



České vysoké učení technické
v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA02/č. 9:

Vliv uživatelem nastavitelných parametrů na chování systémů patientského simulátoru METI ECS

Ing. Petr Kudrna, Ing. Martin Rožánek, Ph.D., Ing. Jan Suchomel
(petr.kudrna@fbmi.cvut.cz, rozaneck@fbmi.cvut.cz, 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

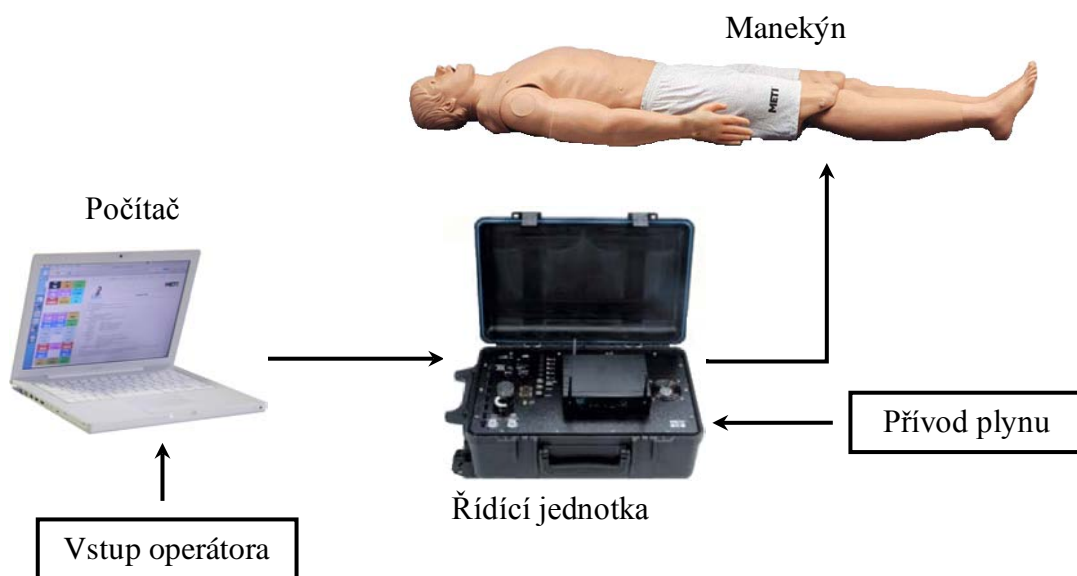
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

9. Vliv uživatelem nastavitelných parametrů na chování systému patientského simulátoru METI ECS

Interaktivní, celotělový, patientský simulátor METI, model Emergency Care Simulator (ECS) je určen pro trénink praktických dovedností a zvládnání akutních situací, zejména pro zdravotnický personál. Tento simulátor věrohodně napodobuje anatomickou stavbu lidského těla a umožňuje demonstrovat akutní klinické příznaky (např.: krvácení, zástava srdce, špatné dýchání, křeče, a pod.).

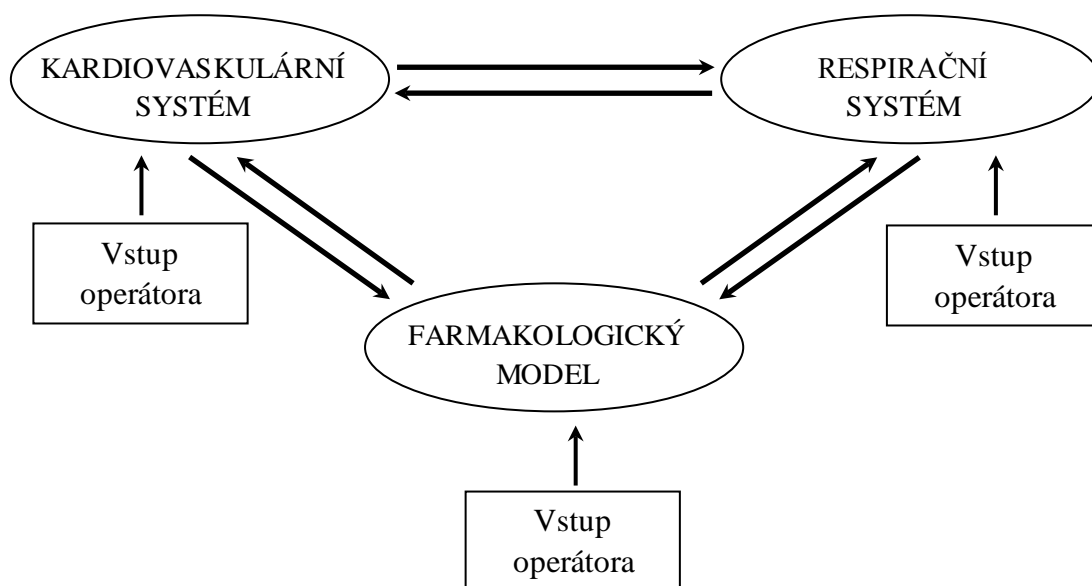
ECS lze ovládat přímo operátorem (osoba obsluhující počítač ovládající ECS) v reálném čase, nebo pomocí před programovaných scénářů, které lze dále ovlivňovat dle aktuální potřeby a situace.

Zařízení ECS je složeno ze tří komponentů, viz Obr 9.1: jedná se o počítač s obslužným softwarem METI, řídicí jednotku PCU a model těla. Počítač prostřednictvím softwaru komunikuje s řídicí jednotkou, která ovládá veškeré elektronické a za pomoci externě přiváděných plynů i pneumatické systémy figuríny.



Obr. 9.1: Schéma propojení jednotlivých komponent ECS

Chod celé simulace zajišťuje sofistikovaný SW model, který je spuštěn na PC operátora. SW model zahrnuje tři hlavní kompartmenty - kardiovaskulární, respirační a farmakologický. Tyto části se navzájem ovlivňují, jako u fyziologie reálného člověka. Pokud je nějaký parametr změněn u jednoho kompartmentu, adekvátně se změny všechny ostatní parametry, které jsou ve vzájemné vazbě, viz vzájemná propojenost na Obr. 9.2.



Obr. 9.2 – vzájemné propojení částí celotělového patientského simulátoru

Respirační soustava

Model respirační soustavy lze dělit na dvě části. Horní cesty dýchací jsou reprezentovány dutinou nosní, nosohltanem, částí hltanu a částí hrtanu. Dolní cesty dýchací jsou reprezentovány průdušnicí, průduškami a plícemi.

Horní cesty dýchací

Realisticky napodobují anatomickou stavbu horních cest dýchacích. Lze provést jak orotracheální intubaci, tzn. zavedení tracheální rourky ústy do průdušnice pacienta, tak i nazotracheální intubaci, kdy je rourka zaváděna přes nos do pacienta. Při intubaci může nastat několik komplikací, které se mohou také realisticky objevit u tohoto simulátoru:

- zavedení tracheální rourky **příliš hluboko do jedné ze dvou průdušek** V takovém případě dochází pouze k ventilaci jedné plíce – je možné pozorovat pohyb pouze jedné strany hrudníku.
- **zavedení tracheální rourky do jícnu** - v tomto případě je možné sledovat žaludeční distenzi.
- **otok orofaryngu** - velikost otoku lze nastavit na různé úrovně (středně těžký až těžký) a zabránit tak orotracheální intubaci. V tomto případě, je pak možné provést, díky vyměnitelné kůži na krku, tracheostomii, tzn. chirurgický zákrok, kdy se v průdušnici na krku vytvoří trvalý otvor zajišťující dýchání, nebo koniotomii, tzn. otevřením

dýchacího systému ve výšce hrtanu v místě ligamentum conicum mezi chrupavkou prstencovou a štítnou.

Dolní cesty dýchací soustava

Pacientský simulátor dýchá spontánně a je schopen simulovat spotřebu kyslíku a produkce oxidu uhličitého. Na ECS je také možné realizovat pohyb pouze jedné strany hrudníku pro případ např. špatné intubace, či závažného poškození jedné plíce. Na pravé i levé straně hrudního koše lze poslouchat fyziologické i patologické dechové zvuky.

ECS je schopen simulovat atelektázu, pneumotorax, astma nebo CHOPN. Dále dokáže reagovat na podání léků. Matematický model funkce plic neustále vypočítává stav pacientových krevních plynů a pH vzhledem na změnu dýchání.

Kardiovaskulární soustava

U pacientského simulátoru lze využívat nastavení fyziologické i patologické srdeční aktivity, včetně ozev, které jsou synchronizované s QRS komplexy na EKG. Srdeční ozvy jsou detekovatelné pomocí stetoskopu na levé a pravé horní i dolní sternální hranici. K pacientskému monitoru lze připojit přes příslušné pozice na hrudi manekýna 5-ti svodové EKG a lze aktivitu sledovat i na reálném monitoru vitálních funkcí.

Na krku, zápěstí, paži, stehnu, v podkolenní a na chodidlech je hmatatelný puls, který je opět synchronizován s EKG.

ECS dovoluje dále měřit a monitorovat:

- Arteriální krevní tlak
- Centrální venózní tlak
- Levý ventrikulární tlak
- Pravý ventrikulární tlak
- Pravý atriální tlak
- Tlak v plicnici
- Srdeční výdej pomocí termodiluce

Systém dynamicky modeluje hodnoty arteriálních krevních plynů, včetně pH, PCO₂ a PO₂, podle alveolárních koncentrací oxidu uhličitého a kyslíku. Je možné simulovat metabolickou acidózu i alkalózu.

Farmakologický kompartment

Celotělový patientský simulátor obsahuje před-programovaný farmakokinetický a farmakodynamický model, pro více jak 60 různých druhů léčiv. Podávání léčiv je pouze simulované – tzn. Podání léčiv musí vždy nastavit operátor simulátoru během simulace na pokyn probandů, fyzicky je možné aplikovat injekční jehlou do vena cephalica, vena basalica nebo vena mediana antebrachii pouze atrapu léku. Simulátor na tuto atrapu nijak nereaguje, vždy je nutný zásah operátora.

HR	MAP	C.O.
72	79	5.8
SpO2	Hct	Isch. Idx.
98	42.30	1.79
ABP	PAP	CVP
117/52	26/11	10

Left Vol.	Right Vol.	Spont.VT
1331	1331	711
PACO2	PAO2	Spont.RR
40.7	105.2	12
Alv. N2O	Alv. Iso.	Alv. Sevo.
0.0	0.0	0.0
Alv. Halo.		Alv. Enf.
0.0		0.0
PaCO2	pH	PaO2
40.3	7.44	105.7
PvCO2		PvO2
44.8		42.4
TBody	Weight	TBlood
36.5	70.0	37.0

Standard Man
Name, Age, and Gender:
Stan D. Ardman ("Standard Man", "Stan"), 33-year old, male
History of Present Illness:
Otherwise healthy adult with compound ankle fracture requiring ORIF.
Past Medical History:
None
NKDA
Does tobacco, alcohol, and IV drug use
Runs 2 miles several times a week
Past Surgical/Anesthetic History:
Tonsillectomy at age 6, general anesthesia without complications
No family history of anesthetic problems
Review of Systems:
CNS: Negative for stroke
Cardiovascular: Negative for hypertension, angina, DOE
Pulmonary: Negative for COPD, asthma, recent URI
Renal/Hepatic: Negative for renal failure, jaundice
Endocrine: Negative for diabetes, thyroid disease
Hem/Coag: Negative for anemia, bruising
Current Medications:
None
Physical Examination:
General: Healthy adult male, average build, in no distress
Weight, Height: 70 kg, 6'0"
Vital Signs: HR 73 bpm, BP 113/52 mmHg, RR 13 br/min, SpO2 97%
Airway: Full dentition, no loose teeth FROM neck & TMJ, wide oral opening, 4 lb mandible, MC 1
Lungs: Relaxed respiration, with clear bilateral breath sounds
Heart: RRR, Normal S1, S2; no S3, S4, murmur, or rub
Laboratory, Radiology, and other relevant studies:
HCT: 42.3%
Narrative:
A healthy adult male who runs two miles several times a week suffers a compound ankle fracture and requires ORIF. Patient has no systemic illness or other health problems. He received general anesthesia uneventfully as a child and there is no family history of anesthesia problems. Physical examination reveals no anesthetic concerns. Patient refuses regional anesthesia and requests general anesthesia.

Obr 9.3 – patientské okno

Scénáře

ECS má již předprogramované některé počáteční konfigurace pacienta a scénáře. Viz níže:

- muž, 33 let, zdravý, bez předešlých zdravotních problémů
- žena, 29 let, v 40. týdnu těhotenství bez komplikací
- žena, 70 let, bývalá kuřačka s mírnou hypertenzí
- muž, 61 let, alkoholik a kuřák s ischemickou chorobou srdeční a chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN)

- muž, 20 let, zdravý, ale hypertermický, hypermetabolický a dehydrovaný v důsledku intenzivní fyzické zátěže

Konfigurace jednotlivých pacientů je možné změnit podle svých potřeb nebo vytvořit nového pacienta.

Software METI ECS

Pro programování využívá METI ECS software METI HPS6 či novější SW MÜSE, které jsou navrženy pro běh na platformě Apple s využitím operačního systému MAC.

Po spuštění programu lze zvolit buď z již před-programovaných pacientů, nebo si vytvoří nového podle svých představ. „The Patient Window“ (Obr. 9.3), ve kterém jsou aktuální hodnoty měřených veličin (Tab. 9.1) u celotělového patientského simulátoru, čas simulace a záložky (Tab 9.2) s informacemi o pacientovi a scénáři a záložky pro vstup instruktora do simulace.

Tab. 9.1: tabulka měřených hodnot

Parametr	Název	Jednotka
HR	Tepová frekvence	puls/min
MAP	Střední arteriální tlak	mmHg
C. O.	Srdeční výdej	l/min
SpO2	Saturace kyslíkem	%
Hct	Hematokrit	%
Isch. Idx.	Ischemický index	
ABP	Arteriální krevní tlak	mmHg
PAP	Krevní tlak v plicnici	mmHg
CVP	Centrální žilní tlak	mmHg
Left Vol.	Objem levé plíce	ml
Right Vol.	Objem pravé plíce	ml
Spont. VT	Spontánní dechový objem	ml
PACO2	Alveolární parciální tlak CO ₂	mmHg
PAO2	Alveolární parciální tlak O ₂	mmHg
Spont. RR	Spontánní dechová frekvence	dech/min
Alv. N2O	Alveolární parciální tlak N ₂ O	mmHg
Alv. Iso.	Alveolární parciální tlak Isofluranu	mmHg
Alv. Sevo.	Alveolární parciální tlak Sevofluranu	mmHg
Alv. Halo.	Alveolární parciální tlak Halotonu	mmHg
Alv. Enf.	Alveolární parciální tlak Enfluranu	mmHg
PaCO2	Arteriální parciální tlak CO ₂	mmHg
pH	pH	
PaO2	Arteriální parciální tlak O ₂	mmHg
PvCO2	Venózní parciální tlak CO ₂	mmHg