej techniky Chirana-Prema, a.s., v Starej Turej

**Adresa:** Doc. MUDr. M. Májek, CSc., Klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny FNSP akad. L. Déreya, Limbová 5, 833 05 Bratislava 37.

( $\text{FiO}_2 = 0.3$ ) in the 24th hour of ventilatory support. Ventilatory support lasted in average 5 days, than it could be removed. In the second group of patients continuous flow ventilatory support was used because of unsuccessful weaning following longterm mechanical ventilation. After extubation and 30 minutes after continuous flow ventilatory support start the breathing frequency decreased to  $27 \pm 2.5$  d/min,  $\text{paCO}_2$  showed further fall to the value of  $3.9 \pm 0.9$  due to hyperventilation caused evidently by continuing  $\text{paO}_2$  decrease to the value of  $8.8 \pm 1.4$  kPa. Only after 60 minutes following the start of ventilatory support, by equal breathing frequency, the values of blood gases increased ( $\text{paO}_2$  to  $9.9 \pm 1.5$  kPa,  $\text{paCO}_2$  to  $5.2 \pm 1.1$  kPa) and also  $V_t$  increased ( $0.38 \pm 0.3$ ) which allowed to carry on with continuous flow ventilatory support, it could be interrupted after 48 hours.

**Conclusion:** On the basis of the obtained results it can be stated that continuous flow ventilatory support represents an efficient ventilatory mode in patients with chronic obstructive lung disease with global respiratory insufficiency and enables to bridge the period of management e.g. of infectious complications without intubation and mechanical ventilation. As a noninvasive ventilatory regime it can be also used of patients from longterm mechanical ventilation. Application in acute respiratory for weaning (ARF, ARDS) requires further prospective studies. (Tab. 5, Fig. 4, Ref. 28.)

**Key words:** ventilatory support, unplugging from mechanical ventilation, continuous flow ventilatory support.

V intenzívnej medicíne, v situáciách, keď treba uvažovať o umelej ventilácii pľúc, sú klinickí pracovníci oveľa častejšie postavení pred dilemou, či ju už indikovať, ako pred jednoznačne situácie, pri ktorých je rozhodnutie jednoduché a nespochybniteľné (napr. apnoe, podanie svalových relaxancií, ťažké formy ARDS a pod.). Do opačnej, no analógickej situácie sú postavení aj pri definovaní začiatku a spôsobu odpájania z umelej ventilácie pľúc, najmä vtedy, keď je proces, pre ktorý bola UVP indikovaná, chronický, alebo vtedy, keď bola UVP dlhodobá. Rozhodovací proces je aj o to zložitejší, že umelá ventilácia pľúc neznamená rovnaký ventilačný režim u každého pacienta. V jednoznačných situáciách je postup opäť relatívne jednoduchý, pretože u apnoického pacienta je voľba riadených ventilačných režimov s prípadnou sedáciou a relaxáciou neodiskutovateľná. Oveľa zložitejšie je rozhodovanie v hraničných situáciách, pretože cieľom umelej ventilácie pľúc má byť aj zachovanie spontánnej dychovej aktivity, hoci aj insuficientnej, s použitím niektorého z podporných ventilačných režimov. Za týchto okolností nemusia byť užitočné rôzne klinické alebo biochemické testy, ktoré sú často v literatúre odporúčané ako kritériá začiatku alebo skončenia UVP (Brochard, 1991; Whitelaw, 1993; Manthous, 1995; Alberti, 1995). Rozhodujúcim momentom sa vtedy môže stať klinická intuícia alebo skúsenosť, čo je dôvodom, že niektorí autori považujú proces odpájania z UVP nielen za vedu, ale aj umenie. Je preto logické, že v posledných rokoch sa ponúkajú klinickým pracovníkom rôzne podporné ventilačné režimy, z ktorých mnohé ich autori alebo spoločnosti vyrábajúce ventilátory charakterizujú ako prispôsobujúce sa nielen potrebám, ale aj charakteru spontánnej ventilácie u pacienta (Laubscher, 1994, 1996).

Väčšina ventilačných režimov používaných v súčasnosti však vyžaduje zabezpečenie dýchacích ciest intubáciou alebo tracheotómiou už aj preto, že mnoho z nich pracuje na princípe zvyšovania tlaku v dýchacích cestách simultánne so spontánnym inšpiráciom, čomu

V druhej skupine pacientov sa ventilačná podpora kontinuálnym prietokom použila z dôvodov neúspešného odpájania po dlhobej umelej ventilácii pľúc. Po extubácii a 30 minút po začatí ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom sa frekvencia dýchania znížila na  $27 \pm 2,5$  d/min, v hodnotách krvných plynov sa však zaznamenal pokračujúci pokles  $\text{paCO}_2$  na  $3,9 \pm 0,9$  ako prejav hyperventilácie, ktorá bola zrejme spôsobená pokračujúcim poklesom  $\text{paO}_2$  na hodnotu  $8,8 \pm 1,4$  kPa. Až 60 minút po začatí ventilačnej podpory, pri rovnakej frekvencii dýchania, sa hodnoty krvných plynov zvýšili ( $\text{paO}_2 = 9,9 \pm 1,5$  kPa,  $\text{paCO}_2 = 5,2 \pm 1,1$  kPa) a zvýšil sa aj  $V_T$  ( $0,38 \pm 0,30$ ), čo dovoľovalo pokračovať vo ventilačnej podpore kontinuálnym prietokom, ktorú bolo možné prerušiť po 48 hodinách.

**Záver:** Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že ventilačná podpora kontinuálnym prietokom VIK<sup>R</sup> predstavuje efektívny ventilačný režim, ktorý je použiteľný u pacientov s chronickou obštrukčnou pľúcnou chorobou v globálnej respiračnej insuficiencii a umožňuje prekonať obdobie zvládnutia, napr. infekčných komplikácií bez intubácie a umelej ventilácie pľúc. Ako neinvazívny ventilačný režim sa môže použiť aj pri odpájaní pacientov z dlhobej UVP. Jej aplikácia pri akútnom respiračnom zlyhávaní (ARF, ARDS) však vyžaduje ďalšie prospektívne štúdie. (Tab. 5, obr. 4, lit. 28.)

**Kľúčové slová:** ventilačná podpora, odpájanie z umelej ventilácie pľúc, ventilačná podpora kontinuálnym prietokom.

potom zodpovedá inšuflácia zodpovedajúceho objemu plynov do pľúc. Využitie tohto fyzikálneho princípu vyžaduje aj dosiahnutie určitého stupňa tesnosti použitej nazálnej alebo tvárovej masky alebo nasotracheálnej a orotracheálnej alebo tracheotomickej kanyly. Zabezpečenie dýchacích ciest intubáciou, najmä inšufláciou, ale i tracheotómiou vyžaduje určitý stupeň sedácie, ktorá však môže, najmä u pacientov s chronickým postihnutím respiračného systému a jeho patofyziologickými dôsledkami alebo u oslabených pacientov po dlhobej umelej ventilácii pľúc s atrofiou respiračného svalstva, tlmiť spontánnu ventilačnú aktivitu, čím sa vlastne eliminujú výhody kombinácie spontánneho dýchania a ventilačnej podpory. Je pochopiteľné, že v týchto situáciách sa stále hľadajú ventilačné režimy, ktorými by sa uvedené problémy buď úplne eliminovali, alebo aspoň minimalizovali.

Nami použitý spôsob ventilačnej podpory viacdýzovým inšuflačným katétrom, ani jeho technické riešenie chránené patentom v SR, ktorého technické a fyzikálne princípy sme charakterizovali v inej publikácii (Török, 2000) sme ani v slovenskej, ani vo svetovej literatúre nenašli opísané.

#### Materiál a metodika

Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom viacdýzovým inšuflačným katétrom (VIK<sup>R</sup>) sa začala používať až po získaní osvedčenia o novej liečebnej metóde, ktoré bolo vydané Ministerstvom zdravotníctva SR (Török, 1997) a po súhlase etickej komisie pôsobiacej v NsP. Klinické použitie ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom spĺňalo kritériá Helsinskej deklarácie pre klinické štúdie.

Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom VIK<sup>R</sup> sa použila v súbore 14 pacientov, ktorý sa rozdelil do dvoch skupín. Prvú skupinu (tab. 1) tvorilo 8 pacientov, u ktorých sa zhoršila parciálna respiračná insuficiencia pri chronickej obštrukčnej pľúcnej cho-

Tab. 1. Basic demographic data of a group of patients with chronic obstructive lung disease.

Tab. 1. Základné demografické údaje skupiny pacientov s chronickou obštrukčnou pľúcnou chorobou.

Por. č.	Základné ochorenie	Komplikujúce ochorenie	Vek (roky)	Hmotnosť (kg)	Pohlavie
1.	Chronická spastická bronchitída Emfyzém pľúc Chronické cor pulmonale	Pneumonia lobaris lobi inf. l. dx.	59	101	M
2.	Chronická spastická bronchitída Emfyzém pľúc Chronické cor pulmonale	Pneumonia lobaris lobi inf. l. dx.	55	98	M
3.	Chronická obštrukčná choroba pľúc Chronické cor pulmonale Ischemická choroba srdca	Bronchopneumonia l. sin.	61	87	M
4.	Chronická obštrukčná choroba pľúc Chronické cor pulmonale Ischemická choroba srdca	Bronchopneumonia l. sin.	60	85	M
5.	Chronická obštrukčná choroba pľúc Chronické cor pulmonale Ischemická choroba srdca	Bronchopneumonia l. dx.	78	81	Ž
6.	Chronická obštrukčná choroba pľúc Chronické cor pulmonale Ischemická choroba srdca	Bronchitis acuta spastica	64	68	M
7.	Chronická obštrukčná pľúcna choroba Chronické cor pulmonale Ischemická choroba srdca	Bronchopneumonia l. sin.	59	91	M
8.	Chronická obštrukčná pľúcna choroba Chronické cor pulmonale Ischemická choroba srdca	Bronchitis acuta spastica	64	86	Ž
<b>Priemer</b>			<b>62,5</b>	<b>87,1</b>	

Tab. 2. Basic demographic data from patients weaning from mechanical ventilation.

Tab. 2. Základné demografické údaje skupiny pacientov odpájaných z UVP.

Por. č.	Základné ochorenie	Pridružené ochorenie	Vek (rok)	Hmotnosť (kg)	Pohlavie
1.	Stav po hemikolektómii, ICHS, Zlyhávanie ľavej komory	Ileus, relaparotómia, Respiračné zlyhávanie Zlyhávanie ľavej komory	71	112	Ž
2.	ICHS, Infarkt myokardu	Zlyhávanie ľavej komory Alveolárny edém pľúc	64	96	M*
3.	ICHS, Infarkt myokardu	Zlyhávanie ľavej komory Alveolárny edém pľúc	67	98	Ž
4.	ICHS, Infarkt myokardu	Zlyhávanie ľavej komory Alveolárny edém pľúc	59	88	M*
5.	ICHS, Infarkt myokardu	Zlyhávanie ľavej komory Alveolárny edém pľúc	61	87	M
6.	ICHS, Zlyhávanie ľavej komory	Bronchopneumónia Intersticiálny edém pľúc	65	98	M
<b>Priemer</b>			<b>64,5</b>	<b>96,5</b>	

\* neúspešné odpojenie, potrebná orotracheálna reintubácia a klasická UVP

robe v dôsledku infekčných komplikácií, čo vyústilo do ventiláčného zlyhávania spĺňajúceho klinické a laboratórne kritéria indikácií umelej ventilácie pľúc (Brochard, 1991).

Druhú skupinu tvorilo 6 pacientov, u ktorých sa vyvinulo akútne respiračné zlyhávanie, pre ktoré vyžadovali dlhodobú umelú ven-

tiláciu pľúc (viac ako 10 dní) a po zvládnutí základného patofyziologického procesu boli odpájaní z UVP (tab. 2). Odpájanie pacientov, napriek spĺňaniu niektorých odporúčaných kritérií, nebolo konvenčnými metódami (tlaková podpora — PS, ventilácia s uvoľňovaním tlaku v dýchacích cestách — APRV) úspešné a pri znížení

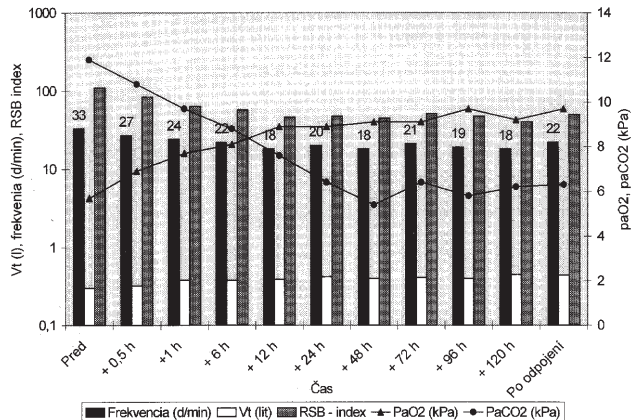


Fig. 1. Course of studied parameters in the group of patients with chronic obstructive lung disease.  
Obr. 1. Priebeh sledovaných parametrov v skupine pacientov s chronickou obštrukčnou chorobou pľúc.

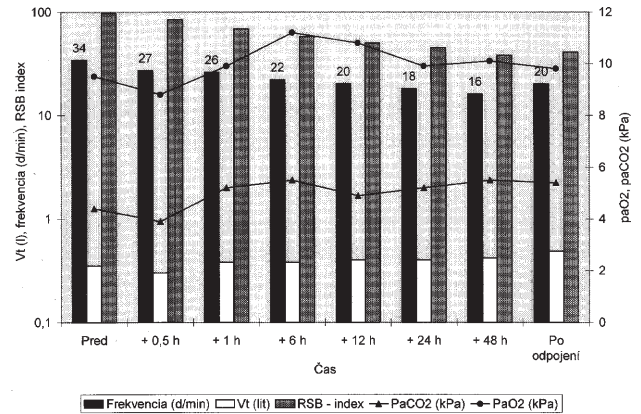


Fig. 2. Course of studied parameters in the group of patients weaning from mechanical ventilation.  
Obr. 2. Priebeh sledovaných parametrov v skupine pacientov odpaňovaných z UVP.

sedácie a návrate vedomia len ťažko tolerovali endotracheálnu kanylu.

Pri aplikácii ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom plynov sa používal prototyp VIK<sup>R</sup> a ako zdroj kontinuálneho prietoku plynov konvenčný a sériovo vyrábaný ventilátor Chirolog SV-ALFA-Vr (Chirana-Prema, a.s.) so špeciálnym softvérom upraveným pre tento účel ventilačnej podpory. Táto úprava zabezpečovala servomechanizmom konštantnú nastavenú hodnotu prietoku plynov, stálu koncentráciu kyslíka v zmesi plynov, ich ohrievanie na 37±1 °C a zvlhčovanie na 100 % relatívnej vlhkosti. Pretože ventilátor má implementované a softvérovo integrované všetky ochranné prvky prevencie barotraumy, tlakové pomery v priedušnici, distálne od hrotu insuflačného katétra sa merali monitorovacím systémom ventilátora. Technické riešenie je opísané v inej publikácii (Török, 2000).

Základné vitálne funkcie (systolický, diastolický a stredný artériový tlak, pulzová frekvencia), saturácia hemoglobínu kyslíkom (SpO<sub>2</sub>), koncentrácia oxidu uhličitého na konci výdychu (EtCO<sub>2</sub>) a frekvencia spontánneho dýchania sa monitorovali neinvazívnou metódou monitorom CS-3 (Datex-Engström).

Hodnoty krvných plynov (paO<sub>2</sub>, paCO<sub>2</sub>) a pH sa vyšetřovali zo vzoriek artériovej krvi odobratých za anaeróbnych podmienok, po odbere uložených do ľadu a vyšetřených štandardnými elektrodami na krvné plyny (ABL-330, Radiometer, Dánsko). Respiračný objem (V<sub>T</sub>) sa meral respiračným modulom monitora CS-3 (Datex-Engström).

Hodnoty sledovaných parametrov sa merali tesne pred začiatkom ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom, po začiatku

ventilačnej podpory každých 30 minút, neskôr každých 6 hodín a po 24 hodinách raz denne až skončenia ventilačnej podpory.

Pacienti prvej skupiny napriek tomu, že spĺňali kritériá intubácie a UVP neboli intubovaní, ale po miestnom znecitlivení sliznic dutiny nosovej, ústnej a horných dýchacích ciest 1 % trimekaínom, sa nazotracheálne v priamej laryngoskopii zaviedol VIK<sup>R</sup> s vonkajším priemerom 3,5 alebo 4,5 mm, 7–8 cm pod hlasivkovú štrbinu. Po zavedení katétra sa napojil prívod zvlhčených plynov s presne definovaným prietokom a koncentráciou kyslíka.

V druhej skupine pacientov, ktorí boli intubovaní pre potrebu dlhodobej UVP a neúspech odpojenia, sa v lokálnej anestézii 1 % trimekaínom v priamej laryngoskopii extubovali a nazotracheálne sa zaviedol VIK<sup>R</sup> s vonkajším priemerom 3,5 alebo 4,5 mm, 7–8 cm pod hlasivkovú štrbinu. Po zavedení katétra sa napojil prívod zvlhčených plynov s presne definovaným prietokom a koncentráciou kyslíka. Súčasne so zavedením katétra sa prestali podávať sedatíva a analgetiká. V prípade, keď VIK<sup>R</sup> spôsobil reflexné dráždenie horných ciest dýchacích, mikronebulizátorom sa aplikoval 2 % trimekaín.

Sekrécia hlienov v dýchacích cestách sa po začatí VPKP zvyčajne zmnožila, ale hlieny boli redšie a dobre sa odkašľovali, pretože zmes plynov bola adekvátne ohriata a zvlhčená.

Okrem objektívnych ukazovateľov sa v oboch skupinách sledovali subjektívne pocity pacientov a ďalšie ukazovatele, ktoré mohli mať vzťah k zavedenému insuflačnému katétru: toleranciu katétra, schopnosť expektorácie, možnosť komunikovať a prijímať perorálne potravu a potrebu používať sedáciu (tab. 3).

V niektorých prípadoch sa z technických príčin upchali niektoré dýzy VIK<sup>R</sup>, čo sa prejavilo stúpnutím vstupného tlaku (P<sub>in</sub>) a katéter bolo potrebné vymeniť. Jeden katéter bol v dýchacích cestách umiestnený priemerne 48 hodín. Po 48 h alebo podľa aktuálneho stavu sa katéter v miestnom znecitlivení vymenil.

U dvoch pacientov v prvej podskupine s hojnou sekreciou a výborným odkašľovaním sme počas prvého dňa museli vymeniť až 3 katétre. Vývojom technológie insuflačných katéetrov sa postupne z veľkej časti odstránila príčina zanášania dýz. Pre malý počet pacientov v súbore sa štatistická významnosť získaných výsledkov nehodnotila.

Tab. 3. Analysis of subjective and other markers.  
Tab. 3. Analýza subjektívnych a ďalších ukazovateľov.

	Ano	Nie
Tolerovanie katétra	12	2
Odkašľovanie hlienov	11	3
Možnosť verbálne komunikovať	12	2
Možnosť prijímať perorálne potravu	12	2
Potreba sedácie	4	10

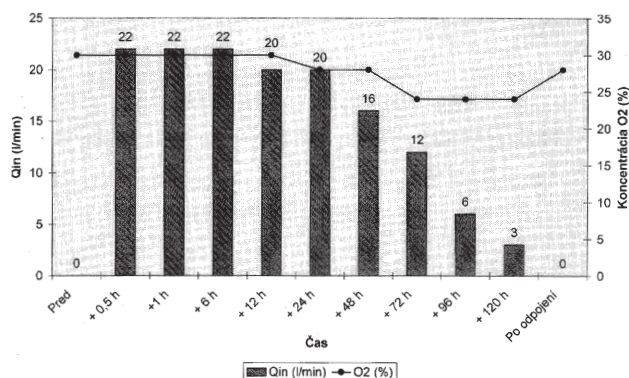


Fig. 3. Course of gas flow through multijet insufflation catheter in the group of COLD patients.

Obr. 3. Priebeh prietoku plynov cez VIK<sup>R</sup> a FiO<sub>2</sub> v skupine pacientov COCP.

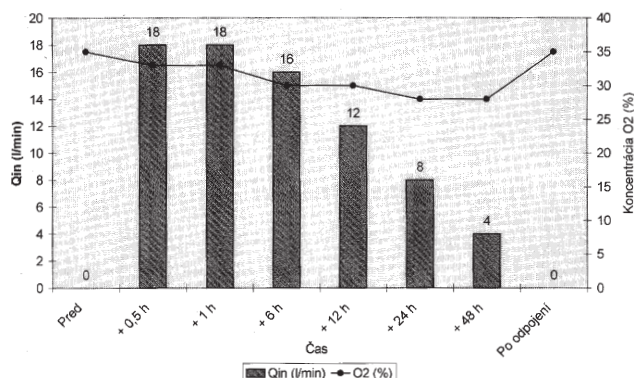


Fig. 4. Course of gas flow through multijet insufflation catheter in the group of patients weaning from mechanical ventilation.

Obr. 4. Priebeh prietoku plynov cez VIK<sup>R</sup> a FiO<sub>2</sub> v skupine pacientov odpájaných z UVP.

## Výsledky

Všetci pacienti zaradení do prvej skupiny spĺňali, podľa hodnôt krvných plynov, kritériá globálnej respiračnej insuficiencie, do ktorej vyústila parciálna respiračná insuficiencia pri komplikovanom priebehu základnej chronickej obštrukčnej pľúcnej choroby. Už o 30 minút po začatí ventilačnej podpory klesla priemerná respiračná frekvencia v sledovanom súbore pacientov z  $33 \pm 2,8$  na  $27 \pm 2,5$  d/min a  $\text{paCO}_2$  z  $11,9 \pm 1,7$  na  $10,8 \pm 1,6$  kPa so súčasným stúpaním  $\text{paO}_2$  z  $5,7 \pm 1,1$  na  $6,8 \pm 1,3$  kPa pri  $\text{FiO}_2$ , ktorá nikdy počas ventilačnej podpory nepresiahla hodnotu 0,3. Do 24 hodín od začiatku ventilačnej podpory sa upravili krvné plyny na hodnoty, ktoré sú charakteristické pre definíciu parciálnej respiračnej insuficiencie, i keď pri zvýšenej koncentrácii podávaného kyslíka (28 %) priemerné hodnoty  $\text{paO}_2$  tejto definícii nezodpovedali. Frekvencia spontánnej ventilácie sa znížila na  $20 \pm 2,2$ ,  $\text{paCO}_2$  klesol na  $6,4 \pm 1,2$  kPa a  $\text{paO}_2$  zaznamenal kontinuálny vzostup s dosiahnutím hodnoty  $8,9 \pm 1,4$  v 24. hodine ventilačnej podpory. Vzhľadom na základné ochorenie ani v jednom prípade koncentrácia kyslíka v inšpirovanom plyne nebola vyššia ako 30 %. Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom sa aplikovala priemerne 5 dní, ani u jedného pacienta sa nemusela prerušiť a postupne so zlepšujúcim sa priebehom ochorenia sa znížoval prietok plynov katétrom ( $Q_{in}$ ) (tab. 4, obr. 1, 2).

V druhej skupine pacientov sme aplikovali ventilačnú podporu kontinuálnym prietokom z dôvodov neúspešného odpájania po dlho-

dobej umelej ventilácii pľúc (priemerne 10 dní) napriek tomu, že spĺňali niektoré ventilačné kritériá odporúčané ako prediktory úspešného odpojenia z UVP (napr. RSB index  $< 100$ ) (Manthous, 1995; Epstein, 1995). Pred aplikáciou ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom sa u všetkých pacientov v súbore použili v súčasnosti dostupné techniky ventilačnej podpory odporúčané na odpájanie z umelej ventilácie pľúc (synchronizované intermitentne zástupná ventilácia — SIMV, minútová zástupná ventilácia — MMV, tlaková podpora — PS, ventilácia pri kontinuálne pozitívnom tlaku v dýchacích cestách — CPAP alebo jeho modifikácia, dvojúrovňový pozitívny tlak v dýchacích cestách — BIPAP). Ani jedna z týchto metód nebola úspešná a zmeny sledovaných ventilačných parametrov a krvných plynov bezprostredne pre začiatkom ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom, keď boli pacienti krátkodobo napojení na T-systém, ukázali, že schopnosť adekvátnej spontánnej ventilácie bola v tomto období stále limitovaná. Po odpojení z UVP a napojení na T-systém stúpla frekvencia dýchania na  $34 \pm 2,8$ , klesol  $\text{paCO}_2$  na  $4,4 \pm 1,04$  kPa, klesol  $V_T$  na  $0,35 \pm 0,2$  l, kým  $\text{paO}_2$  pri kyslíkovej liečbe s  $\text{FiO}_2$  sa udržiaval na akceptovateľných hodnotách  $9,5 \pm 1,5$ . Hoci 30 minút po začatí ventilačnej podpory sa frekvencia dýchania znížila na  $27 \pm 2,5$  d/min, v hodnotách krvných plynov sa zaznamenal pokračujúci pokles  $\text{paCO}_2$  na  $3,9 \pm 0,9$  ako prejav hyperventilácie, ktorá bola zrejme spôsobená pokračujúcim poklesom  $\text{paO}_2$  na hodnotu  $8,8 \pm 1,4$  kPa. Až 60 minút po začatí ventilačnej podpory pri rovnakej frekvencii dýchania sa hodnoty krvných plynov akceptovateľne zvýšili ( $\text{paO}_2 = 9,9 \pm 1,5$  kPa,

Tab. 4. Parameters studied in patients with chronic obstructive lung disease.  
Tab. 4. Sledované parametre u pacientov s chronickou obštrukčnou chorobou pľúc.

Čas	Pred	+ 0,5 h	+ 1 h	+ 6 h	+ 12 h	+ 24 h	+ 48 h	+ 72 h	+ 96 h	+ 120 h	Po odpojení
Frekvencia (d/min)	$33 \pm 2,8$	$27 \pm 2,5$	$24 \pm 2,4$	$22 \pm 2,3$	$18 \pm 2,1$	$20 \pm 2,2$	$18 \pm 2,1$	$21 \pm 2,2$	$19 \pm 2,1$	$18 \pm 2,1$	$22 \pm 2,3$
Vt (lit)	$0,3 \pm 0,2$	$0,32 \pm 0,28$	$0,38 \pm 0,3$	$0,38 \pm 0,3$	$0,39 \pm 0,3$	$0,42 \pm 0,32$	$0,4 \pm 0,31$	$0,41 \pm 0,32$	$0,4 \pm 0,31$	$0,45 \pm 0,33$	$0,44 \pm 0,33$
RSB – index	$110 \pm 5,2$	$84 \pm 4,5$	$63 \pm 3,9$	$57 \pm 3,7$	$46 \pm 3,3$	$47 \pm 3,3$	$45 \pm 3,3$	$51 \pm 3,5$	$47 \pm 3,3$	$40 \pm 3,1$	$50 \pm 3,5$
PaO <sub>2</sub> (kPa)	$5,7 \pm 1,1$	$6,9 \pm 1,3$	$7,7 \pm 1,3$	$8,1 \pm 1,4$	$8,9 \pm 1,4$	$8,9 \pm 1,4$	$9,1 \pm 1,4$	$9,1 \pm 1,4$	$9,7 \pm 1,5$	$9,2 \pm 1,4$	$9,7 \pm 1,5$
PaCO <sub>2</sub> (kPa)	$11,9 \pm 1,7$	$10,8 \pm 1,6$	$9,7 \pm 1,5$	$8,8 \pm 1,4$	$7,6 \pm 1,3$	$6,4 \pm 1,3$	$5,4 \pm 1,1$	$6,4 \pm 1,2$	$5,8 \pm 1,2$	$6,2 \pm 1,3$	$6,3 \pm 1,3$

Hodnoty sledovaných parametrov sú vyjadrené ako priemerné hodnoty a štandardná odchýlka

Tab. 5. Parameters studied in patients weaning from mechanical ventilation.  
Tab. 5. Sledované parametre u pacientov odpájaných v umelej ventilácii pľúc.

Pred	Pred	+ 0,5 h	+ 1 h	+ 6 h	+ 12 h	+ 24 h	+ 48 h	Po odpojení
Frekvencia (d/min)	34±2,8	27±2,5	26±2,5	22±2,3	20±2,2	18±2,1	16±2,0	20±2,2
V <sub>T</sub> (lit)	0,35±0,29	0,3±0,2	0,38±0,3	0,38±0,3	0,40±0,32	0,4±0,32	0,42±0,33	0,49±0,35
RSB – index	91,4±4,7	84,3±4,5	68,4±4,1	57,8±3,7	50,1±3,4	45,1±3,3	38,1±3,1	40,8±3,1
PaCO <sub>2</sub> (kPa)	4,4±1,0	3,9±0,9	5,2±1,1	5,5±1,1	4,9±1,1	5,2±1,1	5,5±1,1	5,4±1,2
PaO <sub>2</sub> (kPa)	9,5±1,5	8,8±1,4	9,9±1,5	11,2±1,6	10,8±1,6	9,9±1,5	10,1±1,52	9,8±1,5

Hodnoty sledovaných parametrov sú vyjadrené ako priemerné hodnoty a štandardná odchýlka

paCO<sub>2</sub> = 5,2±1,1 kPa) a zvýšil sa aj V<sub>T</sub> (0,38±0,30), čo dovoľovalo pokračovať vo ventilačnej podpore kontinuálnym prietokom, ktorú bolo možné prerušiť po 48 hodinách a pacientov ponechať na spontánnom dýchaní s klasickou aplikáciou kyslíkovej liečby maskou. S postupne sa zlepšujúcim priebehom ochorenia sa znižoval prietok plynov katétrom (Q<sub>in</sub>) (tab. 5, obr. 3, 4).

U dvoch pacientov z tejto skupiny však nebol tento spôsob ventilačnej podpory úspešný a po 30 minútach sa muselo pokračovať v klasickej umelej ventilácii pľúc v režime ako pred pokusom o odpojenie. U oboch pacientov sa UVP indikovala kvôli lavokomarovému zlyhávaniu, čo zrejme podmienilo neúspech ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom.

## Diskusia

V niekoľkých posledných rokoch sa v oblasti ventilačných režimov stále viac rozvíjajú techniky parciálnej ventilačnej podpory v snahe nahradiť ich riadené formy. Pre tento postup existujú minimálne tri dôvody.

1. Pri riadených formách umelej ventilácie pľúc sa obvykle musí kompletne eliminovať spontánna ventilačná aktivita. Pri režimoch s ventilačnou podporou zostáva funkcia respiračného svalstva zachovaná, i keď spontánna ventilácia je insuficientná. Väčšina nových ventilačných režimov umožňuje spontánne dýchanie a optimalizáciu synchronizácie so spontánnym ventilačným úsilím. Tieto režimy obvykle vyžadujú aj menšiu sedáciu.

2. Dlhé obdobie inaktivity respiračného svalstva vyvoláva určitý stupeň atrofie a udržanie spontánnej ventilačnej aktivity jej môže do určitej miery zabrániť.

3. Pri odpájaní z UVP používanie režimov s čiastočnou ventilačnou podporou je dnes rutinnou praxou u pacientov, ktorých je problematické alebo ťažké odpojiť.

Najmä posledný dôvod predstavuje veľkú výzvu pre lekárov, pretože základné patofyziologické problémy, pre ktoré zlyhá odpojenie pacienta z UVP, zostávajú stále v oblasti dohadov. Je pritom pozoruhodné, že základné patofyziologické procesy, pre ktoré bola začatá UVP, ustupujú do pozadia a dokonca aj etiologické faktory vedúce k potrebe UVP nie sú pre fázu odpájania rozhodujúce, i keď samo odpájanie môžu značne sťažovať. Je logické, že pacient s pokročilou formou obštrukčnej pľúcnej choroby, ktorého zápalové ochorenie horných alebo dolných ciest dýchacích iniciovalo potrebu UVP, bude predstavovať pre odpájanie oveľa väčší problém ako u pacienta, kde taký istý proces vznikol v predtým zdravých pľúcach. Výsledkom je, že pri širokej škále rôznych ochorení a etiologických faktorov pôsobiach pri zdravých alebo už chronickým chorobným pro-

cesom postihnutých pľúcach sa používajú rovnaké spôsoby, techniky a ventilačné režimy s cieľom uľahčiť buď odpojenie pacienta z UVP alebo preklenúť chorobný proces a jeho patofyziologické dôsledky spôsobmi, pri ktorých nie je potrebné použiť riadené formy UVP.

Jedným z faktorov, ktorý sa uvádza ako príčina neúspešného odpojenia z UVP alebo nemožnosť použiť parciálnu ventilačnú podporu, je nerovnováha medzi nárokmi kladenými na respiračné svalstvo a jeho neuromuskulárnu výkonnosť alebo inak povedané — nerovnováha medzi potrebou a dodávkou energetických substrátov pre respiračné svalstvo, kyslík nevynímajúc. Táto nerovnováha je príčinou skorej únavy respiračného svalstva, a preto nemožnosti použiť parciálnu ventilačnú podporu alebo úspešne odpojiť pacienta z UVP (Vassilakopoulos, 1998).

V literatúre sú však publikované práce spochybňujúce úlohu únavy respiračného svalstva vyplývajúce z toho, že vlastná únava sa definovala len dichotomickým spôsobom (prítomná alebo neprítomná), hoci únava svalstva je skôr proces kontinuálny. I keď sme v našej práci nepoužili kritériá na posúdenie únavy respiračného svalstva podľa Goldstona (1994) alebo Biglanda-Ritchieho (1981), či elektrické kritériá podľa Cohena (1982), úspešnosť aplikácie VIK<sup>R</sup> v súbore pacientov ukazuje, že efektívna ventilačná funkcia hrudného koša je pri úspechu alebo neúspechu odpájania z UVP významným faktorom. Vzhľadom na technické usporiadanie systému ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom plynov sa na hodnotenie efektívnosti ventilačnej podpory okrem hodnotenia základných ventilačných parametrov a hodnôt krvných plynov použili relatívne jednoduché kritériá, ktoré však podľa ich autorov predstavujú významné prediktívne parametre, napr. úspešnosti odpojenia pacienta alebo jeho ponechania na spontánnej ventilácii s ventilačnou podporou (Manthous, 1995; Epstein, 1995). Pri aplikácii ventilačnej podpory VIK<sup>R</sup> sme v podstate zabezpečili len výmenu plynov v časti anatomického mŕtveho priestoru (približne 100 ml), čo z hľadiska efektívnej alveolárnej minútovej ventilácie predstavuje potrebu len menšej časti energie, ktorú musí zabezpečiť respiračné svalstvo. Je logické predpokladať, že ak podpora výmeny plynov, hoci len v časti anatomického mŕtveho priestoru, ako v našom súbore pacientov, je efektívna na to, aby sa zabezpečila adekvátna alveolárna minútová ventilácia, bude účasť únavy respiračného svalstva pri úspechu alebo neúspechu odpájania pacientov z UVP viac ako pravdepodobná.

I keď ventilačnú podporu kontinuálnym prietokom VIK<sup>R</sup> sme v skupine pacientov s chronickou obštrukčnou pľúcnou chorobou nepoužili na odpájanie z umelej ventilácie, podobnosť problematiky, hoci na inom patofyziologickom a etiologickom základe ako pri akútnom poškodení pľúc, dovoľuje analýzu tejto formy ventilačnej pod-

pory aj v tejto skupine pacientov. Nie je umením u pacientov s ventilačným zlyhávaním pri chronickej obštrukčnej chorobe pľúc začať umelú ventiláciu pľúc, no je umením prekonať obdobie do zvládnutia komplikujúceho ochorenia na spontánnom dýchaní pri čo najmenej invazívnej ventilačnej podpore. I keď umelá ventilácia pľúc klasickými riadenými ventilačnými režimami obvykle odstráni klinické a biochemické dôsledky ventilačného a respiračného zlyhávania pri chronickej obštrukčnej chorobe pľúc a vytvorí podmienky na zvládnutie komplikujúceho ochorenia, svojimi objemovými dôsledkami môže natoľko zhoršiť základné ochorenie, že proces odpájania už nemusí byť úspešný vôbec, alebo bude veľmi zdĺhavý. Dôkazov pre toto konštatovanie je v literatúre veľa od pacientov s chronickou obštrukčnou pľúcnou chorobou, dlhodobo „liečených domácimi ventilátormi“ (Conti, 1997). Objemové poškodenie pľúcneho parenchýmu sa v súčasnej literatúre stále viac opisuje aj na teréne, ktorý je menej poškodený alebo dokonca aj v nepoškodenom pľúcnom parenchýme (Gattinoni, 1994; Kirkpatrick, 1996; Chiche, 1996; MacIntyre, 1996). Možnosť nechať pacienta na spontánnom dýchaní s najmenej zatažujúcou ventilačnou podporou bude u mnohých pacientov predstavovať kľúčový moment úspešného prekonania obdobia zvládnutia najčastejšie infekčných komplikácií.

Použitie „neinvazívnych“ ventilačných režimov (NIV) pri dekompenzovanej chronickej obštrukčnej pľúcnej chorobe (COPC) bolo v literatúre opísané viackrát a často sa používajú ako preventívny prostriedok na korekciu faktorov vyvolávajúcich zvýšenú dychovú prácu a spôsob, ako sa vyhnúť endotracheálnej intubácii. Väčšinou zahŕňajú použitie tvárovej masky a ventilačného režimu s intermitentne aplikovaným pozitívnym tlakom (IPPV) alebo ventilačný režim tlakovej podpory (PS). Za pionierske práce možno považovať klinické štúdie Brocharda (1995) a Botta (1993). Meduri (1989) v jednej z prvých publikácií o neinvazívnych ventilačných režimoch v malom súbore pacientov s COPC uvádza, že žiaden z pacientov nemusel byť intubovaný, kým Brochard a spol. (1995) v štúdiu pacientov s COPC poukázali nielen na možnosť vyhnúť sa intubácii, ale zistili aj skrátenie dĺžky hospitalizácie so všetkými výhodami, ktoré z toho vyplývajú. V prvej randomizovanej, prospektívnej štúdiu Bott a spol. (1993) porovnávali neinvazívnu ventiláciu nazálnou maskou s konvenčnými ventilačnými postupmi v skupine 60 pacientov s COPC. V skupine pacientov liečených neinvazívnou ventiláciou zaznamenali signifikantnú redukciu  $\text{paCO}_2$  v prvej hodine po začiatku neinvazívnej ventilácie a prežívanie pacientov bolo signifikantne vyššie v skupine s NIV (90 % vs 70 %,  $p < 0,01$ ). Podobné pozitívne výsledky uvádza aj európska multicentrická štúdia koordinovaná Brochardom (1995), v ktorej autori porovnávali výsledky pri použití konvenčnej liečby samej a konvenčnej liečby doplnenej neinvazívnou ventiláciou. V skupine pacientov s NIV došlo v priebehu 60 minút k signifikantnému zlepšeniu výmeny plynov. Autori súčasne zaznamenali oveľa nižšiu potrebu intubácie (26 vs 74 %,  $p < 0,001$ ), menší výskyt komplikácií (14 vs 45 %,  $p < 0,01$ ), menšiu dĺžku hospitalizácie (23±17 vs 35 + 33 dni,  $p < 0,02$ ) a zníženie úmrtnosti (9 vs 29 %,  $p < 0,02$ ). Priemerné trvanie ventilačnej podpory bolo 4 dni. Je pritom zaujímavé zistenie autorov, že úmrtnosť medzi intubovanými pacientmi bola v oboch skupinách podobná (27 vs 32 %).

Metódu ventilačnej podpory pri chronickej obštrukčnej chorobe pľúc, ktorú sme použili, sme v literatúre nenašli opísanú. Zaznamenali sme však podobné výsledky ako iní autori pri iných metódach ventilačnej podpory, ktoré charakterizuje zlepšenie výmeny plynov približne po 60 minútach ventilačnej podpory, takže ani je-

den pacient zo súboru nemusel byť intubovaný. Aj trvanie ventilačnej podpory pri COPC bolo porovnateľné s európskou multicentrickou štúdiou (4 vs 5 dní). Metóda ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom plynov VIK<sup>R</sup> odstraňuje všetky nevýhody, ktoré majú neinvazívne ventilačné režimy s použitím tvárovej alebo nazálnej masky, ako ich uvádza Conti (1997): nekrózy kože, aerofágiu, klastrofóbiu, dráždenie spojoviek a ventilačnú podporu kontinuálnym prietokom možno použiť dokonca aj pri niektorých absolútnych kontraindikáciách, ktoré uvádza Conti (1997) pri použití neinvazívnej ventilácie nazálnou alebo tvárovou maskou, medzi ktoré zaraďuje kardiovaskulárnu instabilitu, potenie, deformity tváre a ďalšie.

Za kľúčový patofyziologický význam ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom plynov s VIK považujeme zníženie, hoci len minimálne, potrebné na ventiláciu mŕtveho priestoru, zníženie inspiračnej dychovej práce, čo dovoľuje konštatovať, že nami používaná metóda ventilačnej podpory môže byť rovnako efektívna ako metódy pracujúce na inom princípe.

Dôležitým faktorom pri odpájaní z umelej ventilácie pľúc je počet dní jej použitia pred začiatkom odpájania. Brochard (1991) uvádza v súbore 510 pacientov ventilovaných dlhšie ako 24 hodín priemerný čas odpájania 16 dní, pričom problémy pri odpájaní sa vyskytli u 19 % pacientov. Iní autori udávajú problémy pri odpájaní a potrebu pokračovať pri UVP u 10—50 % umelo ventilovaných pacientov. V našom súbore pacientov v skupine odpájaných po dlhodobej umelej ventilácii pľúc bolo odpájanie ventilačnou podporou kontinuálnym prietokom neúspešné u dvoch pacientov. V oboch prípadoch však indikáciou pre umelú ventiláciu pľúc bolo ľavokomorové zlyhávanie s alveolárnym pľúcny edémom. Už niekoľko rokov je však známe, že po odstránení umelej ventilácie pľúc v režime intermitentne aplikovaného pozitívneho tlaku (IPPV) sa pozoruje pokles minútového vývrhového objemu srdca (Lemaire, 1988). I keď sme u oboch pacientov nemerali počas odpájania hemodynamické profily, je viac ako pravdepodobné, že pretrvávanie ľavokomorovej dysfunkcie bolo príčinou neúspechu ventilačnej podpory kontinuálnym prietokom, čo môže byť v súlade s mechanizmom, ktorý je príčinou neúspešného odpojenia z UVP. Pri spontánnom dýchaní alebo znížení ventilačnej podpory je zvýšenie respiračnej práce inspiračného svalstva, strach a zvýšená sympatiková stimulácia príčinou náhleho zvýšenia myokardiálnych požiadaviek na kyslík. Zlyhávajúca ľavá komora nie je schopná v týchto nepriaznivých energetických podmienkach reagovať normálne, v dôsledku čoho sa zvyšuje koncový diastolický tlak v ľavej komore, čo je príčinou vzniku intersticiálneho, peribrochiálneho aj alveolárneho edému. Týmto mechanizmom sa znižuje pľúcna poddajnosť, zvyšuje sa odpor v dýchacích cestách a zhoršuje sa pomer ventilácie a perfúzie, čo vyvoláva hypoxémiu. Zvýšené energetické nároky respiračného svalstva sa v opísanej kardiálnej situácii nedajú zabezpečiť, čo v konečnom dôsledku vedie k neschopnosti spontánneho dýchania, k poklesu minútovej ventilácie a zvyšovaniu  $\text{paCO}_2$ . Stúpanie  $\text{paCO}_2$  s prípadným rozvojom respiračnej acidózy znižuje myokardiálnu kontraktilitu, čím je uzatvorený bludný kruh, ktorý kulminuje do neúspechu odpojenia pacienta z UVP.

Aj zvýšenie koncového diastolického tlaku v ľavej komore, ktoré sa pozoruje po odpojení z UVP, môže byť príčinou zhoršenia perfúzie myokardu a vzniku ischémie (Räsänen, 1984), čo samozrejme prispieva k neúspechu odpájania z UVP. Hurford a spol. (1991) dokonca pri tállovej (<sup>201</sup>Tl) myokardiálnej scintigrafii pozorovali u 7 z 15 pacientov vznik nových oblastí myokardiálnej ischémie po odpojení z UVP. Je pritom zaujímavé, že autori nezistili žiadne ekg zmeny

svedčiacie p myokardiálnej ischémii, čo pravdepodobne poukazuje na príliš malú citlivosť klasickej ekg metódy, no myokardiálnu ischémiu u pacientov, u ktorých odpojenie z UVP zlyhalo, treba predpokladať aj bez prítomnosti ekg zmien. Aj nedávno publikované práce Epstein (1995) potvrdili, že až 1/3 neúspešných odpojení spôsobilo ľavo-komorové zlyhávanie samo alebo ľavo-komorové zlyhávanie za účasti aj iných faktorov. Stretz a Hubmayr (1995) naopak udávajú, že odpojenie bolo neúspešné v dôsledku rozvoja dysfunkcie kardiovaskulárneho systému (u 7 % pacientov sa vyvinula komorová extrasystolia a v 14 % došlo k takým zmenám krvného tlaku, ktoré nedovoľovali ďalej pokračovať v odpájaní pacientov z UVP).

Je pritom zaujímavé, že úspešné odpojenie z UVP sme nedosiahli ani aplikáciou ventilačného režimu tlakovej podpory, ktorú mnohí autori považujú v súčasnosti za najvhodnejší režim na odpájanie pacientov. Brochard (1991) v štúdiu, v ktorej porovnával tri spôsoby odpájania pacientov (T-systém, SIMV a tlaková podpora-PS), zistil, že pri použití ventilačného režimu tlakovej podpory bolo odpájanie pacientov efektívnejšie ako pri použití ďalších dvoch spôsobov.

Podobnému hodnoteniu našich výsledkov bráni fakt, že všetci pacienti zaradení do súboru mali respiračné zlyhávanie z kardiálnych príčin. Naše predbežné výsledky však ukazujú, že metódu bude možné použiť aj pri odpájaní z umelej ventilácie pľúc pri respiračnom zlyhávaní z iných príčin (napr. ARDS). Posúdenie efektívnosti metódy pri odpájaní pacientov z umelej ventilácie pľúc po ARDS alebo jej použití pri akútnom respiračnom zlyhaní (ARF, ARDS) ako neinvazívneho ventilačného režimu si však bude vyžadovať ďalšie prospektívne a komparatívne štúdie a väčší súbor pacientov s týmito klasickými formami respiračného zlyhania.

## Literatúra

- Alberti A., Gullo F., Fongaro A., Valenti S., Rossi A.: P<sub>0,1</sub> is useful parameter in setting the level of pressure support ventilation. *Int. Care Med.*, 21, 1995, s. 547—553.
- Bigland-Ritchie B., Donovan E.F., Roussos Ch.: Conduction velocity and EMG power spectrum changes in fatigue of sustained maximal efforts. *J. Appl. Physiol.*, 51, 1981, s. 1300—1305.
- Bott J., Carroll M.P., Conway J.H.: Randomized controlled trial of nasal ventilation in acute ventilatory failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet*, 341, 1993, s. 1555—1558.
- Brochard L., Lemaire F.: Weaning techniques and factors associated with weaning difficulties. *J. Drug Dev.*, 4, 1991, Suppl. 3, s. 89—92.
- Brochard L., Mancebo J., Wysocki M.: Efficacy of non-invasive ventilation for treatment of acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *New Engl. J. Med.*, 333, 1995, s. 817—822.
- Cohen C.A., Zigelbaum G., Roussos Ch., Macklem D.T.: Clinical manifestation of inspiratory muscle fatigue. *Amer. J. Med.*, 73, 1982, s. 308—316.
- Conti G., Antonelli M., Gaspetro A.: Non-invasive ventilation. In: Vincent J.L. (Ed.): *Yearbook of intensive care and emergency medicine*. Berlin, Springer Verlag 1997, 921 s.
- Epstein S.K.: Etiology of extubation failure and the predictive value of the rapid shallow breathing index. *Amer. J. Resp. Crit. Care Med.*, 152, 1995, s. 545—549.
- Gattinoni L., Bombino M., Pelosi P., Lissoni A., Pesenti A., Fumagalli R., Tagliabue M.: Lung structure and function in different stages of severe adult respiratory distress syndrome. *J. Amer. Med. Ass.*, 271, 1994, s. 1772—1779.
- Goldstone J.C., Green M., Moxham J.: Minimum relaxation rate of the diaphragm during weaning from mechanical ventilation. *Thorax*, 49, 1994, s. 54—60.
- Hurford W.E., Lynch K.E., Strauss W.H., Lowenstein E., Zapol W.M.: Myocardial perfusion as assessed by thallium 201 scintigraphy during the discontinuation of mechanical ventilation in ventilator dependent patients. *Anesthesiology*, 74, 1991, s. 1007—1016.
- Chiche J.D.: Inflammatory consequences of high stretch lung injury. S. 443—456. In: Vincent J.L. (Ed.): *Yearbook of intensive care and emergency medicine*. Berlin, Springer Verlag 1996.
- Kirkpatrick A.W., Meade M.O., Stewart T.E.: Lung protective ventilatory strategies in ARDS. S. 396—397. In: Vincent J.L. (Ed.): *Yearbook of intensive care and emergency medicine*. Berlin, Springer Verlag 1996.
- Laubscher T.P., Frutiger A., Fanconi S., Brunner J.X.: The automatic selection of ventilation parameters during the initial phase of mechanical ventilation. *Int. Care Med.*, 22, 1996, s. 199—207.
- Laubscher T.P., Frutiger A., Fanconi H., Jutzi H., Brunner J.X.: Automatic selection tidal volume, respiratory frequency and minute ventilation in intubated ICU patients as startup procedure for closed-loop controlled ventilation. *Int. J. Clin. Monit. Comp.*, 11, 1994, s. 19—30.
- Lemaire F., Teboul J.L., Cinotti L., Giotto G., Abrouk F., Steg G., Macquin-Mavier I., Zapol W.M.: Acute left ventricular dysfunction during unsuccessful weaning from mechanical ventilation. *Anesthesiology*, 69, 1988, s. 171—179.
- MacIntyre N.R.: Strategies to minimize alveolar stretch injury during mechanical ventilation. S. 389—397. In: Vincent J.L. (Ed.): *Yearbook of intensive care and emergency medicine*. Berlin, Springer Verlag 1996.
- Manthous C.A.: The respiratory rate: tidal volume ratio as a predictor of weaning outcome. *Crit. Care Int.*, 1995, č. 11—12, s. 16—17.
- Meduri G.U., Conoscewnti C.C., Menashe P., Nair S.: Non-invasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*, 95, 1989, s. 865—870.
- Räsänen J., Nikki P., Heikkilä J.: Acute myocardial infarction complicated by respiratory failure. The effects of mechanical ventilation. *Chest*, 85, 1984, s. 21—28.
- Stretz R.W., Hubmayr R.D.: Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. *Amer. J. Resp. Crit. Care Med.*, 152, 1995, s. 1034—1040.
- Török P., Májek M., Kolník J.: Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom viacdýzovým insuflačným katétrom. Fyzikálne, matematické a klinické predpoklady a princípy. *Bratisl. lek. Listy*, 101, 2000, č. 2, s. 78—84.
- Török P.: Ventilačná podpora kontinuálnym prietokom pomocou viacdýzového insuflačného katétra na liečbu dychovej nedostatočnosti. Osvedčenie o novej liečebnej metóde č. OPLS 1015/97. Bratislava, MZ SR 1997.
- Vassilakopoulos T., Zakynthinos S., Roussos C.: The pathophysiology of weaning failure. S. 489—504. In: Vincent V.L. (Ed.): *Year book of intensive care and emergency medicine*. Berlin, Springer Verlag 1998.
- Whitelaw W.A., Derene J.P., Milic-Emili J.: Airway occlusion pressure. *J. Appl. Physiol.*, 74, 1993, s. 1475—1483.

Received May 14, 1999.

Accepted January 21, 2000.