

# Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče

Pavol Privitzer



# Laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky (Kofrlab)

Jiří Kofránek



Martin Tribula



Filip Ježek



Tomáš Kulháněk



Marek Mateják



Pavol Privitzer



Jan Šilar



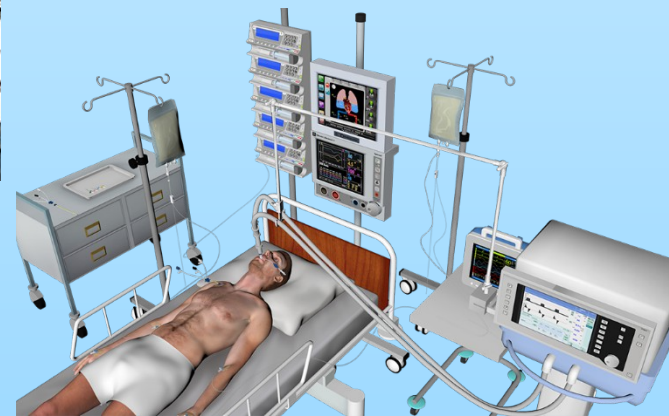
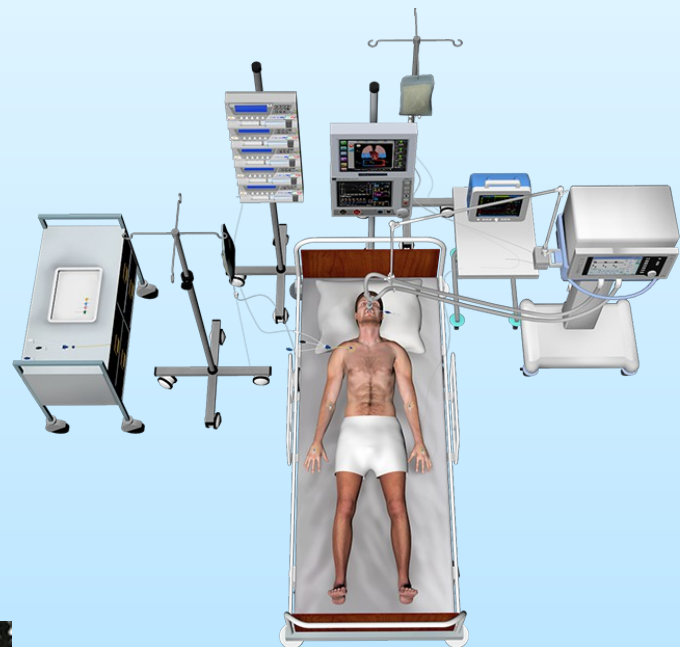
Martin Brož



Veronika Sýkorová



Klára Ulčová



Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče



# Laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky (Kofrlab)

## Patofyziológia

Preklinická výuka – 3.ročník medicíny

## Fyziologické modelovanie

Modelica – HumMod/Physiomodel

## Simulácie

Výukové simulátory – Bodylight

## Grafika

Počítačovní umelci - Hollarka

Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče



# Projekt virtuálneho pacienta

(MPO projekt - UK, Creative Connections a ComSys Trade)

Intenzívna medicína ~ klinika, v ktorej nie sme  
scenár septického pacienta

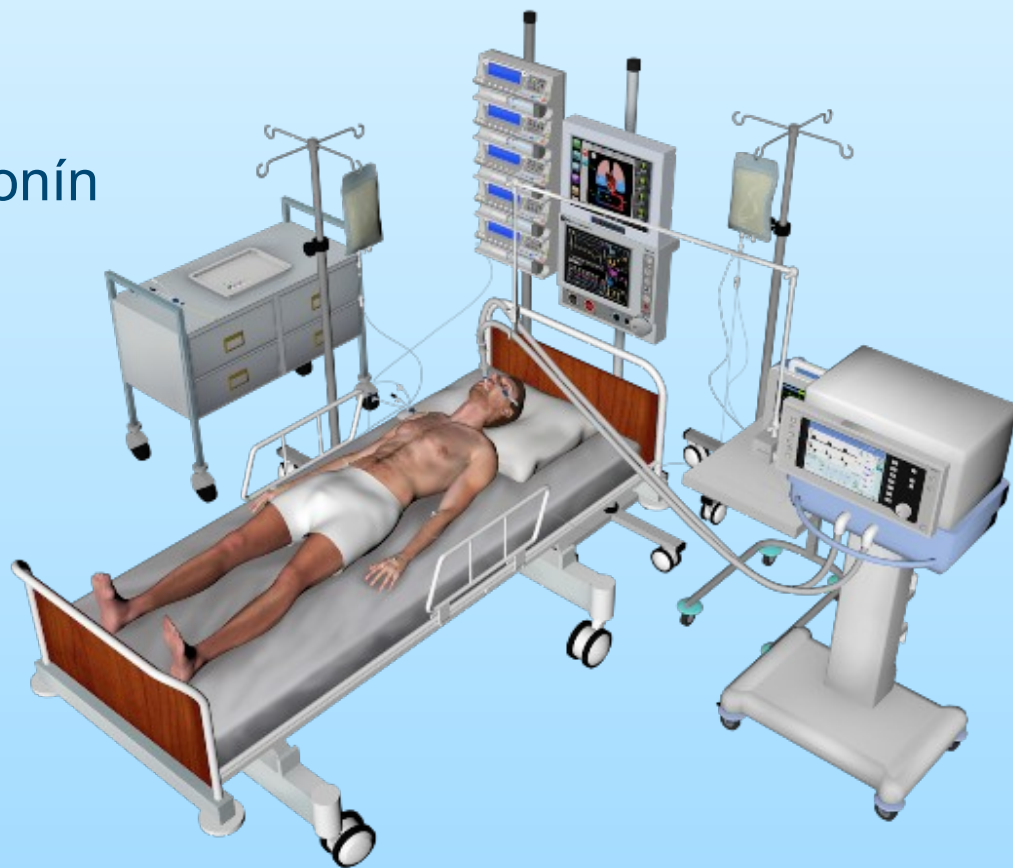
Spolupráca

Vojenská nemocnica – Těchonín

Tomáš Březina + Tomáš Henlín

[Akutne.cz](http://Akutne.cz)

Petr Štourač



Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče



# Spôsobu učenia ~ Škola hrou

## Systemová znalosť (tu sme dobrí)

Fyziologické modelovanie – fyziologická realita

## Schopnosť jednat' (to nám chýbalo)

Scenárové modelovanie – akcia v kontexte

## Škola ~ Virtuálna realita

médiá - 1D, 2D, **3D**

učiteľ, teamová hra(bude)



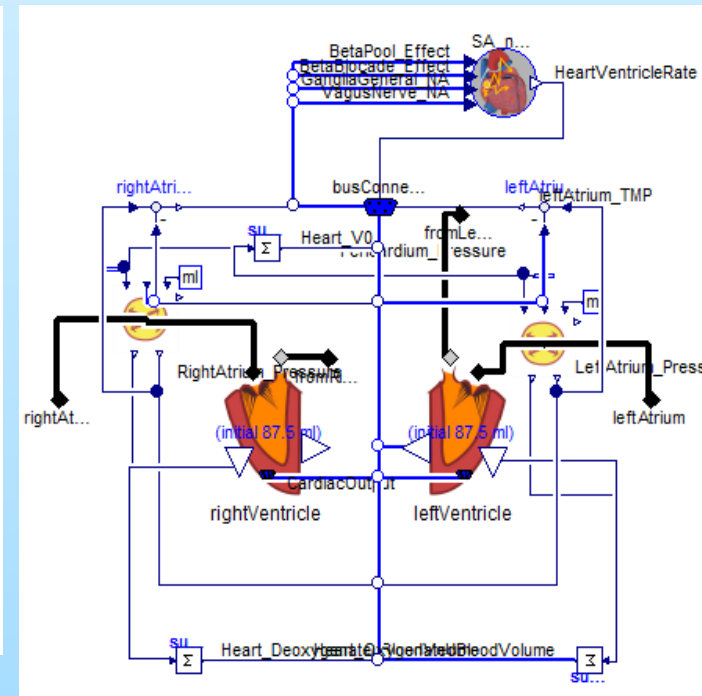
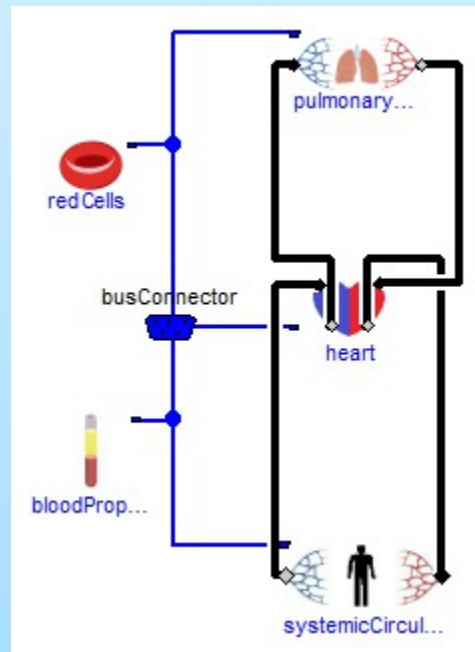
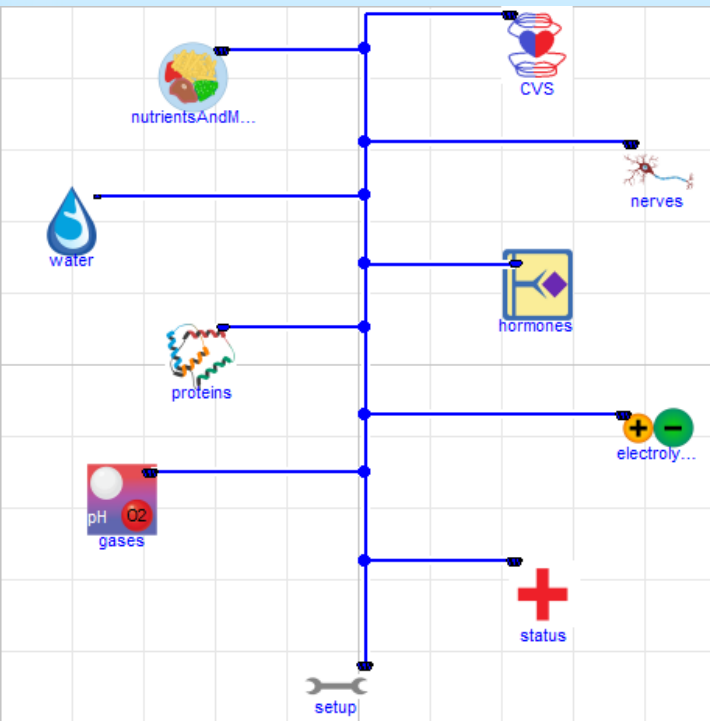
# Fyziologické systémy

Modelica

jazyk pre fyzikálne modelovanie (priemysel)

HumMod ~ Physiomechanics

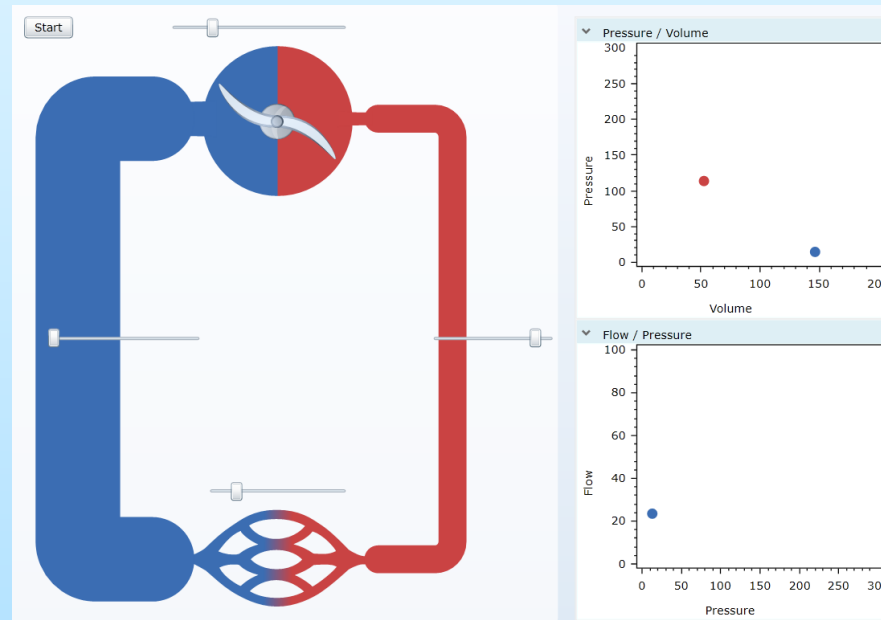
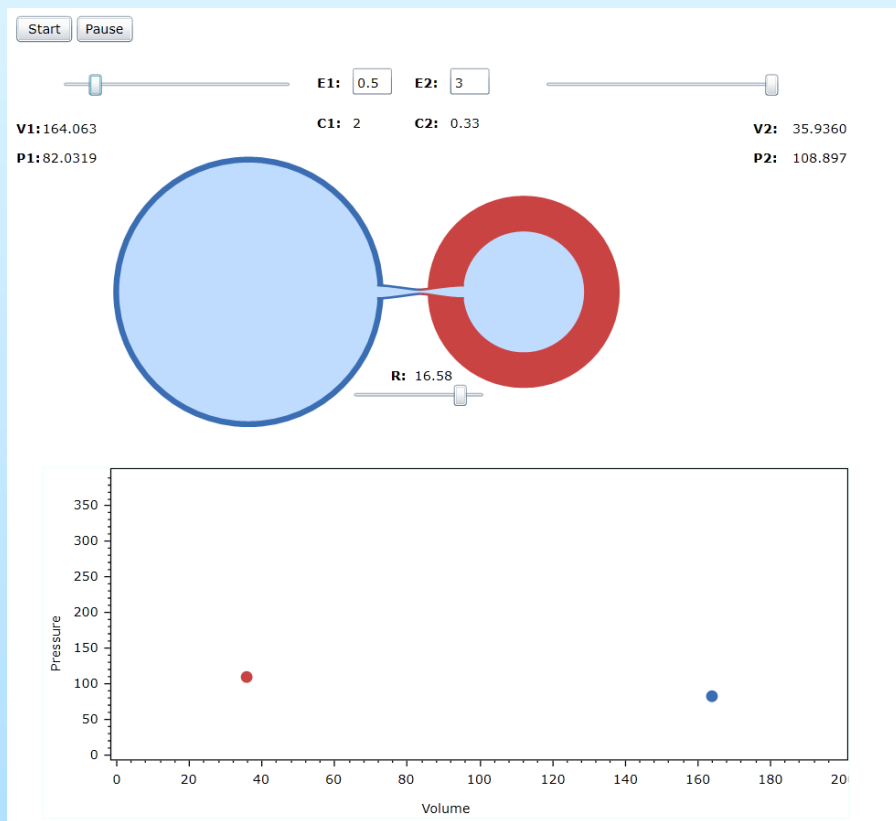
najväčší fyziologický model na svete (~5000 hodnôt)



Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče



# Výukové simulačné aplikácie



Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče





# Výukové simulační aplikace

**Jednoduchá cirkulace**

**Celkový objem krve [l]**  
 Vo [l]: 5.0 (norma 5.0)  
 Vs [l]: 3.4 (norma 3.4)

Objem krve v systémových arteriích a žilách [l]: 4.0  
 Objem krve v plicních arteriích a žilách [l]: 1.0  
 Neelastický objem Vo [l]: 3.4  
 Elastický objem Vs [l]: 1.62

**Normalizuj vše!**

Váha: 75.0 kg  
 Výška: 175.0 cm  
 Povrch těla: 1.903 m<sup>2</sup>  
 BMI: 24.5 kg/m<sup>2</sup>

**Plicní arterie**  
 Poddajnost [ml/(torr m<sup>2</sup>)] 1.58 (norma 1.58 ml/(torr m<sup>2</sup>))  
 Tlak [torr] 18.82  
 Objem [l] 0.32

**Pravé srdce**  
 Sklon Starlingovy křivky [ml/(torr sec m<sup>2</sup>)] 8.8 (norma 8.8 ml/(torr sec m<sup>2</sup>))  
 Ruční řízení průtoku  Graf

**Systémové ženy**  
 Poddajnost [ml/(torr m<sup>2</sup>)] 105 (norma 105 ml/(torr m<sup>2</sup>))  
 Tlak [torr] 5.64  
 Objem [l] 3.45

**Plicní rezistence** [(torr sec m<sup>2</sup>)/ml] 0.19 (norma 0.19 (torr sec m<sup>2</sup>)/ml)  
 Minut. objem [l/min]: 5.65 5.65  
 Srdeční index [l/(min m<sup>2</sup>)] 2.97

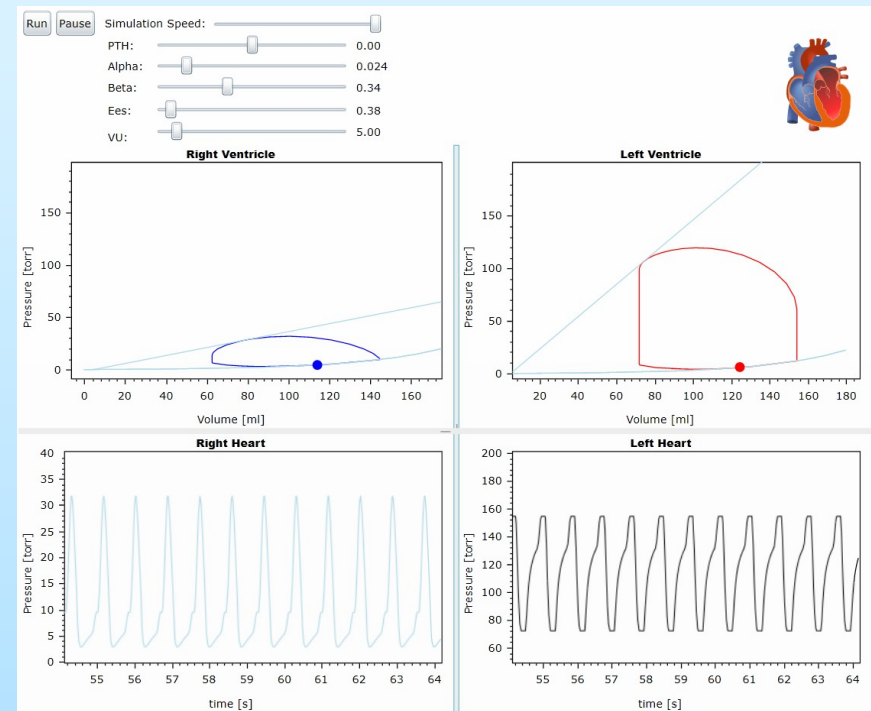
**Plicní ženy**  
 Poddajnost [ml/(torr m<sup>2</sup>)] 16 (norma 16 ml/(torr m<sup>2</sup>))  
 Tlak [torr] 9.41  
 Objem [l] 0.64

**Levé srdce**  
 Sklon Starlingovy křivky [ml/(torr sec m<sup>2</sup>)] 5.3 (norma 5.3 ml/(torr sec m<sup>2</sup>))  
 Ruční řízení průtoku

**Systémové arterie**  
 Poddajnost [ml/(torr m<sup>2</sup>)] 0.8 (norma 0.8 ml/(torr m<sup>2</sup>))  
 Tlak [torr] 99.75  
 Objem [l] 0.58

**Systémová rezistence** [(torr sec m<sup>2</sup>)/ml] 1.9 (norma 1.9 (torr sec m<sup>2</sup>)/ml)

1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky





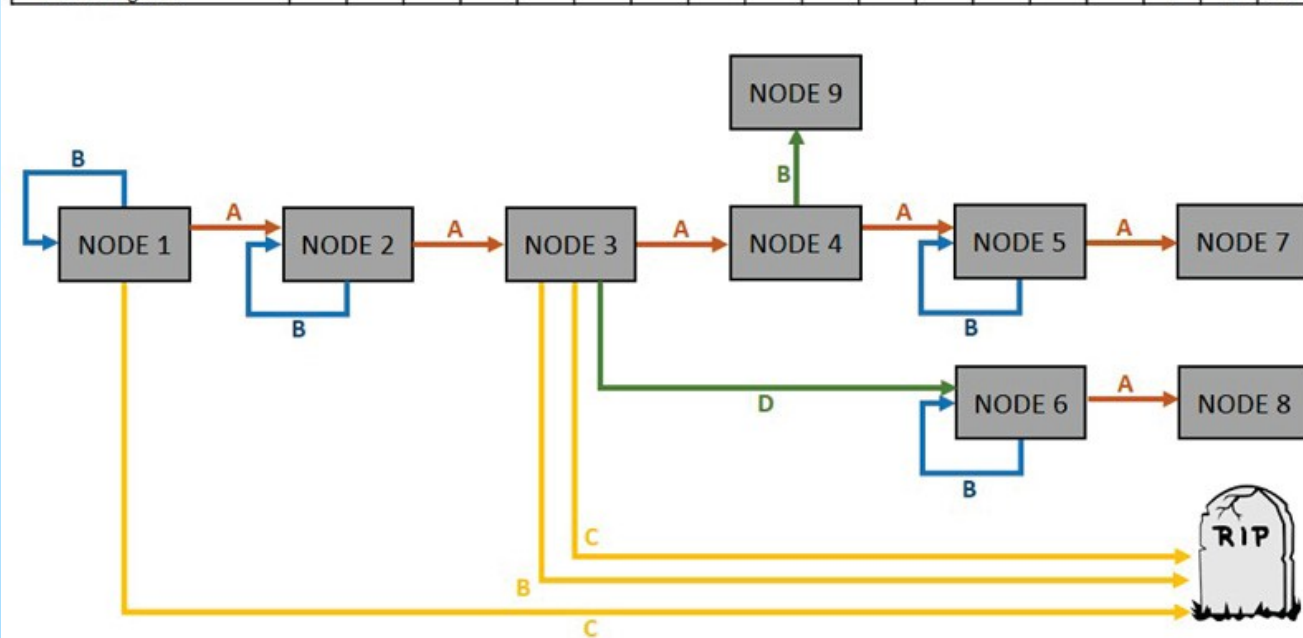


# Reprezentácia scenára (Problem Based Learning – pre nás novinka)

Problémové situácie (uzly) v čase ~ rozhodovanie

Spolupráca s Akutne.cz + kombinácia s fyziologickou simuláciou a 3D

NODE PATH	1A	1B	1C	2A	2B	3A	3B	3C	3D	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7	8	9
right option	•			•		•				•		•		•				
wrong option, to repair		•			•								•		•			
wrong option, fatal			•				•	•										
alternative option									•		•							
terminating node																•	•	•

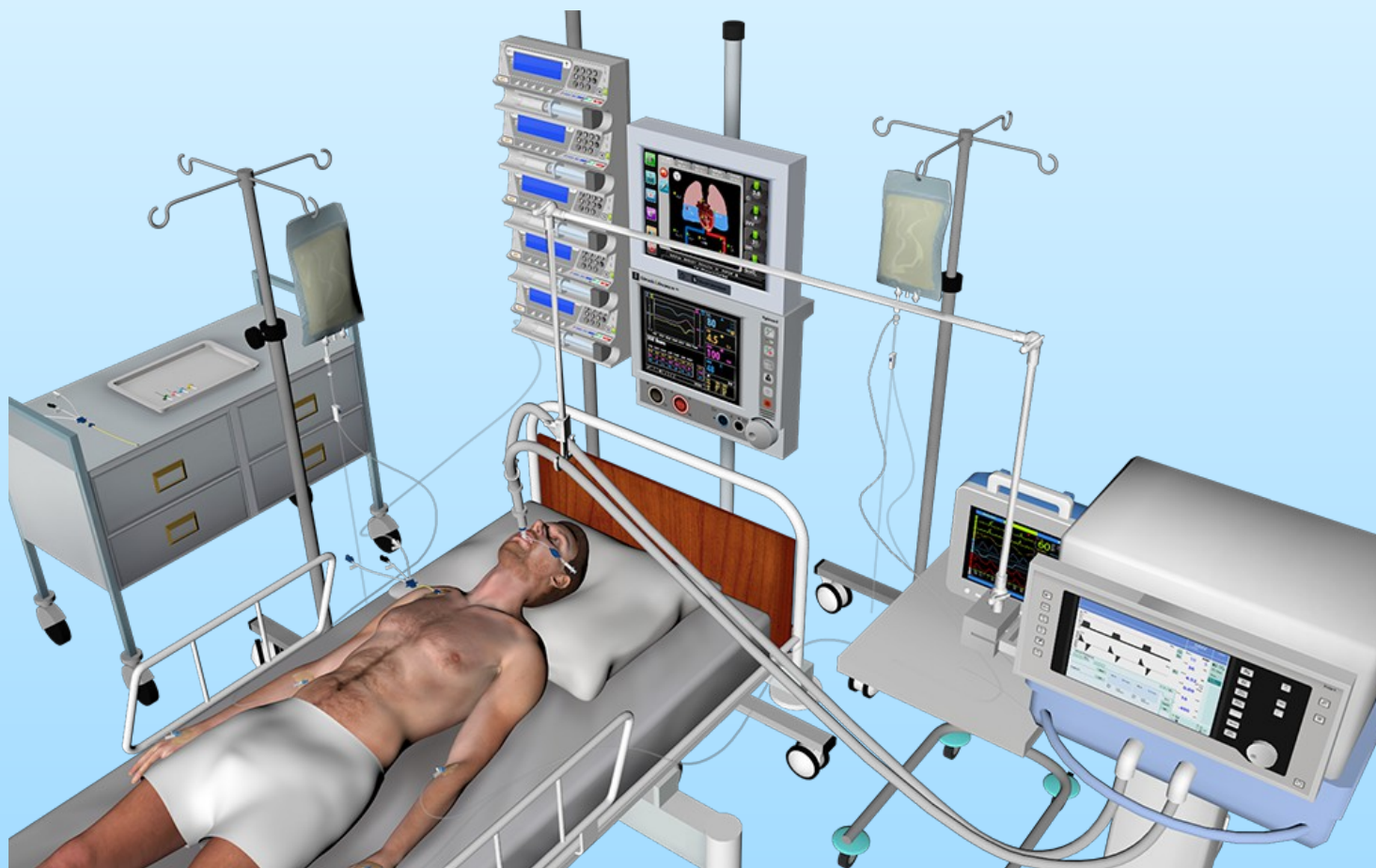




# 3D kontext ~ Virtuálna realita

(Bolo) náročné médium

- zatiaľ len základný kontext bez výrazného ovládania



Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče



# 3D kontext ~ Virtuálna realita

## 3D komponenty

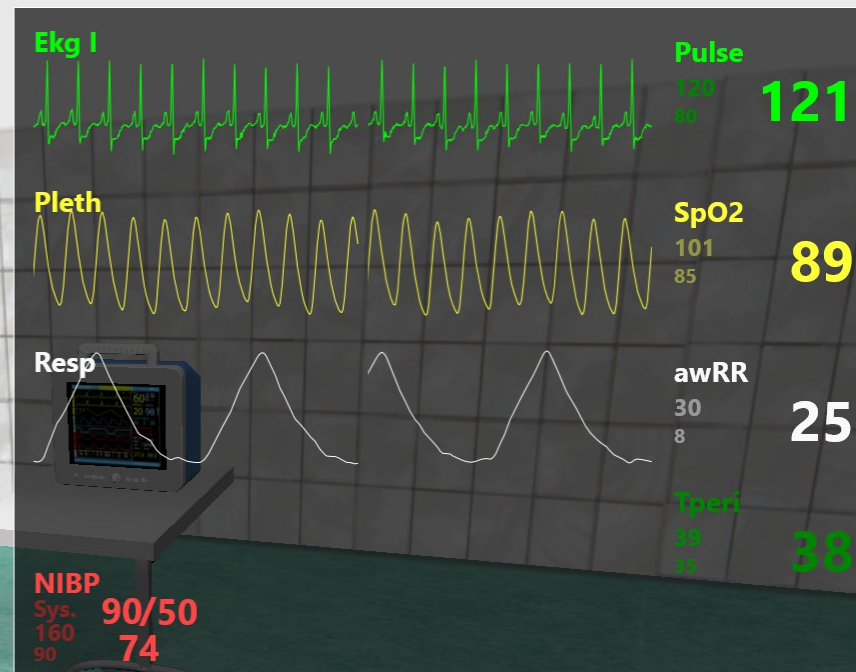
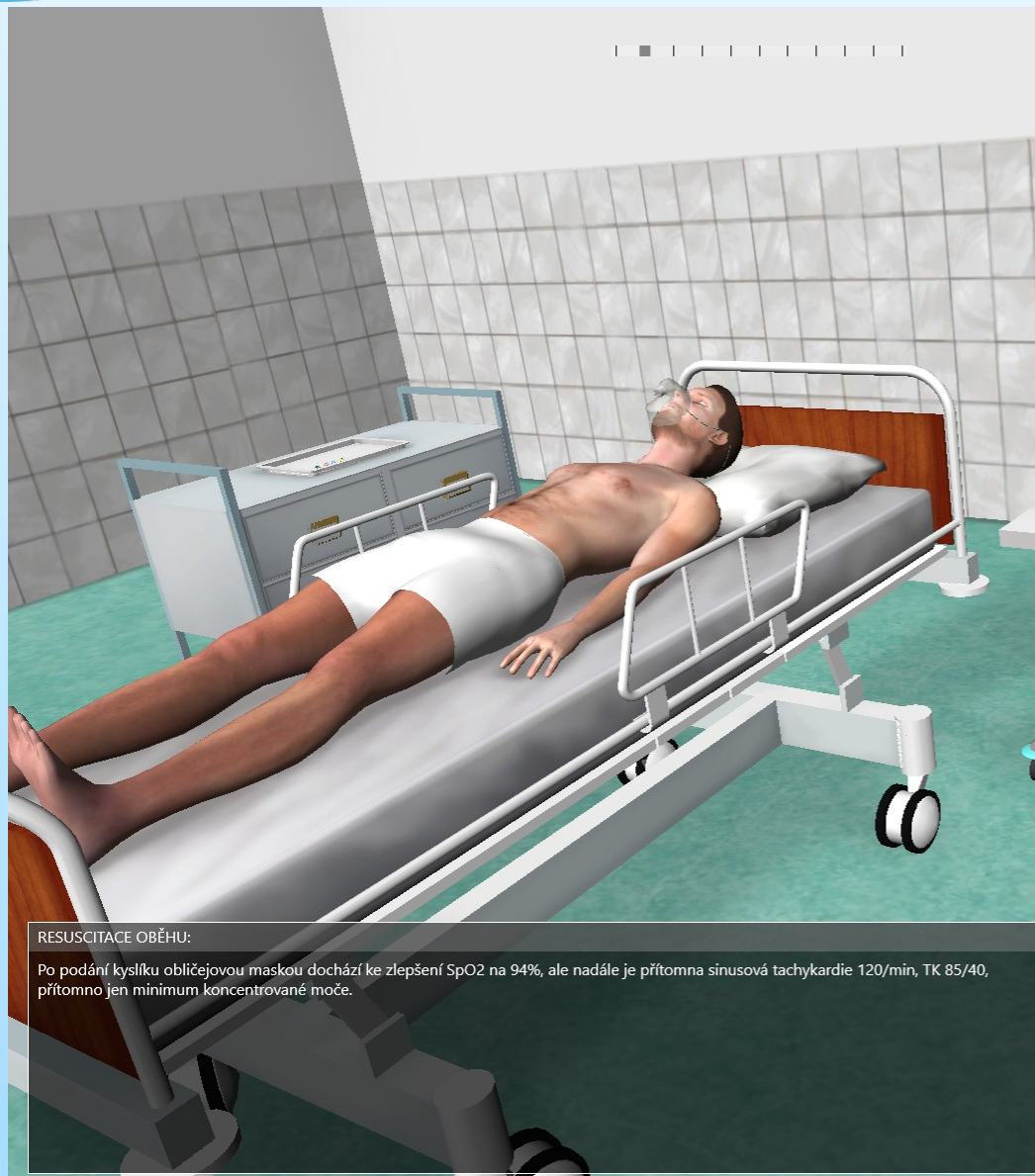


Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče





# Aplikácia ~ ukážky



VYŠETŘENÍ      NÁPOVĚDA      CHAT

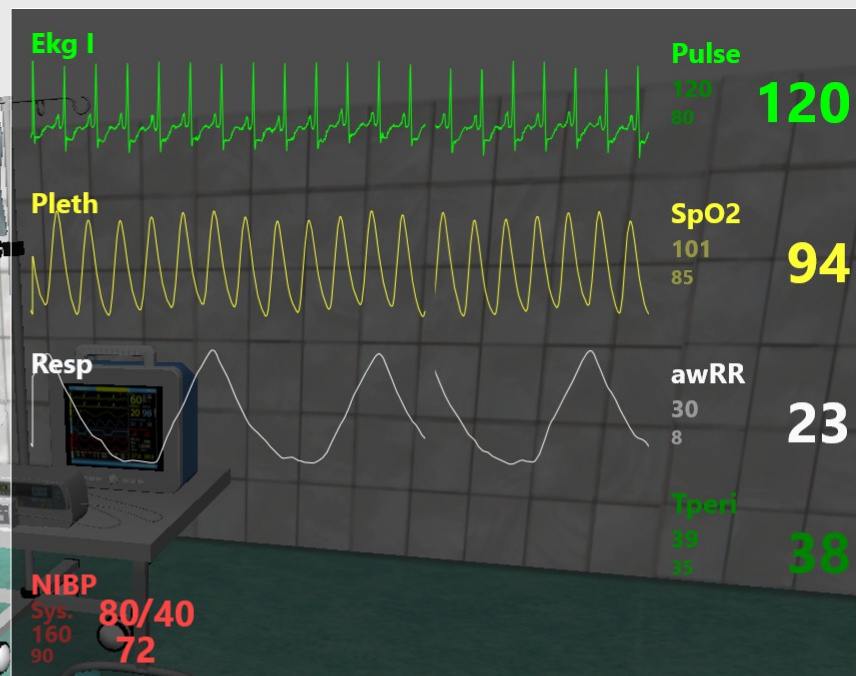
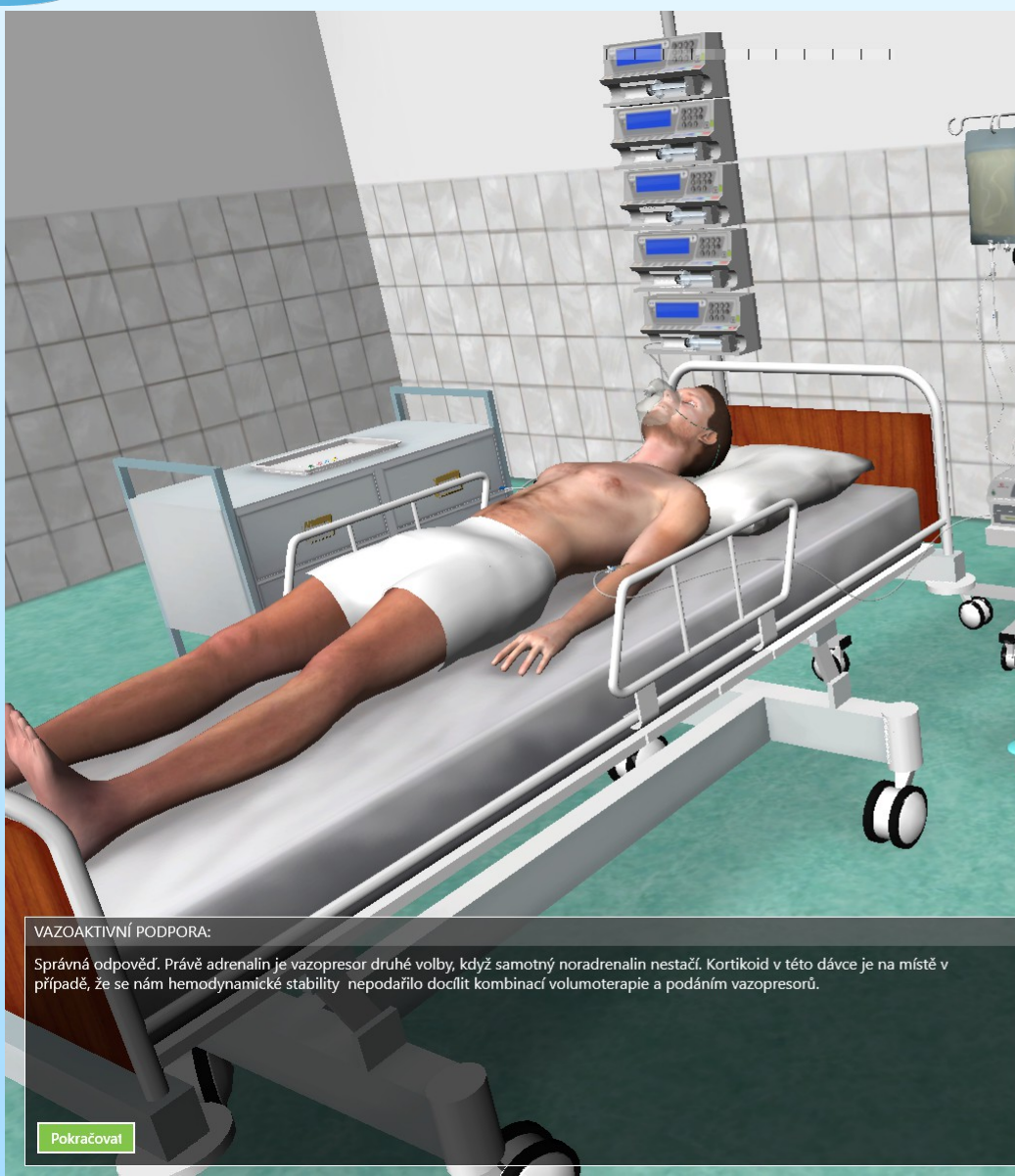
Sinusová tachykardie > 100/min.

**RESUSCITACE OBĚHU:**  
Po podání kyslíku obličejovou maskou dochází ke zlepšení SpO2 na 94%, ale nadále je přítomna sinusová tachykardie 120/min, TK 85/40, přítomno jen minimum koncentrované moče.

- ŘEŠENÍ:**
- Podáme 30 ml/kg balancovaného krystaloidního roztoku během 30 minut a změříme hladinu laktátu.
  - Podáme širokospektrá ATB a změříme hladinu laktátu.
  - Podáme 15 ml/kg hydroxyethylškrobu během 30 minut a změříme hladinu laktátu.



# Aplikácia ~ ukážky



VYŠETŘENÍ      NÁPOVĚDA      CHAT

Dobutamin – katecholamin, inotropikum.  
 Převažuje účinek  $\beta_1$  – zvýšená kontraktilita, mírný  $\beta_2$  – vazodilatace.  
 Nemá dopaminergní efekt. Tj. vede k zvýšení srdečního výdeje se snížením vaskulární rezistence a poklesem krevního tlaku. Nepůsobí koronární vazokonstrikci, nicméně může vést k progresi nebo indukci koronární ischémii.  
 Hlavní indikace jsou stavy s nedostatečným srdečním výdejem, většinou bývá používán v kombinaci s adrenalinem.  
 Adrenalin – stimuluje  $\alpha$  i  $\beta$  receptory

**VAZOAKTIVNÍ PODPORA:**  
 Správná odpověď. Právě adrenalin je vazopresor druhé volby, když samotný noradrenalin nestačí. Kortikoid v této dávce je na místě v případě, že se nám hemodynamické stability nepodařilo docílit kombinací volumoterapie a podáním vazopresorů.

**Pokračovat**

**ŘEŠENÍ:**

**K noradrenalinu přidáme adrenalin a případně ještě podporíme hemodynamickou stabilitu hydrokortisonem (200 mg/den) v kontinuální infuzi.**

Využijeme možnost podávat vazopresin v dávce 0,03IU/min a případně ještě podporíme hemodynamickou stabilitu hydrokortisonem (200 mg/den) v kontinuální infuzi.

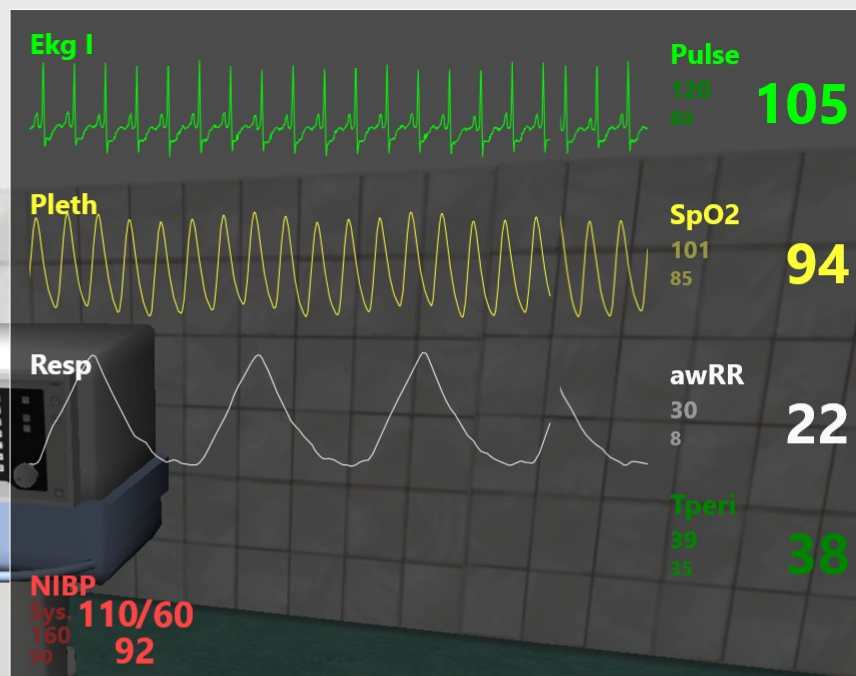
Protože se situace stává kritickou, podáme phenylefrin jako záchranou terapii.

Použijeme dopamin a vysokou dávku hydrokortisonu (3x200 mg/den).





# Aplikácia ~ ukážky



VYŠETŘENÍ	NÁPOVĚDA	CHAT
<p><b>Glc :</b> 13 ... 16 (čas 35s)  <b>KO :</b> Hb 100 g/l, Ht 0,33, Leu 40, Tro 100  <b>ABR :</b> pH 7,35 paO2 10, paCO2 5 BE - 3 , laktát 2  <b>Vyšetření :</b> INR 1,5, APTT 60s, urea 11 mol/l, CVP 11 mmHg, CI 3,5 L/min/m2 SVI 40 ml/m2, GEDI 780 ml/m2 , ELWI 7 ml/kg, SVRI 1700, ScvO2 70%, diuréza 0,5 ml/kg/h</p>		

### DALŠÍ PODPŮRNÍ TERAPIE:

Právě jsi ohrozil pacienta ! Podání čerstvé zmrazené plazmy ke korekci koagulačních parametrů u pacienta bez známek krvácení, nebo před plánovaným invazivním výkonem není indikované. Taktéž se už nedoporučuje podávat imunoglobuliny.

Zpět

### ŘEŠENÍ:

Žádoucí je korekce hyperglykémie, profylaxe stresového vředu, prevence hluboké žilní trombózy.

Vhodná je aplikace intravenozních imunoglobulinů, zahájit profylaxi stresového vředu, k úpravě koagulace bude nutné podat čerstvě zmrazenou plazmu.

Žádoucí je korigovat hyperglykémii, převést pacienta na imunomodulační nutriční, k úpravě acidobazické rovnováhy podáme hydrogenuhličitan, zahájíme podávání kortikoidů.





# Aplikácia ~ ukážky



VYŠETŘENÍ	NÁPOVĚDA	CHAT
<p><b>Glc :</b> 13 ... 16 (čas 35s)  <b>KO :</b> Hb 100 g/l, Ht 0,33, Leu 40, Tro 100  <b>ABR :</b> pH 7,35 paO2 10, paCO2 5 BE - 3 , laktát 2  <b>Vyšetření :</b> INR 1,5, APTT 60s, urea 11 mol/l, CVP 11 mmHg, CI 3,5 L/min/m2 SVI 40 ml/m2, GEDI 780 ml/m2 , ELWI 7 ml/kg, SVRI 1700, ScvO2 70%, diuréza 0,5 ml/kg/h</p>		

### DALŠÍ PODPŮRNÍ TERAPIE:

Výborně! Inzulín indikujeme v prípade, kdy hladina krevní glukózy přesáhne ve dvou následujících odběrech 10mmol/l a poté se snažíme udržet hladinu v rozmezí 6-10 mmol/l . Jako profylaxi stresového vředu podáváme raději blokátory protonové pumpy než agonisty H2 receptorů. Lékem první volby při prevenci hluboké žilní trombózy je nízkomolekulární heparin. Pokud nemůžeme pacientovi podat heparin je vhodné užít alespoň mechanickou profylaxi, od kompresních punčoch po přístroje s přerušovanou kompresí.

[Pokračovat](#)

### ŘEŠENÍ:

**Žádoucí je korekce hyperglykémie, profylaxe stresového vředu, prevence hluboké žilní trombózy.**

**Vhodná je aplikace intravenozních imunoglobulinů, zahájit profylaxi stresového vředu, k úpravě koagulace bude nutné podat čerstvě zmrazenou plazmu.**

**Žádoucí je korigovat hyperglykémii, převést pacienta na imunomodulační nutriční, k úpravě acidobazické rovnováhy podáme hydrogencarbonát, zahájíme podávání kortikoidů.**





# Technológia

## Fyziologické modelovanie

Modelica

## 3D modelovanie

Cinema4D

Unity3D

(Neúspešný) príbeh Silverlight-u

## Programovanie a integrácia

Visual Studio - F#, C#, XAML

Blend (for Visual Studio)



# Budúcnosť

Študenti ~ testovanie

Tablet ~ kniha budúcnosti

Ďalšie platformy okrem Windows 8.1 – iOS, Android, prehliadač (WebGL)

Viac hravé 3D

Jemnejší mix (nodálneho) scenára a simulácie

On-line komunitné vytváranie scenárov

- prepojenie na Akutne.cz / Sepsis-Q.cz
- metamodelovanie
- i 3D kontext

Finančný zmysel ~ obchodný model

Virtuální realita v pokročilých simuláciách scénárov intenzívnej péče



# Otázky ?

## Kofrlab team

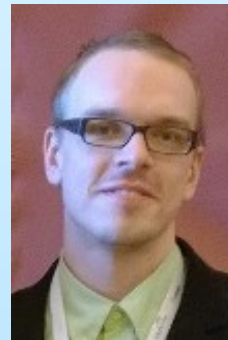
Jiří Kofránek

Martin Tribula

Filip Ježek

Tomáš Kulhánek

Marek Mateják



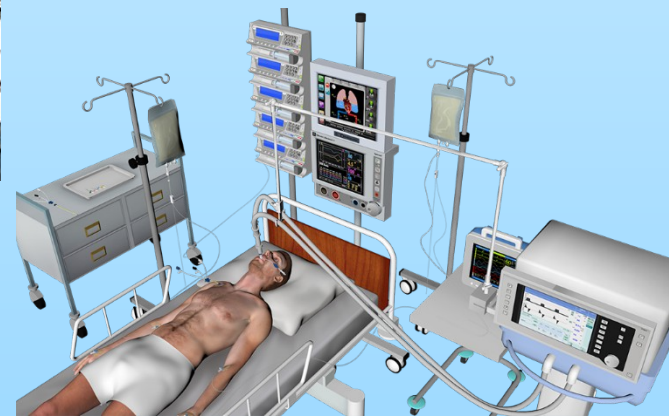
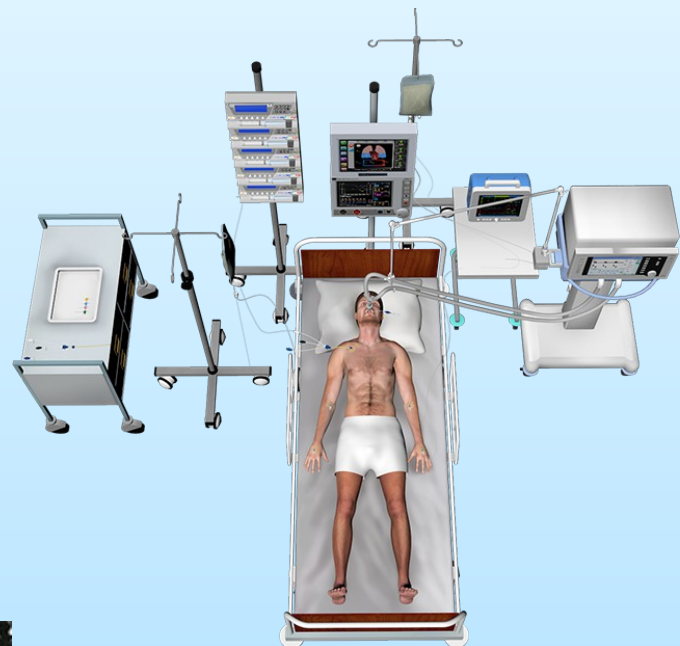
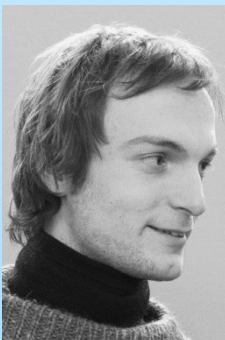
Pavol Privitzer

Jan Šilar

Martin Brož

Veronika Sýkorová

Klára Ulčová



Virtuální realita v pokročilých simulacích scénářů intenzivní péče