



České vysoké učení technické  
v Praze  
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA02/č. 9:

**Vliv uživatelem nastavitelných parametrů na chování  
systémů patientského simulátoru METI ECS**

**Metodický pokyn pro vyučující se vzorovým protokolem**

Ing. Petr Kudrna, Ing. Martin Rožánek, Ph.D., Ing. Jan Suhomel  
([petr.kudrna@fbmi.cvut.cz](mailto:petr.kudrna@fbmi.cvut.cz), [rozanek@fbmi.cvut.cz](mailto:rozanek@fbmi.cvut.cz), [jan.suchomel@fbmi.cvut.cz](mailto:jan.suchomel@fbmi.cvut.cz))

**Poděkování:**

Tato experimentální úloha vznikla za podpory Evropského sociálního fondu v rámci realizace projektu „Modernizace výukových postupů a zvýšení praktických dovedností a návyků studentů oboru Biomedicínský technik“, CZ.1.07/2.2.00/15.0415.

Období realizace projektu 11. 10. 2010 – 28. 2. 2013.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Využití patientského simulátoru a simulátorů dýchání v oblasti ventilační techniky (metodický podklad pro vyučující)

### Motivace a cíl:

Cílem úlohy je seznámit studenta s problematikou umělé plicní ventilace a základními vlastnostmi konvenčního plicního ventilátoru. Motivací je fakt, že je umělá plicní ventilace široce využívána v praxi, ve chvílích kdy selhává nebo je úmyslně utlumena spontánní ventilace. Součástí úlohy je i zažití odborných termínů a fyzikálních jednotek, které se běžně v respirační péči využívají, aby byl absolvent předmětu schopný odborné komunikace v oblasti umělé plicní ventilace.

Mezi hlavní cíle úlohy patří:

- Pochopení pojmů minutová a alveolární ventilace a vztahu mezi nimi.
- Vliv velikosti dechového objemu a ventilační frekvence na alveolární ventilaci
- Ukázka základních parametrů umělé plicní ventilace na modelu plic
- Ukázka vlivu změny mechanických parametrů plic

### Předpoklady:

Na začátku úlohy je vhodné probrat se studenty složení vzduchu a hodnoty parciálních tlaků základních plynů v atmosféře a v lidském těle.

Před zahájením úlohy je nutné zkontrolovat nastavení ventilátoru, a to zejména zda není nastavený vysoký dechový objem či PEEP, což by mohlo poškodit simulátor plic!

Předpokládá se využití ventilátoru Veolar (Hamilton) a plicního modelu 5600i (Michigan Instruments). Návody jsou k dispozici v laboratoři umělé plicní ventilace.

Vhodné je probrat princip tlakově a objemově řízené ventilace včetně jejich nevýhod.

### Požadavky na studenty:

Pro zvládnutí cvičení je nutné přečtení návodu před započítím samotné úlohy v rámci domácí přípravy.

Během cvičení musí všichni studenti samostatně provést výpočty minutové a alveolární ventilace pro předem dané kombinace dechové frekvence a dechového objemu.

Při praktickém cvičení doporučuji rozdělit na dvě menší skupinky, z nichž jedna bude ovládat ventilátor a druhá simulátor, které jsou propojeny. Oběma skupinám bude dán čas na seznámení se s přístrojem a poté si navzájem přístroje představí. Na konci bude provedena série měření za spolupráce obou skupin.

Všichni samostatně zhodnotí úlohu (sepíše závěr, který shrne měření).

### **Postup přípravy studentů:**

V rámci domácí přípravy je nutné přečíst návod na úlohu.

Student si musí během cvičení uvědomit, že naprostá většina moderních přístrojů umělé plicní ventilace pracuje na principu ventilace přetlakem, která je nefyziologická. Porovnání s klasickým spontánním dýcháním je zobrazeno na animaci, kterou je nutné prohlédnout. Základní cíle a znalosti získané absolvováním úlohy jsou shrnuty v prezentaci, kterou musí student projít po přečtení návodu ve skriptech.

### **Literatura:**

Kompletní přehled o problematice umělé plicní ventilace je v knize Základy umělé plicní ventilace, autor Pavel Dostál a kol. Kniha je k dispozici v knihovně FBMI.

### **Slovník pojmů:**

Součástí úlohy je zažití následujících pojmů a jejich význam: minutová ventilace, alveolární ventilace,  $FiO_2$ , dechový objem, ventilační frekvence, PEEP, PIP, plicní mechanika, průtočný odpor, poddajnost plic.

### **Otázky k úloze:**

Jsou součástí úlohy ve skriptech. Student musí po hodině být schopen odpovědět na otázky a zhodnotit naměřené údaje.

### **Závěr:**

Student musí v závěru odpovědět na konkrétní položené dotazy. Student by měl znát rozdíl mezi ventilací podtlakem (fyziologická) a přetlakem. Musí znát základní parametry nastavované na ventilátoru a jejich vliv na krevní plyny pacienta, orientaci v jednotkách mmHg, mmH<sub>2</sub>O atd. Musí znát princip tlakově a objemově řízené ventilace a jejich základní nevýhody.

Získané znalosti využijí během studia u předmětu Speciální přístrojová technika v anestezii a resuscitační péči.

Znalosti zmíněné v závěru by měl student vědět i při státní závěrečné zkoušce.

### Vzorové údaje z absolvované výuky:

Přílohou dokumentu jsou vypočtené hodnoty a zjištěné závěry z absolvování úlohy. Konkrétně se jedná o tabulku 6.1 a podkapitolu závěr.

Tab. 6.1: Hodnoty minutové a alveolární ventilace pro různé kombinace dechového objemu a dechové frekvence.

	$f = 12 \text{ d/min},$ $V_t = 0,625 \text{ L}$	$f = 15 \text{ d/min}$ $V_t = 0,5 \text{ L}$	$f = 18 \text{ d/min}$ $V_t = 0,425 \text{ L}$
$V_M$ - Minutová ventilace [L/min]	<b>7,50</b>	<b>7,50</b>	<b>7,65</b>
$V_A$ - Alveolární ventilace [L/min]	<b>5,58</b>	<b>5,10</b>	<b>4,77</b>

### ZÁVĚR

Shrňte své poznatky z úlohy a vyjádřete se k následujícím bodům.

#### **Vliv $V_t$ na minutovou a alveolární ventilaci:**

*Pokud je udržována konstantní minutová ventilace, dochází se snížením dechového objemu a nárůstem frekvence ventilace ke snížení alveolární ventilace. Tato závislost je dána anatomickým mrtvým prostorem respiračního systému, který se odečítá od dechového objemu při výpočtu alveolární ventilace.*

#### **Co znamená zkratka PEEP a jaký má význam při ventilaci:**

*PEEP je zkratka sousloví „positive end expiratory pressure“. Jedná se o pozitivní tlak na konci výdechu, který zabraňuje kolapsu plic. Běžná inicializační hodnota je 4-5 cmH<sub>2</sub>O. Pokud to vyžaduje stav pacienta. Dochází k jeho navýšení.*

#### **Co znamená symbol $P_{\text{peak}}$ a jaký má význam při ventilaci:**

*Symbol  $P_{peak}$  značí špičkový tlak ve ventilačním okruhu (peak inspiratory pressure). Obecně je snahou tento tlak minimalizovat, aby bylo minimalizováno riziko poškození plic vysokým tlakem.*

**Jmenujte základní mechanické parametry plic a uveďte jejich jednotky:**

*Mezi základní mechanické parametry plic patří průtočný odpor dýchacích cest a alveolární poddajnost. Jednotkou průtočného odporu je kPa.s/L a jednotkou alveolární poddajnosti je L/kPa.*

**Popište rozdíl mezi objemově a tlakově řízenou ventilací:**

*U objemově řízené umělé plicní ventilace je primárním cílem udržení dechového objemu. Při zvýšení průtočného odporu dýchacích cest nebo snížení poddajnosti plic dochází k navýšení ventilačního tlaku s čímž je spojené větší riziko adversních efektů ventilace.*

*U tlakově řízené ventilace je určen špičkový (maximální) tlak ve ventilačním okruhu. Při změně mechanických parametrů plic dochází ke změně dechového objemu s rizikem nedostatečné ventilace subjektu.*