

## Expulzný efekt vysokofrekvenčnej ventilácie a jeho klinické využitie v praxi

P. TÖRÖK, V. ZÁBRODSKÝ, K. KÁLIG, P. ČIČATKO, J. ŠTEFAN, E. DRBJÁKOVÁ, I. LAKATOŠ

ARO NsP Vranov n/T, primár MUDr. Pavol Török, CSc.

ARO NsP Ružinov Bratislava, primár MUDr. K. Kálig

ÚPMD Praha – Dětské oddělení, primár. MUDr. V Zábrodský

### Súhrn

Autori v práci opisujú teóriu expulzného efektu, technické zariadenie a klinický postup pri aplikácii impulzného a expulzného efektu pre vykonávanie bronchiálnej toalety.

Expulzný a impulzný efekt použili autori za účelom tracheobronchiálnej toalety u vyše 500 pacientov, u ktorých bolo urobené cca 7000 lavážnych, resp. expulzných procedúr.

V práci analyzujú skupinu 141 pacientov, u ktorých vykonali 2204 lavážnych či expulzných procedúr na dvoch pracoviskách.

Zistili, že expulzný efekt vysokofrekvenčnej ventilácie aplikovanej ventilátormi PARAVENT PAT je efektívny v cca 90 % prípadov a excelentný v 86 % prípadov.

Zistili štatisticky významné zmeny v parametroch pľúcnej mechaniky v zmysle poklesu odporu Raw a vzostupu poddajnosti pľúc C v niektorých skupinách pacientov, a to štatisticky významne na hladine  $p > 0.05$ . Meraním hemodynamiky sa nezistil významný rozdiel v hodnotách minútového objemu srdca. Štatisticky významný rozdiel zistili v poklese periférneho cievného odporu a pľúcneho skratu Qs/Qt.

Štatisticky významný pokles  $pCO_2$  zistili pri porovnaní hodnôt pred aplikáciou VFDV a pred koncom aplikácie VFDV.

Záverom autori hodnotia možnosti expulzie, impulzie a pľúcovej laváže pomocou VFDV, ako prínos pre terapeutický proces v nemocničnej, ale aj prednemocničnej fáze starostlivosti o pacienta.

**Kľúčové slová:** vysokofrekvenčná ventilácia – expulzný efekt – tracheobronchiálna toaleta.

### Summary

#### Expulsion effect of high frequency ventilation and its clinical use

The authors describe the theory of expulsion effect, technical equipment and clinical process during institution of inpulsion and expulsion effects for bronchial toilet.

Expulsion and inpulsion was used for tracheo-bronchial toilet in more than 500 patients for 7000 lavage or expulsion procedures.

One hundred and forty-one patients underwent 2204 lavage or expulsion procedures in two medical centers.

Expulsion effect of HFV applied using PARAVENT PAT ventilator was effective in 90% procedures and excellent in 86 % procedures.

Statistically significant changes were observed in ventilation parameters – resistance (Raw) decreased and lung compliance was increased in some groups of patients ( $p > 0.05$ ). No significant changes in cardiac output were observed. Statistically significant differences were observed in decrease of systemic vascular resistance and pulmonary shunting (Qs/Qt).

Statistically significant decrease in  $pCO_2$  was observed in values before HFJV was instituted and prior to discontinuation of HFJV.

In conclusion, authors consider the possibilities of expulsion, inpulsion and lug lavage using HFJV to be beneficial for in-hospital but also pre-hospital treatment of a patient.

**Key words:** high frequency ventilation – expulsion effect - tracheo-bronchial toilet

### Úvod

Vysokofrekvenčná dýzová ventilácia má okrem iných pozitívnych účinkov aj ten, že dokáže pohybovať telesami (cudzí teleso, hlien, aspirát a pod.) vo vnútri tracheobronchiálneho stromu. Tento pohyb je možné programovať, a tak dosahovať žiadany efekt. Pod pohyblivým telesom rozumieme tuhú, polotuhú, alebo tekutú obštrukciu, ktorá nie je pevne fixovaná k sliznici bronchiálneho stromu. Môže ísť o aspirované cudzie teleso, tekutú aspirát, alebo hlien, ako aj o lavážnu tekutinu, ktorú sme instilovali do dýchacích ciest.

Za fyziologických okolností sú dýchacie cesty očisťované mukociliárnym eskalátorom a hlieny spolu so zachytenými časticami sú transportované do hypofaryngu a prehltnuté.

V prípade silnejšieho dráždenia slizníc dýchacích ciest je aktivovaný kašľový reflex a hlieny, prípadne cudzie telesá sú vykašľané.

Ak časovo spomalíme prirodzený kašeľ, zistíme, že kašľajúci subjekt sa pomaly nadýchne a potom zatvorí hlasovú štrbinu. Expiračné svalstvo sa siahne a vytvorí v pľúcach pretlak. Hlasová štrbina sa rýchlo otvorí a pod pretlakom, vysokou rýchlosťou unikajúci vzduch (50-150 m/sek.), strháva so sebou hlieny (aspirát a pod.), ktoré sú vyvrhnuté z dýchacích ciest.

Fyzikálne sa dá tento dej vysvetliť nasledovne:

- pri inšpirii prúdia plyny pomaly cez dýchacie cesty za „obštrukciu“. Keďže prietok plynov je pomalý, sila, ktorou pôsobia na obštrukciu je malá. Sila pôsobiaca na obštrukciu je rovná časovému integrálu kvadrátu prietoku;
- pri expirii (kašli) – tj. v čase vypudenia plynov z pľúc – je rýchlosť plynov rádovo vyššia a sila pôsobiaca na obštrukciu sa rádovo na druhú zvýši, čo má za následok posun, alebo vyvrhnutie obštrukcie z dýchacích ciest.

Pre objasnenie princípov expulzného efektu sme použili prirodzený kašeľ ako model.

Pri VFDV je podobný princíp tiež zachovaný.

V literatúre sa často miešajú dva efekty vysokofrekvenčnej ventilácie:

1. Efekt zábrany zatečenia sekrétov do dýchacích ciest pacienta pri netesnenej endotracheálnej kanyle – Klainov efekt [3].
2. Vlastný expulzný efekt, ktorý pôsobí v celom bronchiálnom strome a ktorého objaviteľom bol ing. Brycht, tzv. Brychtov efekt [1].

Klainov efekt je spôsobený tým, že počas VFDV je v trachee pretlak (pozitívny tlak) počas celého dychového cyklu oproti atmosfére – teda aj ústam a hypofaryngu a prúd plynov smeruje popri ET rúrke smerom do úst, takže bráni zatečeniu sekrétov z dýchacích ciest.

Vlastný expulzný efekt (Brychtov efekt) vzniká v celom bronchiálnom strome prúdením plynov.

### Teória expulzného efektu – zjednodušený matematický model

Na obštrukciu, ktorá je pohyblivá (hlien, aspirát, voľné cudzie teleso a pod.) pôsobí pri inšpirácii sila, ktorá má tendenciu posúvať teleso distálne. Túto silu sme nazvali *impulzná sila* (IN). Na to isté teleso pri prúdení plynov v expírii pôsobí sila, ktorá má tendenciu ho posúvať smerom proximálnym, t.j. von z bronchiálneho stromu. Túto silu sme nazvali *expulzná sila* (EX). Počas akejkoľvek umelej ventilácie pľúc sa tieto dve sily striedajú raz v jednom, raz v druhom smere.

Sila pôsobiaca na obštrukciu je priamo úmerná hustote plynov, ploche priemetu obštrukcie, a kvadrátu časového integrálu prietoku.

Predpokladajme, že hustota inšpirovaného a expirovaného plynu je rovnaká a plocha priemetu obštrukcie sa nebude meniť, potom výsledná sila, ktorá pôsobí na obštrukciu je závislá výhradne na rýchlosti prietoku plynov za čas.

Pri vysokofrekvenčnej ventilácii je programovaný i skutočný prietok plynov, ako aj programovaný čas inšpirácie a expírii definovaný. Ak si uvedomíme vyššie povedané, potom môžeme veľmi zjednodušene povedať, že impulzný či expulzný režim je možné nastaviť zmenou pomerov času inšpirácie a času expírii ( $T_i:T_e$ ).

Matematicky môžeme inšpiračnú a expiračnú silu vyjadriť nasledovne:

$$IN = \int_{T_0}^{T_i} Q_i^2(t) dt$$

$$EX = \int_{T_i}^{T_e} Q_e^2(t) dt$$

V prípade, že pri VFDV použijeme dlhší inšpiračný čas než je expiračný bude sila IN menšia než sila EX vyvoláme tzv. expulzný efekt a pohyblivé obštrukcie sa budú postupne pohybovať smerom von z pľúc.

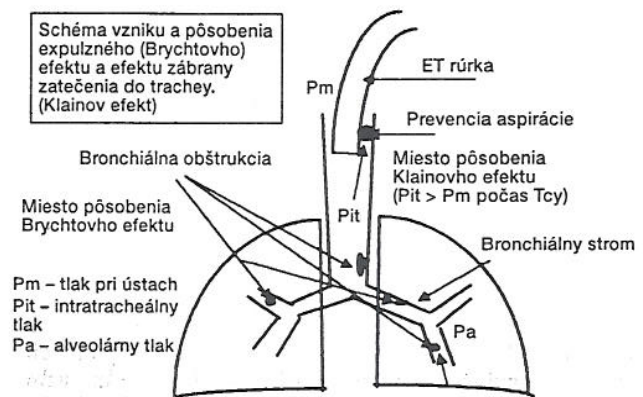
Naopak, ak použijeme dlhší expiračný čas než je inšpiračný, bude sila IN väčšia, než sila EX a vyvoláme tzv. impulzný efekt, pri ktorom pohyblivé obštrukcie budú posúvané do pľúc teda distálne.

V prípade, že sú sily IN a EX rovnaké, vyvoláme neutrálny efekt a obštrukcia, dá sa povedať, bude kmitať na jednom mieste, tzn. že  $T_i = T_e$  [1].

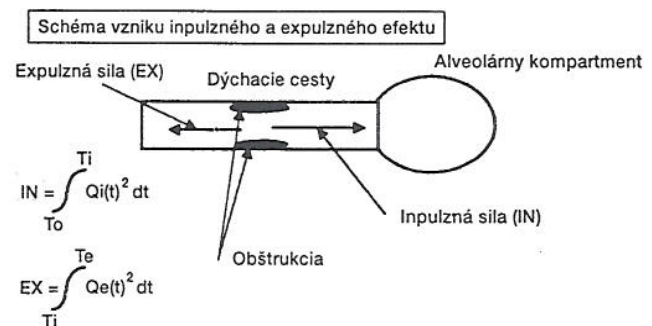
Z vyššie uvedeného vyplýva, že ak  $T_i > T_e$ , nastane expulzia, ak  $T_i = T_e$  vyvoláme neutrálny efekt a ak  $T_i < T_e$  nastane impulzný efekt.

*Matematický model celej teórie je podstatne komplikovanejší, ale pre klinickú aplikáciu postačuje to, čo bolo vyššie povedané.*

Zvláštna situácia nastáva na bifurkácii, kde sa po ukončení inšpirácie naplnil na určitý objem obštruovaný i neobštruovaný kompartment pľúc. Neobštruovaný kompartment sa v expírii vyprázdni rýchlejšie, a preto v obštruovanom kompartmente vznikne lokálny pretlak, teda proximálne od obštrukcie je relatívny podtlak, ktorý zvýši účinok expulzie na obštrukciu [1] – (obr. 1 a 2.).



Obr. 1. Schématické znázornenie miesta pôsobenia expulzného – Brychtovho efektu a efektu zábrany zatečenia do dýchacích ciest – Klainovho efektu pri VFDV. Počas expírii je vždy  $P_a > P_{i0} > P_m$ .



Pre VFDV: Ak  $T_i > T_e$  / vzniká expulzný efekt /  $EX > IN$   
Ak  $T_i < T_e$  / vzniká impulzný efekt /  $IN > EX$

Obr. 2. Schéma vzniku a účinku inšpiračnej a expiračnej sily

### Klinické využitie expulzného a impulzného efektu

Základným aplikačným rámcom pre využitie vyššie uvedených efektov je očisťovanie pľúc – lungs cleaning [1, 2, 5].

VFDV (česko-slovenského typu) dáva lekárovi do rúk mocnú zbraň, kedy môže minimálne agresívnou metódou bojovať s jedným zo základných problémov akejkoľvek UVP, a to so zahlieňovaním dýchacích ciest, ktoré je nutné odsávať. Ďalšou aplikačnou možnosťou je očisťovanie dýchacích ciest a ich intenzívna laváž pri aspirácii rôznej genézy.

**Pozor!** Pri aspirácii sa vždy musí aplikovať pred lavážou expulzný režim (efekt), aby nedošlo k zatlačeniu aspirátu hlbšie do dýchacích ciest.

Podobne je možné zlepšiť pľúcne funkcie pri mukoviscidóze [4].

Využitie impulzného efektu samostatne je možné napr. pri CPR, a to aplikáciou catecholamínov v prípade, že nemáme ešte sprístupnený venózný prístup. V niektorých prípadoch je možné impulziou aplikovať aj iné liečivá.

Zaujímavým riešením je možná aplikácia surfaktantu pomocou impulzie u detí s IRDS.

## Materiál a metodika

Počas posledných 6 rokov sme na dvoch pracoviskách (NsP Ružinov-Bratislava a NsP Vranov n/T) použili expulzný a impulzný efekt u vyše 500 pacientov, pričom počet jednotlivých aplikácií dosiahol počet 7000.

Pre zhodnotenie súboru, ktorý predkladáme, bolo vybratých 141 pacientov s kompletnými výsledkami, ktoré bolo možné vyhodnotiť.

Celý súbor pacientov je v tabuľke 1.

Tabuľka 1. Vekové rozdelenie pacientov

Roky	Počet	%
0-5	11	7,8
6-15	6	4,2
16-39	5	3,5
40-59	59	41,8
60-69	43	30,5
70	17	12
Spolu	141	100
Mužov	89	63,1
Žien	52	36,9

Pacientov sme ventilovali ventilátormi PARAVENT PAT, CHIRAJET NCA85, BEAT-2(prototyp) a VIVE-2(prototyp). Základné fyziologické parametre sme monitorovali klasicky. ABR sme merali z arteriálnej, alebo arterializovanej kapilárnej krvi (ABL330 Radiometer). Parametre pľúcnej mechaniky sme monitorovali a vyhodnocovali monitorom Dynavent 888 (Medinex). Parametre invazívnej hemodynamiky sme monitorovali termodilučným Swan-Ganzovým katétrom a monitorom (ARROW). Skupina pacientov, ktorým boli monitorované parametre pľúcnej mechaniky aj invazívna hemodynamika, je menšia, pretože tento monitoring sa robil len posledné dva roky na pracovisku vo Vranove.

V niektorých torpídnych prípadoch sme kontrolovali expulziu a pomáhali dezobštrukcii bronchiálneho prúdu pomocou flexibilného bronchoskopu pri súčasnej VFDV. Počet pacientov je malý, pretože táto metodika sa robila len na pracovisku v Bratislave posledné dva roky u vybraných pacientov.

Používali sme fixnú ventilačnú frekvenciu  $f=120$  c/min. Dychový objem sa pohyboval od 130 do 210 ml u dospelých pacientov, a cca 40-60 ml u detí, v závislosti od použitého MGT a pohonného tlaku  $P_{in}$ .

Efektivitu expulzie a laváže sme hodnotili podľa nasledovných kritérií:

- objektívna prítomnosť hlienov v hypofaryngu pri expulzii (vyvrhnutie cudzieho telesa pri aspirácii),
- zlepšenie auskultačného nálezu,
- zlepšenie  $sPO_2$  ( $SO_2$ ) alebo hodnota bez zmeny,
- zlepšenie alebo nezhoršenie indexu  $PaO_2/FiO_2$ ,

- zlepšenie parametrov pľúcnej mechaniky,
- zlepšenie, alebo nezhoršenie výmeny plynov na alveolokapilárnej membráne ( $A-aDO_2$ ,  $Q_s/Q_t$ ).

V prípade, že počas a hlavne po expulzii a laváži sa na dobu dlhšiu ako 15 minút pri krátkotrvajúcich expulziách zhoršili hlavne parametre oxygenácie a pľúcnej mechaniky, považovali sme tieto skutočnosti za indikátor neefektívnej expulzie. V niektorých prípadoch bolo nutné aplikovať expulzný režim desiatky minút, extrémne i niekoľko hodín.

Pokiaľ sme robili plánovanú expulziu a laváž u ventilátor dependentných pacientov, pripravovali sme ich nebulizáciou mukolytík asi 30-60 minút pred započatím laváže.

Je samozrejmé, že aplikácia expulzie a laváže u pacientov so suchými dýchacími cestami, kde je sekret zahustený a prilepený na sliznice nemôže byť efektívna. Je preto potrebné zdôrazniť, že pacient musí byť dobre hydratovaný a ak je na UVP dýchacie cesty musia byť dokonale zvlhčené.

Počas laváže a expulzie sme používali zásadne netesnenú ET rúčku, aby hlieny mohli voľne prechádzať po stene trachey do hypofaryngu a úst pacienta.

## Vlastný postup expulzie a laváže

Prístup k aplikácii expulzie a laváže pomocou VFDV sme odlišovali podľa skupín pacientov a príčiny, ktorá viedla k jej potrebe. V podstate je možné povedať, že pri efektívnej aplikácii u pacientov na klasickom, alebo VF ventilátore sme po napojení na VFDV aplikovali v prevažnej väčšine v impulznom režime lavážnym ventilom lavážny roztok (aqua pri inj, Mistabron, F1/1) v objeme cca 1,5-maximálne 2,5 ml/kg/24 hod, pričom jednorázová dávka neprekročila 10-25 ml. Impulzný efekt sme aplikovali maximálne 30-120 sekúnd po instilácii lavážneho roztoku.

*Dodržanie času impulzie je dôležitý parameter, aby lavážny roztok nedosiahol adveolárny kompartment a nevypláchol surfaktant.* Po ukončení impulzného režimu sme pacienta prepli na expulzný režim. Expulzný režim sme ponechali do tej doby, kým sa do hypofaryngu a do úst dostávali z dýchacích ciest hlieny, tj. zvyčajne 5-15 minút. Pokiaľ sme zvažili potrebu, procedúru sme opakovali 2-3x za sebou. Laváž a expulziu sme opakovali 2-8x denne podľa potreby pacienta aj viac krát.

*U pacientov, ktorí aspirovali, sme začínali laváž pľúc vždy expulzným režimom na dobu 5-10 minút, aby aspirát nebol zanesený do hlbších partií pľúc. Až potom sme urobili laváž ako je opísaná vyššie. Pri kyslej aspirácii sme lavážovali 2,1%  $NaHCO_3$ , pričom objem lavážnej tekutiny bol vyšší ako 1,5 ml/kg/24 hod. a jednorázová dávka bola do 20 ml v extrémnych prípadoch do 40 ml.*

U pacientov s aspiráciou krvi napr. pri kraniocerebrálnych poraneniach sme postupovali ako pri kyslej aspirácii, ale lavážnym roztokom bola aqua pro inj. alebo F1/1.

Ak sme pacienta trvale ventilovali VFDV, expulzný režim sme nastavovali podľa potreby.

Počas expulzie sme vždy aplikovali expiračnú podporu pomocou dýzy expiračnej podpory na multidýzovom generátore tlaku (MGT).

Expiračná podpora slúži na zníženie „inadvent PEEP“, ktorý pri VFDV vzniká v dýchacích cestách a pri skrátení expíria má tendenciu stúpať. Expiračná podpora znižuje hodnotu „inadvent PEEP“ na takú hladinu, aká bola pred expulziou. V prípade aplikácie expulzie ventilátorom PARAVENT PAT je tento proces úplne automatizovaný.

Pri aplikácii laváže a expulzie sa môže vytvárať infekčný aerosol, preto je potrebné pracovať v maske a rukaviciach. Pre odvedenie aerosolu je vhodné na MGT upevniť ventilovú komoru s odpadovou hadicou do nádoby s dezinfekčným prostriedkom.

## Výsledky

V tabuľke 2 sú znázornené priemerné hodnoty hmotností pacientov detských a dospelých.

Tabuľka 2. Priemerné hmotnosti

Pacienti	(kg)
Deti do 15 rokov	10,6±3
Dospelí	78±8,5

V tabuľke 3 je rozdelenie pacientov podľa diagnostických skupín ako aj počet pacientov, ktorí exitovali a počet vykonaných expulzií v jednotlivých skupinách pacientov. V poslednom stĺpci je priemerná doba aplikácie umelej ventilácie (konvenčnej, či vysokofrekvenčnej) na jedného pacienta. Priemerné trvanie jednej expulzie sa pohybovalo okolo 8-10 minút. Maximálne nie dlhšie ako 20 minút.

Tabuľka 3. Rozdelenie pacientov do diagnostických skupín

Dg. skupina	Počet pacientov	Počet exitov	Počet expulzií	Priemerná dĺžka UVP (hod./1 pacienta)
Bronchiolitis	6	1	90	36
Pneumónie	6	3	200	93
ARDS	18	6	415	174
Kraniocerebrálne poranenia	48	13	416	101
Aspirácia pri KCP	21	vrátane KCP	396	63
Kyslá aspirácia	16	1	240	20
Hrudné trauma, kont. pľúc	9	3	194	74
Astma	7	1	103	30
Iné príčiny UVP (šok, sepsa)	10	8	150	194
Spolu	141	36	2 204	

Efektívnosť expulzie sme vyhodnocovali podľa vyššie uvedených kritérií a v tabuľke 4 je vyhodnotenie účinnosti expulzného efektu v jednotlivých skupinách pacientov.

Najnižšia efektívnosť bola u stavov s bronchiálnym spazmom a v zmiešanej skupine nazwanej „iné príčiny“. Najvyššia efektívnosť bola v skupine hrudných traumát a kraniocerebrálnych poraneniach spojených s aspiráciou.

Dá sa povedať, že expulzia bola účinná v 90 % prípadov a veľmi dobre účinná v 84-87 % prípadov. V skupinách „astma a bronchiolitis“ sme aplikovali expulzný efekt a laváž až po mobilizácii sekrétov, nikdy nie na začiatku UVP, kedy VFDV je málo účinná.

Pomocou počítačového monitora DYNAVANT 888 sme monitorovali okrem iných parametrov aj odpor dýchacích ciest a dynamickú poddajnosť pľúc. Výsledky sú v tabuľke 5.

V niektorých skupinách po aplikácii série 3-5 expulzných sedení sa parametre pľúcnej mechaniky výrazne a štatisticky signifikantne zlepšili.

Tabuľka 4. Vyhodnotenie efektivity expulzie v celej skupine pacientov

Dg. skupina	Počet pacientov	Celkový počet expulzií	Efektívna expulzia	% efektívnych expulzií
Bronchiolitis	6	90	70	77
Pneumónie	6	200	186	93
ARDS	18	415	365	87
Kraniocerebrálne poranenia (KCP)	48	416	399	95
Aspirácia pri KCP	21	396	378	95
Kyslá aspirácia	16	240	220	91
Hrudné trauma, kontúza pľúc	7	194	188	74
Astma	7	103	77	74
Iné príčiny UVP (šok sepsa)	10	150	110	73
Spolu	141	2 204	1 993	90

Tabuľka 5. Zmeny vybraných parametrov mechanických vlastností pľúc

Skupina	Počet pacientov	Raw (kPa/l/s)		C (ml/kPa)	
		pred expulziou	po expulzii (20 min)	pred expulziou	po expulzii (20 min)
Pneumónie	6	0,6±0,05	0,45±0,04	480±70	* 560±80
ARDS	8	0,7±0,08	* 0,5±0,04	440±60	* 540±70
Kraniocerebrálne poranenia	10	0,35±0,03	0,30±0,02	640±80	680±80
Aspirácia pri KCP	2	0,5±0,09	0,45±0,03	410±60	540±70
Kyslá aspirácia	6	1,8±0,6	* 0,7±0,09	390±60	* 630±80
Spolu	32				

\* – štatisticky významný rozdiel na hladine  $p > 0,05$  (Studentov párový t-test)

Raw – odpor dýchacích ciest

C – dynamická pľúcna poddajnosť

V relatívne malej skupine pacientov, ktorí boli hemodynamicky monitorovaní, sme monitorovali zmeny hemodynamiky a dodávky  $O_2$  pred, počas a po expulzii. Výsledky sú v tabuľke 6. Štatisticky významný rozdiel sme zistili len v poklese periférneho odporu a v zlepšení  $Q_s/Q_t$ . Zmeny v indexe srdcového výdaja neboli podstatné.

Pravidelne sme sledovali zmeny krvných plynov a pH v skupine 67 pacientov počas dvoch dní, kedy sme aplikovali laváž najčastejšie. Výsledky sú v tabuľke 7.

## Diskusia

V posledných dvoch desaťročiach po zavedení vysokofrekvenčnej ventilácie do klinickej praxe sa po „boome“ v prvých rokoch dostavila skepsa, ktorá bola spôsobená

**Tabuľka 6.** Porovnanie vybraných hemodynamických parametrov v skupine pacientov bez rozdielu príčiny, pre ktorú bola expulzia robená (n=18)

Čas	CI (l/min/m <sup>2</sup> )	TPR (dyn. sec/m-5)	PVR (dyn. sec/m-5)	IDO <sub>2</sub> (ml/min/m <sup>2</sup> )	Qs/Qt (%)
Pred expulziou	3,2±0,4	1510±200	190±15	179±20	18±4
Počas expulzie	3,1±0,4	1500±170	185±18	183±21	16,3±4
Po expulzii	3,1±0,5	1380±150	177±14	192±19	14,2±3,5 *

\* – štatisticky významný rozdiel na hladine p 0,05 (Studentov párový t-test)

CI – cardiac index (srdcový index)

TPR – periférny odpor

PVR – pľúcny odpor

I DO<sub>2</sub> – index dodávky O<sub>2</sub>

Qs/Qt – pravoľavý skrat

**Tabuľka 7.** Zmeny vybraných biochemických parametrov v skupine pacientov s efektívnou expulziou, pred, počas expulzie – pred jej ukončením a 15-20 minút po expulzii (n=67)

Parameter	pH	pCO <sub>2</sub>	PO <sub>2</sub>
Pred expulziou	7,34±0,04	5,1±1,1	12,6±3,6 +
Počas expulzie	7,36±0,05	4,4±1,9 *	23,3±4,7 ++
Po expulzii	7,35±0,05	4,9±2	14,2±3,5 * +

+ FiO<sub>2</sub>=0,45±0,05

++ FiO<sub>2</sub>=0,6

\* – štatisticky významný rozdiel na hladine p>0,05 (Studentov párový t-test) medzi hodnotami pred a po resp. počas expulzie

hlavne nejasnosťami v teoretickej oblasti, ako aj nie najlepšimi výsledkami VFV v klinickej praxi.

Napriek mnohým negatívnym skúsenostiam, ktoré sa objavovali hlavne v zahraničí, pracovala skupina výskumníkov v bývalej ČSFR naďalej na originálnych teóriách i prístrojoch, ktoré boli vyvíjané. Jedným z problémov bolo aj objasnenie expulzného efektu, ktorý objavil ing. Brychta, CSc. a jeho aplikácia v klinickej praxi [1].

Pre uplatnenie v klinickej praxi si však expulzný a impulzný efekt vyžiadali obrovské množstvo práce nielen v oblasti teoretickej, ale i praktickej.

Výsledkom tejto práce bol nakoniec vývoj VF ventilátora pre dlhodobú ventiláciu CHIRAJET NCA a ventilátory PARAVENT P, PA a PAT pre krátkodobú ventiláciu, pre aplikáciu v teréne, operatívne a intenzívnej starostlivosti.



Americká farmaceutická spoločnosť Schering-Plough oznámila uvedenie perorálneho antibiotika CEDAX (ceftibuten) na český trh. CEDAX, vyvinutý ve spolupráci s japonskou firmou Shionogi, je nové beta-laktamové antibiotikum pôsobiaci proti bakteriálnym kmenom rezistentným vči mnoha iným antibiotikám. Má farmakokinetický profil umožňujúci užívanie jednou denne, dosahuje vysokých hladín v infikovaných tkanivách, čo dle údajů firmy vede k vysokému procentu rýchleho vyléčení. Pro pediatrii existuje suspenze (s příchutí třešní), již děti dávají přednost.

S.P.I.R.I.T. – Schering Plough International Respiratory Infection Taskforce – je významnou iniciatívou s celosvětovou pôsobnosťou, ktorá bola založená v dubnu 1993 spoločnosťou Schering-Plough International. Zabýva sa problémom výskytu a závažnosti infekcií dýchacích ústrojů a vlivem životního prostředí na jejich vznik a průběh. Iniciativa SPIRIT nabízí granty pro lékaře a výzkumné pracovníky. Za tímto účelem společnost Schering-Plough vyčlenila v rámci svého vědeckého programu finanční odměnu na podporu výzkumu vlivu faktorů životního prostředí na infekce dýchacích ústrojů.

Jedným z pozitívnych výsledkov zavedenia VFDV do klinickej praxe je aj využívanie expulzného a impulzného efektu VFDV, ktorý na našich oddeleniach podstatne zmenil starostlivosť o ventilovaných pacientov hlavne pri dlhoboj UVP, ale priniesol aj nové prvky do urgentnej medicíny, ktoré v konečnom dôsledku nie sú zanedbateľné.

Účinnosť expulzie iste nie je 100% u všetkých prípadoch, ale 90% efektívnosť liečebnej procedúry je možné považovať za veľmi dobrú, pričom v 86 % prípadoch bola expulzia a laváž veľmi dobrá.

Monitorovaním hemodynamických parametrov, aj keď na malej skupine pacientov, sme zistili, že prechod z konvenčnej na vysokofrekvenčnú ventiláciu a expulziu, len minimálne ovplyvnil parametre srdcového výdaja a z doposiaľ neobjasnených príčin poklesla periférna cievná rezistencia. Zmeny mechanických vlastností dýchacích orgánov len potvrdzujú zlepšenie stavu pacientov po aplikácii expulzie a laváže, podobne ako zmeny krvných plynov.

U niektorých pacientov nebola expulzia efektívna a VFDV spôsobovala ventilačné i hemodynamické problémy v zmysle zhoršenia výmeny plynov a poklesu TK. Jednoznačnú príčinu sa nám nepodarilo objasniť. Dá sa predpokladať aj vplyv dynamického (inadverent) PEEP na obehový systém.

Pri aplikácii VFDV originálnymi česko-slovenskými ventilátormi na báze originálnych teórií s klinickými výsledkami, ako sú uvedené v predošlom texte, je možné konštatovať, že vyvinuté technické zariadenie a ich aplikačné možnosti sú v súčasnosti na veľmi slušnej úrovni a dokážu, aspoň o krôčik, posunúť dopredu starostlivosť o kriticky chorých pacientov.

## LITERATÚRA

- [1] BRYCHTA, O.: Závěrečná správa o výskume VFTE. Konštrukta Trenčín 1985, s. 211.
- [2] KÁLIG, K. – HREBÍK, M. – SZABÓ, L. – HARUŠTIKOVÁ, D.: Laváž pľúc pri VFDV. Zborník zo sympózia s medzinárodnou účasťou o VFV, Stará Turá 1988, s. 15.
- [3] KLAIN, M. – SMITH, R. B.: High frequency percutaneous jet ventilation. Crit. Care Med., 5, 1977, s. 280-207.
- [4] LAHO, L. – DLUHOLUCKÝ, J.: Expulzia VFDV pri mukoviscidóze. Vysokofrekvenčný deň – seminár. Banská Bystrica 1987.
- [5] TÖRÖK, P. – BRYCHTA, O. – ŠTEFAN, J. – DRBJAKOVÁ, E. – ČIČATKO, P. – ZÁBRODSKÝ, V. – LAKATOŠ, I. – KÁLIG, K.: Klinické použitie VFDV pri transporte a kardiopulmonálnej resuscitácii. Anesteziologie a neodkladná péče 4, 1994, č. 2, s. 51-55.

MUDr. Pavol Török, CSc.  
ARO NsP  
093 91 Vranov n. Toplou  
Slovenská republika