



Zpráva ze zahraniční služební cesty
doc. Ing. Karla Roubíka, Ph.D.

Salt Lake City and Snowbird, Utah, USA, 2013

Název projektu: **POPULARIZACE VĚDY A VÝZKUMU ČVUT**

Číslo projektu: **CZ.1.07/2.3.00/35.0021 (531/121201G007)**

V Kladně 23. dubna 2013

doc. Ing. Karel Roubík, Ph.D.

Základní informace:

Termín: 31. 3. – 9. 4. 2013

Místo: Snowbird, Salt Lake City, Utah, USA

Organizátor: Intermountain Healthcare
Corporate & Executive Offices - Downtown Salt Lake City
36 South State Street
Salt Lake City, Utah 84111
USA
Phone (801) 442-2000
E-mail: Donald.Null@hsc.utah.edu
www: <https://intermountainphysician.org/Pages/home.aspx>

Cestující: doc. Ing. Karel Roubík, Ph.D.
ČVUT Fakulta biomedicínského inženýrství
katedra biomedicínské techniky
nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno
tel.: 603 479 901
e-mail: roubik@fbmi.cvut.cz

Program: 31. 3. 2013 Odlet z Prahy-Ruzyně

1. 4. 2013 Účast na pracovním setkání zaměřeném na definování výzkumných témat v oblasti vysokofrekvenční oscilační ventilace pro studenty zapojené do KA 07. Dále byl diskutován současný stav a pokrok v oblasti optimalizace CDP při HFOV, což je již řešený problém v rámci projektu. Při jednání byli mimo jiné přítomni významní odborníci v oblasti CMV i HFOV, a to zejména Stephen Derdak (University of North Texas Health Science Center, San Antonio, Texas, USA) a Arun Pramanik (Louisiana State University Medical Center, Shreveport, Louisiana, USA), se kterými na uvedených tématech spolupracujeme.

2. 4. 2013–
– 6. 4. 2013 Účast na kompletním programu konference 30th Annual Conference on High Frequency Ventilation, Snowbird, Utah, USA.

Certifikát o absolvování konference včetně potvrzení o získání kreditů v rámci celoživotního vzdělávání 20.75 AMA PRA Category 1 Credits je uveden v příloze č. 1 této zprávy.

Detailní program konference je uveden v příloze č. 2 této zprávy.

7. 4. 2013 Pracovní setkání s majitelem a zaměstnanci firmy Bunnell Incorporated, výrobcem HFJV ventilátoru Lifepulse a další zdravotnické techniky, o výzkumu v oblasti HFJV v rámci KA 07. V závěru byla formulována témata vhodná pro studenty zapojené do KA 07. S firmou Bunnell Inc. byla dohodnuta průběžná spolupráce a naplánováno hodnocení dosažených výsledků na příští konferenci HFV ve Snowbird konané na jaře roku 2014.

Zápis z tohoto jednání včetně specifikace definovaných témat pro KA 07 jsou uvedeny v příloze č. 3 této zprávy.

8. 4. 2013 Cesta ze Snowbird, odlet ze Salt Lake City
9. 4. 2013 Přílet do Prahy

Výsledky:

Služební cesta byla pro cestovatele vysoce prospěšná z hlediska vědy a výzkumu, a to zejména díky následujícím výsledkům:

- Na iniciální pracovní schůzce zaměřené na definování výzkumných témat pro studenty zapojené do KA 07 v oblasti vysokofrekvenční oscilační ventilace a dále byl diskutován současný stav a pokrok v oblasti optimalizace CDP při HFOV, což je již řešený problém v rámci uvedeného projektu.
- Vlastní kongres, který je organizovaný jako vzdělávací akce akreditovaná pro získávání AMA PRA Category 1 kreditů, mně poskytl unikátní a úplný přehled metod využívaných při vysokofrekvenční umělé plicní ventilaci. Takovýto komplexní a aktuální přehled v oblasti HFV nelze získat studiem literatury či jiným způsobem.
- Další výzkumná témata pro studenty zapojené do KA 07 byly definovány na pracovním jednání s firmou Bunnell Incorporated. Vhodná témata jsou uvedena v samostatné příloze.
- S firmou Bunnell Inc. byla dohodnuta spolupráce v průběhu následujícího roku a společné průběžné hodnocení dosažených výsledků na příští konferenci HFV ve Snowbird na jaře roku 2014.
- V průběhu kongresů jsem uskutečnil několik diskusí s přednášejícími zabývajícími se stejnými tématy, jako jsou témata našeho výzkumu na FBMI a která jsou součástí KA07.
- Témata, kterými se konference zabývala, stejně tak jako témata diskutovaná při obou dvou pracovních schůzkách, jsou témata velmi přínosná pro moje působení jako vedoucího výzkumného kolektivu na ČVUT FBMI.

Závěr:

Zahraniční služební cesta se uskutečnila v souladu s původní anotací a cíli v rámci projektu CZ.1.07/2.3.00/35.0021, KA07 – Bakaláři pro vědu. Oba dva cíle, kterými bylo vzdělávání v oblasti respirační péče a zajištění spolupráce pro studenty zapojené do KA07, byly splněny.

Zahraniční cestu hodnotím jako velmi užitečnou pro řešení projektu i pro výzkum v oblasti respirační péče prováděného na ČVUT FBMI.

V Kladně 23. dubna 2013

doc. Ing. Karel Roubík, Ph.D.

Příloha 1

Certifikát o absolvování konference včetně potvrzení o získání kreditů
v rámci celoživotního vzdělávání 20.75 AMA PRA Category 1 Credits.

The Intermountain Healthcare
Continuing Medical Education certifies

Karel Roubik, PhD

has participated in the live activity titled

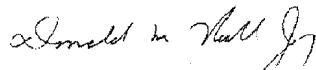
30th Conference on High Frequency Ventilation of Infants, Children and Adults
The Cliff Lodge, Snowbird, Utah
Tuesday, April 2 - Saturday, April 6, 2013

and attended _____ *AMA PRA Category 1 Credits*[™]
and has Earned _____ CNE Contact Hours

Intermountain Healthcare Continuing Medical Education designates this
live activity for a maximum of 20.75 *AMA PRA Category 1 Credits*[™]

This activity was designated for a maximum of 20.50 Nursing Contact Hours *Intermountain Healthcare is an Approved Provider of Continuing Nursing Education by the Utah Nurses Association, an accredited Approver by the American Nurses Credentialing Center's Commission on Accreditation.*

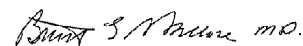
Participants should claim only credit commensurate with the extent of their participation in the activity.



Donald M. Null, Jr., MD
Course Director



UNA Provider # P11-003
File # 1305-CME



Brent E. Wallace, MD
Chief Medical Officer,
Intermountain Healthcare



BrieAnna Dance RN, BSN
Clinical Education Coordinator,
Intermountain Healthcare

Intermountain Healthcare Continuing Medical Education is accredited by the Accreditation Council
for Continuing Medical Education to provide continuing medical education for physicians.



36 S. State Street, Suite 800
Salt Lake City, Utah 84111
(801) 442-3930 Fax (801) 442-0480



Příloha 2

Program konference 30th Annual Conference on High Frequency Ventilation,
Snowbird, Utah, USA.

30th Annual Conference on
HIGH-FREQUENCY VENTILATION
of Infants, Children & Adults



TUESDAY, APRIL 2 - SATURDAY, APRIL 6, 2013
THE CLIFF LODGE, SNOWBIRD, UT



Tuesday, April 2, 2013

- 3:00 - 5:00 PM** Registration
Moderator: *Stephen Derdak, DO*
Wilford Hall Medical Center, USAF, Lackland, AFB, San Antonio, Texas
- 5:00 PM** Opening Remarks
Stephen Derdak, DO
- 5:15 PM** Mechanical Ventilation Lowers EphrinB1 Ligand Protein in the Brain of Former Preterm Lambs.
Chad Skaer, Lawrence University, Appleton, Wisconsin
- 5:30 PM** Special Lecture: Assessment of Brain Function in Critically Ill Neonates in the NICU

Joanna C. Beachy, MD, PhD, Professor of Pediatrics, University of Utah, Associate Medical Director, NICU, University Hospital, Salt Lake City, Utah

6:30 PM Adjourn

Wednesday, April 3, 2013

- 7:00 AM** Registration & Breakfast
Moderator: *Stephen Derdak, DO*
Wilford Hall Medical Center, USAF, Lackland, AFB, San Antonio, Texas
- 8:00 AM** Results of QI Project introducing bi-level CPAP (SIPAP) into a Level III NICU.
Rebecca S. Rose, MD, Department of Pediatrics, Riley Hospital, Indianapolis, Indiana
- 8:25 AM** Very High Frequency Ventilation (VHFV) or Acoustic Ventilation (AV), A New Era.
Jon M.R. Jam, MD, Department of Pediatrics, Loma Linda University School of Medicine, Loma Linda, California
- 8:50 AM** Special Lecture: Update on Aerosol Administration to Mechanically Ventilated Patients (including alternate modes such as HFOV, HFJV, HFPV, and APRV)
James B. Fink, PhD, RRT, FAARC, FCCP
Adjunct Professor, Georgia State University, Independent Consultant, Chief Clinical Officer, Aerogen, Ltd, San Mateo, California
- 9:50 AM** Break
- 10:25 AM** Effects of Frequency and Tidal Volume on CO₂ Elimination During High Frequency Oscillatory Ventilation in a Neonatal Piglet (Sus scrofa) Model.
R. Kurt Gillette, MD
Volunteer Faculty WHMC/BAMC, Neonatology Fellowship, Wilford Hall USAF Medical Center, Lackland AFB, Texas
- 10:50 AM** Special Lecture: HF-Oh NO?
John T. Granton, BSc, FRCPC, MD
Head, Pulmonary Hypertension Program, Division of Respiratory, University Health Network, Mount Sinai and Women's College Hospitals, University of Toronto, Ontario, Canada
- 11:50 AM** Adjourn

Moderator: *Donald M. Null, Jr., MD*

Professor of Pediatrics, Primary Children's Medical Center, University of Utah, Salt Lake City, Utah

5:00 PM

Increased IGF-1 Expression causes Alveolar Simplification in Chronically Ventilated Preterm Lambs.

Marjanna Dahl, MS, University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, Utah

5:25 PM

ECMO as a Tool to identify how Ventilation of Term Neonates may lead to Multiple-Organ System Dysfunction Syndrome.

Kurt H. Albertine, PhD University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, Utah

Special Lecture: Lung Transplantation in Neonatal and Pediatric Patients

Aaron Hamvas, MD

5:50 PM

James P. Keating MD Professor of Pediatrics, Director of Clinical Affairs for Newborn Medicine, Washington University School of Medicine, St. Louis, Missouri

6:50 PM

Adjourn

Thursday, April 4, 2013

7:00 AM

Registration & Breakfast

Moderator: *Arun K. Pramanik, MD*

Louisiana State University Medical Center, Shreveport, Louisiana

8:00 AM

The Use of HFJV in the Management of a Pre-term Infant with Pulmonary Stenosis and Respiratory Distress Syndrome. A Case Report

Craig Wheeler, RRT, Boston Children's Hospital, Boston, Massachusetts

8:20 AM

High Frequency Jet Ventilation (HFJV) in the Treatment of Infants with Congenital Diaphragmatic hernia: An Evolution of a Strategy

Hilerie King, Saint Alphonsus Regional Medical Center, NICU, Boise, Idaho

8:40 AM

High Frequency Workshop I

9:40 AM

Break

10:10 AM

High Frequency Workshop II

11:10 AM

High Frequency Workshop III

12:10 PM

Adjourn

Moderator: *Donald M. Null, Jr., MD, Professor of Pediatrics, Primary Children's Medical Center, University of Utah, Salt Lake City, Utah*

- 5:00 PM** Respiratory Mechanics with a RAM Cannula. A Bench Study.
Jeffrey Wright, BS, RRT-NPS; Primary Children's Medical Center, Salt Lake City, Utah
- 5:25 PM** Limited Feeding Decreases Alveolar Formation in the Lung of Preterm lambs Supported by Nasal High-Frequency Ventilation
Lisa Joss-Moore, PhD, Assistant Professor Division of Neonatology, University of Utah, Salt Lake City, Utah
- 5:45 PM** **Presentation of the 21st Annual Jimmy Schulz Award**
Presentation of the 16th Annual Jack Emerson Award
16th Robert deLemos Memorial Lecture: High Flow Nasal Cannula in the NICU. What does the Evidence Show?
Bradley A. Yoder, MD
Professor of Pediatrics, Medical Director, NICU University Hospital, University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, Utah
- 5:55 PM**
- 6:55 PM** Adjourn

Friday, April 5, 2013

- 7:00 AM** Registration & Breakfast
Moderator: *Arun K. Pramanik, MD*
Louisiana State University Medical Center, Shreveport, Louisiana
- 8:00 AM** Resistance is Futile
Carter K.H.Tong, BS,RRT-NPS, Department of Pediatrics, Loma Linda University Children's Hospital, Loma Linda, California
- 8:25 AM** Use of HF NCPAP in the NICU.
Kevin Crezee, BS, RRT-NPS, Primary Children's Medical Center, Salt Lake City, Utah
- 8:50 AM** Comparison of SensorMedics® 3100A and Bronchotron® Transporter in a Piglet Model of Meconium Aspiration
R. Kurt Gillette, MD
Volunteer Faculty WHMC/BAMC, Neonatology Fellowship, Wilford Hall USAF Medical Center, Lackland AFB, Texas
- 9:15 AM** Use of VDR in the NICU.
Dre Bender, RRT, Primary Children's Medical Center, Salt Lake City, Utah
- 9:40 AM** Break
- 10:10 AM** Vortran: The Undiscovered High Frequency Ventilator.
Mitchell Goldstein, MD, Department of Pediatrics, Loma Linda University Children's Hospital, Loma Linda, California
- 10:35 AM** DIVENT- Decreasing Invasive Ventilator Days in the Premature Neonate

- Mariana C. Baserga, MD*
Assistant Professor, Division of Neonatology, University of Utah, Salt Lake City, Utah
 Special Lecture: Assessment of the late Preterm and Term Infant with Respiratory Distress
- 11:00 AM** *Donald M. Null, Jr., MD*
Professor of Pediatrics, NICU, Primary Children's Medical Center, University of Utah, Salt Lake City, Utah
- 12:00 PM** Adjourn
 Moderator: *Stephen Derdak, DO*
Wilford Hall Medical Center, USAF, Lackland, AFB, San Antonio, Texas
- 5:00 PM** Blocking Histone Deacetylation during Mechanical Ventilation preserves genome-wide Hyperacetylation of Histones in the Lung and Brain of Preterm Lambs
Jeremy Alvord, BS, University of Utah, Salt Lake City, Utah
- 5:25 PM** Microarray Analysis of Gene Expression in Lung Macrophages from Preterm Newborns
Parviz Minoos, PhD, Neonatology, USC, Los Angeles, California
- 5:50 PM** Special Lecture: Acute Respiratory Distress Syndrome: where we've been, where we're going?
Stephen Derdak, DO
Wilford Hall Medical Center, USAF, Lackland, AFB, San Antonio, Texas
- 6:50 PM** HFVP – will it succeed in Obama Care
Guido Sarducci, Roma, Italy
- 7:05 PM** Adjourn

Saturday, April 6, 2013

- 7:00 AM** Registration & Breakfast
 Moderator: *Stephen Derdak, DO*
Wilford Hall Medical Center, USAF, Lackland, AFB San Antonio, Texas
- 8:00 AM** Use of HF Ventilation and NO for Critically ill Patients during Transport.
Gina Honey, BSN, RN, C-NPT Life Flight, Primary Children's Medical Center, Salt Lake City, Utah
- 8:30 AM** Use of NO in Preterm Infants with PPHN
Donald M. Null, Jr., MD
Professor of Pediatrics, University of Utah, Medical Director, NICU, Primary Children's Medical Center, Salt Lake City, Utah

iNO or NO iNO: That is the Question (asked in Animals Models of Neonatal CLD)
Kurt H. Albertine, PhD
Professor of Pediatrics, Medicine and Neurobiology and Anatomy, Director of Perinatal Basic Science, Division of Neonatology
University of Utah School of Medicine, Salt Lake City, Utah

9:00 AM

9:30 AM Break

Special Lecture: NO from the Lab to the Patient
Satyan Lakshminrusimha, MD
Chief, Division of Neonatology, Associate Professor of Pediatrics, Director, Center for Developmental Biology of the Lung,
University at Buffalo, Women and Children's Hospital of Buffalo, Buffalo, New York

10:00 AM

11:00 AM Conference Summary & Closing Remarks

11:15 AM Adjourn & Program Evaluation

Příloha 3

Poznámky z jednání o spolupráci a konzultace
s firmou Bunnell Incorporated, Salt Lake City, UT, USA

Poznámky z jednání o spolupráci a konzultace

dne 8. 4. 2013

Bunnell Incorporated

436 Lawndale Drive
Salt Lake City, Utah, USA

Přítomni: *Bert Bunnell, Bunnell Inc. (majitel firmy)*
Evan Richards, Bunnell Inc. (Clinical Services, evanr@bunl.com)
*Dave Platt, Bunnell Inc. (Manager, plattdr@bunl.com,
mobil: 801-792-4875)*
Karel Roubík, ČVUT FBMI

Cíl: koordinovat výzkum v oblasti HFJV a definovat konkrétní dílčí témata vhodná pro studenty v rámci KA07.

Firma Bunnell, Inc., je jediným výrobcem HFJV ventilátoru pro neonatologické a pediatrické pacienty na světě a vítá spolupráci v oblasti výzkumu této nekonvenční ventilační techniky. Tato problematika nabízí zajímavá témata pro výzkumné činnosti studentů v rámci projektu „Bakaláři pro vědu“

Hypotéza 1: Kontinuální monitorace průběhu HFJV, nezávislá na nastavení ventilátoru a způsobu ventilace, umožní optimalizovat iniciální nastavení a vedení HFJV u extrémně a těžce nezralých novorozenců.

Cíl 1a: Analyzovat vliv senzoru průtoku na charakter jet flow.

Jaký je názor na použití clon? Řešil by to někdo jinak?

- Doposud nebyl publikovaný článek, že by někdo měřil VT u HFJV.
- Pneumotachograf je asi jediný použitelný systém.
- V Bunnellu vyrobili experimentální pneumotachografický senzor. Dave požádá hlavního inženýra společnosti Jeffa (jorth@bunl.com), aby nám zalal jeho zprávu a zkušenosti.
- Útlum vlivem odporu clony by šel kompenzovat nastavením vyššího servotlaku na ventilátoru, to by neměl být problém.
- Není však jasné, jak clona ovlivní výměnu plynů, protože (1) má nelineární tlakově-průtokovou charakteristiku a proto při vysokých průtocích může zaoblovat inspirační průtok, který je důležitý pro míchání plynů. (2) Jak se změní charakter proudění v trachee nelze odhadnout.

Doporučení pro řešení:

- A. Prostudovat dokument, který zašle Jeff.
- B. Na modelu RS změřit efekt clony na tlakově-průtokové parametry HFJV; pokusit se nastavit ventilátor tak, aby se efekt clony zcela eliminoval (vhodné téma pro studenty v rámci KA07).
- C. Porovnat tvar signálů tlaku (ev. i průtoku, je-li možné ho měřit) původního samostatného ventilátoru a při zapojení s clonou po kompenzaci na stejný výkon. Porovnat proximální i alveolární parametry (vhodné téma pro studenty v rámci KA07).
- D. Zkonstruovat model plic – nebo doplnit nějaký stávající, o kontinuální dodávku CO₂ a stanovit, jestli použití clony (po kompenzaci výkonu) mění či nemění účinnost HFJV při eliminaci CO₂. Toto považují kolegové z Bunnellu za podstatné, protože se jedná o zásadní vlastnost při použití HFJV v praxi a odlišnost od HFOV. (vhodné téma pro studenty v rámci KA07)
- E. Bylo by dobré to následně otestovat na zvířecím modelu – nemáme však zatím zkušenost s experimenty na „neonatologických“ či „pediatrických“ prqsatech a jednalo by se o složitou přípravu.
 - Další možností je použití senzoru na expirační větvi okruhu.
 - To ovšem přináší problém s tím, že v expirační větvi se nejen projevují občasné konvenční dechy (prodechy), ale není jisté, zda bude toto měření stabilní, jestliže okruhem prochází bias-flow (který může způsobovat turbulence u senzoru), či se projeví další rušivé vlivy.
 - Možné ale je, že vzhledem k velmi odlišným frekvenčním spektrům signálů CV (či Spont) a HFJV bude možné efekty oddělit.
 - Nespornou výhodou je možnost použití v Evropě schváleného monitoru Florian se žhaveným drátem; v USA tento monitor schálený pro klinické použití není a namají ani žádný ekvivalentní, který by HFJV stihl monitorovat.
- F. Vyzkoušet na modelu, jak moc ovlivní konvenční řízený dech či dokonce spontánní dech měření vysokofrekvenčního dechového objemu. Pokusit se stanovit postup, jak vyhodnocovat HFJV dechový objem neovlivněný výše uvedenými vlivy (vhodné téma pro studenty v rámci KA07).

Cíl 1b: Pomocí specializovaných modelů (rigidní baňky, komerční modely) experimentálně ověřit funkčnost měřicího systému ventilačních parametrů HFJV pro nezralé novorozence, zejména pak stanovit závislosti nastavitelných - řídicích veličin (inspirační tlak PIP, frekvence, inspirační čas T_i) na dechovém objemu V_T.

- Vliv všech uvedených parametrů na dosažený V_t při HFJV je zajímavý, nicméně v praxi nebude množství parametrů, na kterých je aktuální VT závislý, známo a daly by se určit jen obtížně. Mezi ně patří plicní mechanika.

- G. Zkusit charakterizovat vliv výše uvedených parametrů na dosahovaný VT na modelu RS (vhodné téma pro studenty v rámci KA07).
- H. Zkusit využít konvenční ventilátor používaný jako doplněk při HFJV ke stanovení parametrů plicní mechaniky a na základě toho zjistit, jak přesné by bylo nastavování VT pomocí výše uvedených závislostí. Toto by mohlo být zajímavé pro praxi, ale je možné, že parametrů je mnoho a navíc se některé nekontrolovatelně mění v čase (např. hodnoty plicní mechaniky Raw, Crs i.e. Ccw, CL) (vhodné téma pro studenty v rámci KA07).

Cíl 1c: Ověření na biomodelu – podsvinče (do 20 kg váhy) Nebo jiné zvíře?

- Zde by bylo dobré udělat průzkum literatury. Prase se často používá jako model dospělého člověka. V Salt Lake City na Univ. of Utah, Ped. Dept. (Donald Null a kolegové) naopak používají předčasně či normálně narozené ovce jako model novorozence, pro kterého je HFJV určena. Dotaz možná směřovat na Dona z NICU/PICU.

Hypotéza 2: Rozsah a charakter plicní choroby extrémně a těžce nezralých novorozenců koreluje s velikostí V_T

Cíl 2: Stanovit optimální (normokapnickou?) hodnotu V_T /kg pro danou plicní patologii při HFJV Cílem je aktualizovat doporučující postupy pro iniciační nastavení HFJV.

- Dle lidí z Bunnellu lze očekávat velkou závislost normokapnického VT na plicní patologii. Podle Karla, který má zkušenosti s HFOV u dospělých pacientů, nemá plicní patologie na VT nutný pro normokapnii výrazný vliv; rozhodně je tento vliv menší, než na jiné parametry, zejména oxygenační.
- Toto téma se jeví jako zajímavé pro praxi. Podle Dava bude zajímavý jakýkoliv výsledek a měl by se prezentovat na HFV konferenci ve Snowbird :-).

- I. Po provedení průzkumu literatury navrhnout klinickou studii s výše uvedeným cílem. Podmínkou však bude dokonalé monitorování (zejména VT a Paw včetně plicní mechaniky Raw a Crs stat/dyn) a přesná diagnostika. Toto je podmíně existencí dobrého monitoru (pro kliniku asi schváleného Floriana) a schválením etické komise příslušné neonatologické JIP. (Toto téma je jen částečně vhodné pro studenty v rámci KA07; mohlo by se jednat o návrh metodiky, laboratorní ověřování přesnosti měření apod.).

Hypotéza 3: Velikost dechového objemu ovlivňuje hodnoty eliminovaného CO₂, koreluje s alveolární ventilací a podílí se na ovlivňování veličiny *servo pressure* (monitorováno HFJV ventilátorem Bunnell Life Pulse).

Cíl 3: Určit vztahy mezi dechovým objemem a ostatními ventilačními parametry, vč. potvrzení korelace servo tlaku a dechového objemu.

Jak dále kontrolovat kapnii? Pomocí etCO₂ (mainstream čidlo v exspirační části okruhu) při výdechu?

- Měření kapnie metodou EtCO₂ je obtížné a o jejím využití lidi z Bunnellu nic nevědí. Podobná situace je i u HFOV, ale zde je ještě horší pro malé rozměry a použití konvenčních dechů
- U tohoto bodu by bylo nutné udělat detailní rozbor, spočítat teoretické koncentrace CO₂ ve smíšeném plynu (s bias průtokem?), nebo měřit CO₂ na jin místě? Toto se jeví jako poměrně komplikované téma. (Toto není vhodné téma pro studenty v rámci KA07).

S firmou Bunnell Inc. byla dohodnuta kontinuální spolupráce v průběhu následujícího roku a společné průběžné hodnocení dosažených výsledků na příští konferenci HFV ve Snowbird na jaře roku 2014.

Původní technické podklady pro jednání – předběžné výsledky pilotního měření

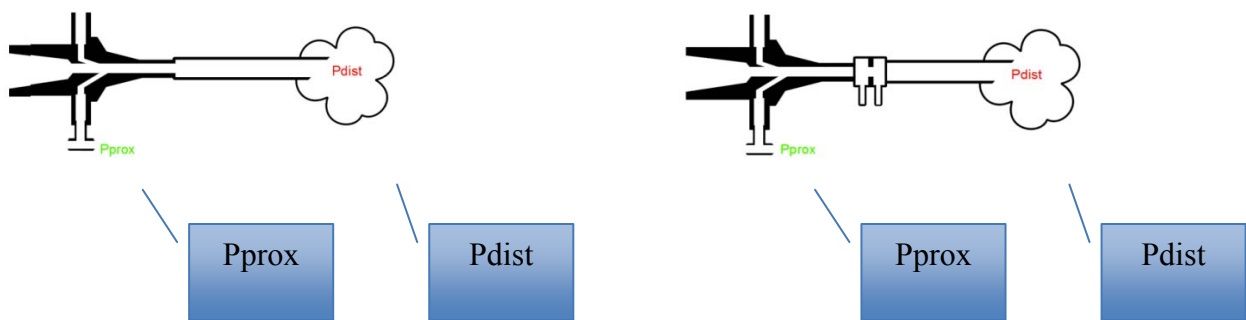
Analýza vlivu senzoru na charakter jet flow

Na ČVUT FBMI byl vyroben experimentální snímač průtoku.

Pro měření byl použit LifePort adaptér pro průměr ETC 3,5 mm, experimentálně navržená clonka z nerezů (měřicí porty u clonky byly napojeny na tlakový sensor, zde neuváděno) a rigidní nádoba (CocaCola 0,33l) jako model plic neonatálního pacienta, viz principiální schéma níže.

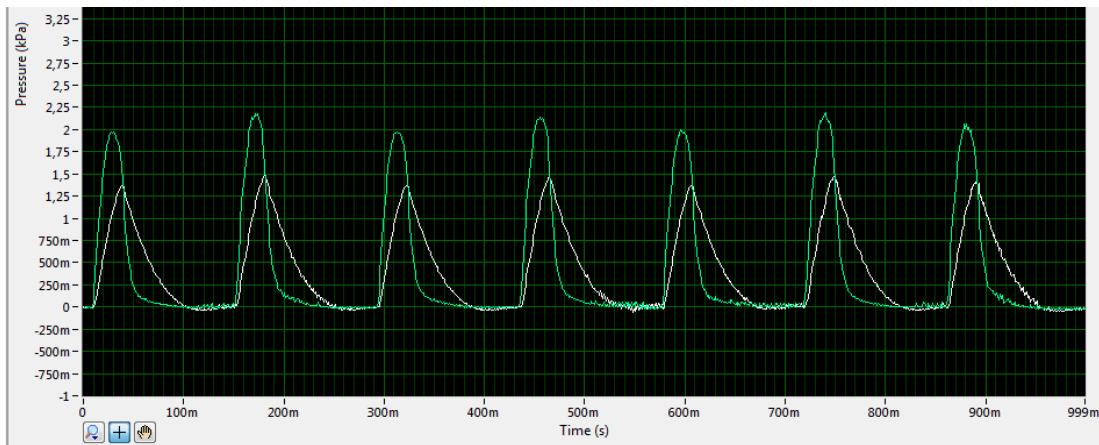
Nastavení ventilátoru:
PIP = 20cmH₂O
PEEP = 0 H₂O
RR = 420 bpm

Průběhy tlaků v jednotlivých měřicích bodech (P_{prox} , P_{dist}) jsou na obrázcích 2 a 3.

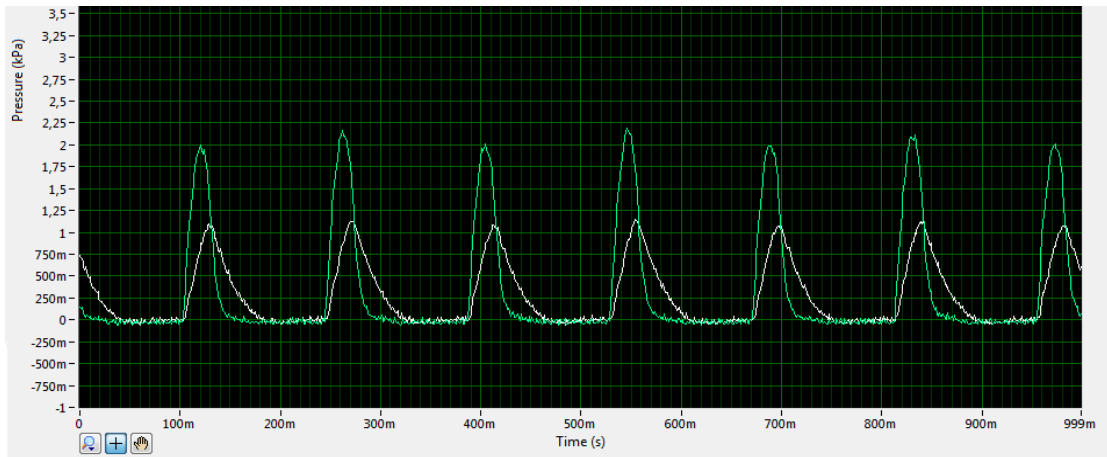


Obr. 1: Principiální schéma

Změřené křivky:

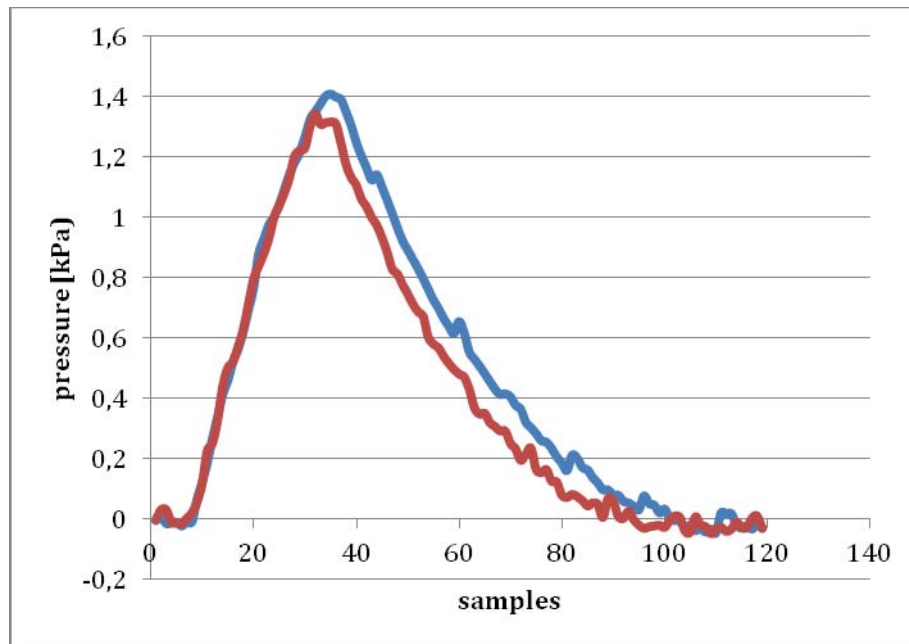


Obr. 2: Zapojení bez clony - zapojení bez clony – zelená křivka je průběh tlaku P_{prox} (měřeno téčkem ve standardní měřící větvi LifePortu), bílá křivka je tlak uvnitř nádoby), diferenční clona nebyla zapojena.



Obr. 3: Zapojení s clonou – zelená křivka je průběh tlaku P_{prox} (měřeno téčkem ve standardní měřící větvi LifePortu), bílá křivka je tlak uvnitř nádoby), diferenční clona byla zapojena mezi LifePort a ETC. Délka clony je 3cm, mrtvý prostor senzoru je $<0,5$ ml.

Dílčí závěr analýzy vlivu senzoru na charakter jet flow



Obr. 4: ukázka průběhů tlakových vln v rigidní nádobě – porovnání tlakových vln (měřeno P_{dist}) v modelu plic. Modrá – bez senzoru, červená – s využitím senzoru. Nastavení ventilátoru PIP = 20cmH₂O, PEEP = 0 H₂O, RR = 420 bpm. Pokles tlakové amplitudy s využitím senzoru je, v dosud provedených měřeních (zkoušeny různé frekvence), do 20 % oproti zapojení bez senzoru. Tvar tlakové křivky zůstává stejný.