

# Tvorba scénářů pro patientský simulátor SIMMAN a jejich využití při výuce oboru všeobecná sestra

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B3944 Biomedicínská technika

*Studijní obor:*

Biomedicínská technika

*Autor práce:*

**Jiří Janeček**

*Vedoucí práce:*

Ing. Iveta Danilová  
Fakulta zdravotnických studií





## Zadání bakalářské práce

# Tvorba scénářů pro patientský simulátor SIMMAN a jejich využití při výuce oboru všeobecná sestra

*Jméno a příjmení:* **Jiří Janeček**  
*Osobní číslo:* D18000107  
*Studijní program:* B3944 Biomedicínská technika  
*Studijní obor:* Biomedicínská technika  
*Zadávající katedra:* Fakulta zdravotnických studií  
*Akademický rok:* **2019/2020**

## **Zásady pro vypracování:**

### **Cíle práce:**

1. Seznámit se s funkcemi a ovládáním patientského přístrojového simulátoru a s programem SIMDesigner pro tvorbu scénářů.
2. Na základě konzultací s odborníky vytvořit několik scénářů neodkladné péče pro patientský přístrojový simulátor SIMMAN.
3. Aplikovat vytvořené scénáře při praktické výuce studentů oboru všeobecná sestra na Technické univerzitě v Liberci.
4. Na základě aplikace scénářů vyhodnotit problematické oblasti scénářů a věrohodnost projevů patientského přístrojového simulátoru SIMMAN.

### **Teoretická východiska (včetně výstupu z kvalifikační práce):**

Patientské přístrojové simulátory jsou nejmodernější metodou pro zvýšení kvality výuky lékařských i nelékařských oborů. Studenti i odborníci si mohou zdokonalovat správné postupy a techniky při nácviu situací ohrožujících život, aniž by ohrožovali zdraví reálného pacienta. Tvorba scénářů léčebných postupů pro několik vytipovaných situací, jejich aplikace při cvičení a následné vyhodnocení správnosti provedených kroků odborníky, zkvalitní výuku oboru všeobecná sestra. Výstupem kvalifikační práce bude tedy několik vytvořených scénářů a jejich praktické využití ve výuce.

### **Výzkumné předpoklady / výzkumné otázky:**

1. Prvním předpokladem je vytvoření komplexního scénáře pro patientský přístrojový simulátor SIMMAN, který bude simulovat reálný, akutní stav pacienta na oddělení anesteziologicko-resuscitačním případně na jednotce intenzivní péče a budou v něm určeny možné správné postupy.
2. Předpokládáme, že 75 % studentů správně identifikuje jednotlivé projevy simulátoru.
3. Předpokládáme, že 60 % studentům budou připadat správně identifikované projevy zároveň i věrohodné.

### **Metoda:**

Experiment doplněný kvantitativním dotazníkovým šetřením.

### **Technika práce, vyhodnocení dat:**

Tvorba scénáře v programu SIMDesigner a vyhodnocení dotazníku v programu Microsoft Excel.

### **Místo a čas realizace výzkumu:**

Technická univerzita v Liberci, Fakulta zdravotnických studií.

### **Vzorek:**

Vybraní studenti oboru Všeobecná sestra Technické univerzity v Liberci.

### **Rozsah práce:**

Rozsah bakalářské práce činí 50-70 stran (tzn. 1/3 teoretická část, 2/3 výzkumná část).

### **Forma zpracování kvalifikační práce:**

Tištěná a elektronická.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

tištěná/elektronická  
Čeština



## Seznam odborné literatury:

1. CAMP, Sara a Tammy LEGGE. 2018. Simulation as a Tool for Clinical Remediation: An Integrative Review. *Clinical Simulation in Nursing*. **16**(March), 48-61. DOI 10.1016/j.ecns.2017.11.003. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876139917301421>
2. DOBIÁŠ, Viliam. 2013. *Klinická propedeutika v urgentní medicíně*. Praha: Grada, ISBN 978-80-247-4571-8.
3. KOFRÁNEK, Jiří a Tomáš KULHÁNEK. 2014. Lékařské simulátory. In: ČESKÝ SVAZ VĚDECKOTECHNICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *MEDSOFT: sborník příspěvků*. Praha: Dům techniky ČSVTS, s. 123-147. ISSN 1803-8115. Dostupné také z: [http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2014/Medsoft\\_2014\\_Kofranek.pdf](http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2014/Medsoft_2014_Kofranek.pdf)
4. LAERDAL. 2011. *SimMan 3G: directions for use*. Stavanger: Laerdal Medical. Dostupné také z: [http://cdn.laerdal.com/downloads/f854/Att\\_2\\_to\\_PRO-ML01-1110-854.pdf](http://cdn.laerdal.com/downloads/f854/Att_2_to_PRO-ML01-1110-854.pdf)
5. MUKNŠNÁBLOVÁ, Martina. 2016. Automatický externí defibrilátor v praxi. *Zdravotnictví a medicína*. **2016**(7-8), 28-29. ISSN 2336-2987.
6. MOK, H. T., C. F. SO a J. W. Y. CHUNG. 2016. Effectiveness of High-Fidelity Patient Simulation in Teaching Clinical Reasoning Skills. *Clinical Simulation in Nursing*. **12**(10), 453-467. DOI 10.1016/j.ecns.2016.06.003. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187613991630041X>
7. POWERS, William J. et al. 2018. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. **49**(3). DOI 10.1161/STR.000000000000158. Dostupné také z: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.000000000000158>
8. SOVA, Milan et al.. 2019. *Scénáře akutní medicíny pro simulátor SimMan 3G*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5513-6.
9. STRYJA, Jan. 2014. Neodkladné stavy v léčbě chronických ran. *Hojení ran*. **8**(1), 28-29. ISSN 1802-6400.
10. SWAMY, Meenakshi et al. 2013. Role of SimMan in teaching clinical skills to preclinical medical students. *BMC Medical Education*. **13**(20). DOI 10.1186/1472-6920-13-20. Dostupné také z: <http://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6920-13-20>
11. SWAMY, Meenakshi et al. 2014. A study to investigate the effectiveness of SimMan? as an adjunct in teaching preclinical skills to medical students. *BMC Medical Education*. **14**(231), 453-467. DOI 10.1186/1472-6920-14-231. Dostupné také z: <http://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6920-14-231>

Vedoucí práce:

Ing. Iveta Danilová  
Fakulta zdravotnických studií

Datum zadání práce:

2. září 2019

Předpokládaný termín odevzdání: 30. června 2020

L.S.

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc., MBA  
děkan

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

15. dubna 2020

Jiří Janeček

### **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivetě Danilové za její cenné rady, připomínky a čas, který mi věnovala při tvorbě této práce. Poděkování patří také konzultantům MUDr. Věře Špatenkové Ph.D. a Bc. Zdeňkovi Jindříškovi DiS. za odborné rady v oblasti medicíny a Technické univerzitě v Liberci, Fakultě zdravotnických studií za umožnění práce na simulátoru.

## **Anotace**

Jméno a příjmení autora: Jiří Janeček

Instituce: Technická univerzita v Liberci, Fakulta zdravotnických studií

Název práce: Tvorba scénářů pro patientský simulátor SIMMAN a jejich využití při výuce oboru Všeobecná sestra

Vedoucí práce: Ing. Iveta Danilová

Počet stran: 71

Počet příloh: 7

Rok obhajoby: 2020

Anotace: Bakalářská práce se zabývá praktickým využitím simulačních technik ve výuce nelékařských zdravotnických oborů. V úvodní části je představen simulátor SimMan 3G včetně veškerých jeho klinických funkcí a uživatelského rozhraní pro tvorbu scénářů. Výsledkem výzkumné části práce je několik vytvořených scénářů akutních stavů, které budou využity ve výuce oboru Všeobecná sestra na fakultě zdravotnických studií. Výzkum rovněž evaluuje věrohodnost vybraných symptomatických projevů simulátoru pomocí zpětné vazby studentů, kteří byli simulaci vystaveni.

Klíčová slova: scénář, SimMan 3G, simulátor, výuka.



## **Anotace**

Name and surname: Jiří Janeček

Institution: Technical university in Liberec, Faculty of Health Studies

Title: Creating Scenarios for the SIMMAN Patient Simulator and Their Use in General Nurse Teaching

Supervisor: Ing. Iveta Danilová

Pages: 71

Appendix: 7

Year: 2020

Anotation: The bachelor thesis deals with the practical use of simulation techniques in teaching non-medical health care disciplines. The introductory section presents the SimMan 3G simulator, including all clinical functions and the user interface for scenario creation. The research part of the thesis contains several different created scenarios of acute conditions, which will be used in teaching the field General Nurse at the Faculty of Health Studies. Researches also assess the credibility of selected symptoms of the simulator using feedback from students who have been exposed to the simulation.

Keywords: scenario, SimMan 3G, simulator, teaching.

## Obsah

Seznam použitých zkratek .....	12
1 Úvod.....	14
2 Teoretická část .....	15
2.1 Simulace v České republice .....	15
2.2 Průběh simulace .....	16
2.2.1 Briefing.....	16
2.2.2 Vlastní simulace .....	17
2.2.3 Debriefing.....	18
2.3 Význam simulační výuky.....	19
2.4 Simulátor SimMan 3G .....	20
2.4.1 Parametry.....	21
2.4.2 Části simulátoru a příslušenství.....	21
2.5 Klinické funkce SimMan 3G .....	22
2.5.1 Pohyblivost .....	23
2.5.2 Funkce dýchacích cest.....	24
2.5.3 Funkce dýchání.....	26
2.5.4 Funkce krevního oběhu .....	27
2.5.5 Sekrece .....	28
2.5.6 Krvácení .....	29
2.5.7. Cévní přístup .....	29
2.5.8 Křeče.....	30
2.5.9 Zvukové projevy.....	30
2.5.10 Funkce očí .....	32
3 Výzkumná část.....	33
3.1 Cíle a výzkumné předpoklady.....	34
3.2 Metodika výzkumu.....	35
3.3 Zpracování scénářů .....	36
3.4 Scénář komorové fibrilace a asystolie.....	37
3.4.1 Zadání scénáře .....	38
3.4.2 Pacientský monitor .....	39
3.4.3 Dostupné vybavení .....	40
3.4.4 Projevy simulátoru.....	40
3.5 Scénář hypovolemického šoku.....	46

3.5.1 Zadání scénáře .....	47
3.5.2 Pacientský monitor .....	48
3.5.3 Dostupné vybavení .....	48
3.5.4 Projevy simulátoru.....	49
3.6 Scénář bezvědomí nejasné etiologie .....	54
3.6.1 Zadání scénáře .....	55
3.6.2 Pacientský monitor .....	56
3.6.3 Dostupné vybavení .....	57
3.6.4 Projevy simulátoru.....	57
3.7 Analýza výzkumných dat.....	62
3.7 Analýza výzkumných předpokladů.....	63
4 Diskuse.....	64
5 Závěr .....	66
Seznam použité literatury .....	67
Seznam příloh .....	71

## Seznam použitých zkratk

ABP	arteriální krevní tlak
AED	automatizovaný externí defibrilátor
AFC	arteria femoralis communis
AFS	arteria femoralis superficialis
AIC	arteria iliaca communis
AIE	arteria iliaca externa
APF	arteria profunda femoris
ATB	antibiotika
awRR	dechová frekvence
C.O.	minutový objem
CA	karcinom
CTAG	výpočetní tomografie s angiografií
CVP	centrální žilní tlak
ČR	Česká republika
DK	dolní končetiny
DM	diabetes mellitus
EKG	elektrokardiograf
etAGT	alanine-glyoxylate aminotransferáza
etCO <sub>2</sub>	koncentrace vydechovaného oxidu uhličitého
etN <sub>2</sub> O	koncentrace vydechovaného oxidu dusného
etO <sub>2</sub>	koncentrace vydechovaného kyslíku
FZS	Fakulta zdravotnických studií
HR	srdeční frekvence
ICP	intrakraniální tlak
ICHDK	ischemická choroba dolní končetiny
IM	infarkt myokardu
inAGT	alanine-glyoxylate aminotransferáza
inN <sub>2</sub> O	koncentraci vdechovaného oxidu dusného
inO <sub>2</sub>	koncentraci vdechovaného kyslíku
IZS	Integrovaný záchranný systém
JIP	jednotka intenzivní péče
KPR	kardiopulmonální resuscitace

l. dx.	vpravo
l. sin.	vlevo
LF	Lékařská fakulta
NBP	neinvazivní krevní tlak
p.o.	per orálně
PAD	perorální antidiabetika
PAP	pulmonální arteriální tlak
PAP Dia.	diastolický tlak v plicní tepně
PAP Sys.	systolický tlak v plicní tepně
PDK	pravá dolní končetina
pH	vodíkový exponent
prox.	blíže ke středu
PTA	perkutánní transluminální angiografie
PTC	koagulační faktor
RFID	radiofrekvenční identifikace
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
$SpO_2$	saturace krve kyslíkem
stp.	stav po
tbl.	tableta
Tblood	teplota krve
TOF	Fallotova tetralogie
TOF%	Fallotova tetralogie v procentech
TPeri	teplota periférií
TUL	Technické univerzita v Liberci
UK	Univerzita Karlova
ÚVN	Ústřední vojenská nemocnice
WP	plicní tlak v zaklínění

# 1 Úvod

Samotná forma vzdělávání zdravotnických oborů je komplikovaná v tom smyslu, že výuka nemůže být vždy prováděna na reálných pacientech. Bez ohledu na to, je od zdravotníků požadována rychlá reakce a správná diagnostika. Neboť některé život ohrožující stavy mají velice dynamický průběh a v případě prodlení fatální důsledky. Tyto důvody jsou příčinou stále většího zájmu o využívání simulačních technik ve vzdělávání budoucích zdravotníků.

Téma této práce bylo, proto zvoleno ve spolupráci s odbornými vyučujícími na Technické univerzitě v Liberci, Fakultě zdravotnických studií. Fakulta se aktivně snaží začlenit do výuky nelékařských oborů nejmodernější technologie, a to včetně patientských přístrojových simulátorů.

Tyto simulátory jsou jednou z nejmodernějších interaktivních výukových metod, u kterých si studenti mohou procvičit veškeré zdravotnické výkony, aniž by museli zatěžovat reálného pacienta. Integrace simulátoru do výuky výrazně zvyšuje její kvalitu a připravenost zejména všeobecných sester a zdravotnických záchranářů na reálnou praxi. Studenti, kteří se účastní výuky na simulátoru SimMan 3G jsou schopni znatelně rychleji a lépe reagovat na simulované akutní stavy. Ze široké škály akutních stavů byly vybrány ty, pro které je v klinické praxi zcela zásadní správný a včasný postup. Z důvodů aktuálnosti a zajímavosti zmíněné problematiky byla vybrána témata komorové fibrilace a asystolie, hypovolemického šoku a bezvědomí nejasné etiologie.

## 2 Teoretická část

Teoretická část této práce seznamuje s pracovišti, které využívají simulaci ke vzdělávacím účelům. Popisuje fáze simulační výuky a hovoří o přínosech v oblasti získávání praktických kompetencí zdravotnických pracovníků. Představuje a popisuje model SimMan 3G, který je využíván na Fakultě zdravotnických studií, Technické univerzity v Liberci.

### 2.1 Simulace v České republice

Moderní technologie vždy představovaly důležitou součást rozvoje vědy, výzkumu a vzdělávání. Vzhledem k jejich rychlému vývoji jsou simulační techniky ve výuce stále rozšířenější, používanější a oblíbenější edukativní metodu. Dnes v České republice aktivně využívají simulační metody tyto instituce: Fakulta zdravotnických studií na Technické univerzitě v Liberci, Fakulta biomedicínského inženýrství na Českém vysokém učení technickém v Praze (Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze, 2018), Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Hradci Králové (Lékařská fakulta v Hradci Králové, 2019), 1. Lékařská fakulta Univerzity Karlovy (Centrum lékařských simulací), Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje (Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje, 2019), Zdravotnická záchranná služba kraje Vysočina (Neuwirthová, 2013), Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje (Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje, 2011). V České republice dále působí několik specializovaných pracovišť, které se zabývají komplexní simulační výukou lékařského i nelékařského zdravotnického personálu. Věnují se mnoha medicínským oblastem, nácviku doporučených postupů i zdokonalování komunikačních strategií. Mezi tyto centra patří: Simulační centrum KARIM 1. LF UK a ÚVN Praha (Centrum simulační medicíny KARIM, 2020), Simulační centrum virtuální chirurgie v ČR (I. simulační centrum virtuální chirurgie, 2020), Aesculap Akademie (Aesculap Akademie, 2020), SiMeCe Olomouc (Společnost pro simulaci v medicíně, 2017), SICE – Simulační centrum (Simulační centrum, 2015). Zmíněná centra využívají různé způsoby simulačních technik ať už se jedná o simulace virtuální nebo za pomoci celotělových simulátorů.

Seznam pracovišť a simulačních center se velmi rychle rozšiřuje. V nejbližších letech má vzniknout jedno z největších a nejkomplexnějších pracovišť v podobě simulační nemocnice pod záštitou Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně (Wiesnerová, 2018), ale i mnoho dalších.

Na tento prudký rozmach simulační výuky ve zdravotnictví samozřejmě reaguje i odborná veřejnost a vznikla tak Společnost pro simulaci v medicíně. Společnost si klade za cíl především nastolit jednotnou platformu pro instituce a pracoviště, ve kterých se simulační metody v medicíně využívají. Definiuje nutné standardy pro vznik a fungování simulačních center včetně personálie, technického vybavení a kvality výuky (Společnost pro simulaci v medicíně, 2017).

## **2.2 Průběh simulace**

Všechny zmíněné instituce využívající simulační techniky ve výuce, nehledě na to, zda se jedná o virtuální simulace, nebo simulace za využití patientských simulátorů spojuje jednotná koncepce. V následující kapitole jsou tedy představeny základní části, do kterých lze obecně simulační výuku rozdělit.

### **2.2.1 Briefing**

Briefing pojem převzatý z angličtiny, který lze volně přeložit, jako instruktáž, nebo seznámení. Jedná se o téměř nejdůležitější část průběhu simulační výuky. V této části simulace jsou probandi seznámeni s vlastním přístrojovým simulátorem, s jeho funkcemi a vzhledem. Toto seznámení je klíčové, a to z toho důvodu, že simulátor má samozřejmě jistá omezení a limity co se týče věrohodnosti oproti reálnému pacientovi. Pokud se týká konkrétně simulátoru SimMan 3G, ten například není schopný simulovat reálný výraz tváře, nemá možnost pohybu v některých kloubech nebo je zde specifický žilní vstup či zvláštní port pro připojení tlakové manžety. Na všechny tyto odlišnosti v obslužnosti a provádění vyšetření nebo zákroku je nutné účastníky simulace předem upozornit a seznámit je s přístupem k simulátoru. Je také třeba věnovat pozornost patientskému



monitoru, kde lze nalézt například rodinnou anamnézu, pacientovu medikaci, či snímky z radiologických, nebo laboratorních vyšetření (Sova et al., 2019).

### **2.2.2 Vlastní simulace**

Na začátku průběhu simulace je nutné probandy seznámit o jaký konkrétní druh simulace se bude jednat, definovat prostředí, ve kterém samotná simulace probíhá, zda se studenti či jiní exponovaní zdravotníci nacházejí například na jednotce intenzivní péče, anesteziologicko-resuscitačním oddělení, standardním oddělení nebo v ordinaci praktického lékaře. V závislosti na definici prostoru, ve kterém budou účastníci zasahovat, se odvíjí mnoho dalších faktorů. Parametry, které prostor ovlivňuje, jsou například materiální vybavení, které mohou mít k dispozici, doplňující vyšetření, laboratorní vyšetření nebo diagnostika zobrazovacími metodami, které mohou požadovat pro upřesnění diagnózy. Druh oddělení, nebo obecně prostoru, do kterého je simulace situována je také jakýmsi předběžným ukazatelem, jakou diagnózu a v jakém rozsahu mohou zasahující u pacienta primárně očekávat (Sova et al., 2019).

Dále jsou v úvodní fázi účastníkům rozděleny role, vzhledem k jejich schopnostem a možnostem. Určíme-li tedy například, že při simulaci budou zasahovat pouze zdravotní sestry, může být dále jejich tým rozdělen a jednotlivcům přiděleny konkrétní pozice, například vrchní sestry směny (Sova et al., 2019).

Po úvodním seznámení s prostorem a rozdělení rolí začíná simulace krátkou anamnézou pacienta, která uvede účastníky do simulace. Dalším krokem je spuštění samotného simulátoru a aplikace konkrétního scénáře, na který již účastníci simulace sami reagují (Sova et al., 2019).

V závislosti na přístrojovém a technickém vybavení je během simulace nahráván audiovizuální záznam, který slouží pro zpětný rozbor simulace (Sova et al., 2019).

### 2.2.3 Debriefing

Termín debriefing volně přeloženo jako rozbor, je velmi klíčová část simulační výuky. Velmi často je zde použit již zmíněný audiovizuální záznam průběhu simulace, který slouží k detailnímu popisu a rozboru kroků, které probandi činili během vlastní simulace. Což dává jedinečnou možnost ukázat a vyhodnotit případné nedostatky v postupu, nebo se naopak zaměřit na správně zvládnuté dovednosti, které byly při simulaci uplatněny. Při rozboru simulace je žádoucí se soustředit především na dvě oblasti, a to práci v týmu a samotné řešení zdravotního stavu, respektive scénáře (Sova et al., 2019).

U vyhodnocování týmové spolupráce je kladen důraz především na chyby, které účastníci udělali v rámci organizace zasahující skupiny. Typickým příkladem je přerušování kompresí hrudníku během KPR a nedostatečná, nejasná nebo zavádějící komunikace mezi účastníky. Při rozboru jednotlivých chyb je bezprostředně nabízeno správné řešení a jeho různé varianty. Klade se důraz na komunikaci ve skupině, která je v simulaci, ale i praxi naprosto klíčová (Sova et al., 2019).

Pro vyhodnocování řešení a reakce na zdravotní stav se z pravidla dodržují platné postupy odborných společností a mezinárodní guidelines, popřípadě jiný vypracovaný standard ke konkrétnímu scénáři. Nutno však podotknout, že ne vždy je možné takto postupovat. Tento postup nebývá dodržen v případech, kdy se reakce a postup účastníků vymyká původnímu scénáři a očekávanému postupu. Pro ilustraci může sloužit příklad, že probandi podají kontraindikovaný lék, případně zvolí zcela jiný postup, který nebyl v scénáři komplexně ošetřen. V těchto případech zasahuje do simulace simulační technik s odborným pracovníkem a chování a projevy simulátoru nastavují operativně. Další postup léčby a jeho správnost je při vyhodnocování konzultována s odborníkem (Sova et al., 2019).

### 2.3 Význam simulační výuky

Dlouhou dobu se jednotlivé druhy zdravotnických simulátorů a trenažerů používají k nácviku a zdokonalování mnoha vyšetřovacích metod, jako jsou například odběry krve, mozkomíšního moku, či cévkování. Výuka mnoha lékařských i nelékařských oborů se dnes bez cvičných modelů a simulátorů již neobejde. Studenti stomatologie si širokou škálu zákroků nacvičují na stomatologických modelech. Jako nejtypičtější příklad je používána výuka první pomoci s resuscitační pannou. Samozřejmě dnes existuje celá řada mnohem sofistikovanějších modelů a simulátorů. Ty jsou určeny k daleko komplexnějším lékařským úkonům, mezi které lze řadit endoskopická vyšetření, zavádění katetrů, intubace a mnoho dalších. Tento styl praktické výuky se velice brzy ukázal jako vysoce efektivní výuková metoda, což v posledních letech velmi eskalovalo trh s těmito výukovými pomůckami (Kofránek a Kulhánek, 2014).

Obzvláště účinné se tyto metody ukázaly při řešení urgentních, život ohrožujících stavů během výcviku složek integrovaného záchranného systému. Použití simulátorů výrazně zefektivňuje trénink a spolupráci celého zasahujícího týmu, který je takové simulaci exponován. Díky tomu je tento tým, ať už složený z příslušníků IZS, lékařských i nelékařských pracovníků nebo studentů, schopný rutinně reagovat na takovou krizovou situaci. Význam simulační výuky potvrzuje i fakt, že mnoho světových ozbrojených složek zřizuje specializovaná simulační střediska pro tento typ výuky (Kofránek a Kulhánek, 2014).

Simulace samozřejmě neslouží pouze pro nácvik manuálních dovedností zdravotnického personálu, má podstatný vliv na zdokonalení a zrychlení rozhodovacího procesu během stresových situací. Skloubení multimédií a simulátorů tak umožňuje celou řadu nových pedagogických technik pro nácvik rozhodovacího procesu. Pro tento nácvik je ovšem naprosto zásadní komplexně pojatý klinický scénář (Kofránek a Kulhánek, 2014).

Samotní studenti zdravotnických či lékařských vysokých škol, kteří byli vystaveni opakovaným simulacím, vypovídají, že simulace výrazně přispěla k zvýšení jejich sebedůvěry, zlepšení komunikačních schopností, přístupu k pacientovi a k získání praktických klinických dovedností do praxe (Swamy et al., 2014).

Dále se domnívají, že patientský simulátor funguje jako užitečný doplněk k výuce klinických dovedností tím, že poskytuje simulované bezpečné prostředí, a tím pomáhá překlenout mezeru mezi školní výukou a reálnou praxí (Swamy et al., 2013).

Můžeme tedy konstatovat, že přínos simulační výuky ve zdravotnických oborech je jednoznačný, přičemž samotná věrohodnost simulátoru není rozhodující faktor, rozhodujícím faktorem je praktický nácvik dovedností (Mok a Chung, 2016).

## **2.4 Simulátor SimMan 3G**

Celá bakalářská práce je koncipována pro konkrétní typ patientského simulátoru, a tím je SimMan 3G. Následující kapitoly se proto věnují detailnímu popisu a seznámení se s tímto modelem simulátoru. Podrobná znalost všech funkcí SimMan 3G a jeho částí, tak umožní využít jeho plný potenciál při sestavování scénářů.

Simulátor SimMan 3G od společnosti Laerdal je jeden z několika celotělových multifunkčních simulátorů v životní velikosti (viz Příloha A, Obr. 1), které společnost nabízí. SimMan 3G umožňuje nepřetržitou a kompletní simulaci pomocí scénářů, které se mohou odehrávat na téměř jakémkoliv místě. Simulátor je zcela mobilní. Disponuje bezdrátovou komunikační technologií a je nezávislý na elektrickém připojení. Je možné ho využívat v terénu, ale i v dopravních prostředcích pro simulaci péče poskytované při transportu (Anon, 2014).

SimMan 3G je snadno ovladatelný. Simulace lze provádět aplikací komplexních scénářů, u kterých lze uplatnit různé stupně obtížnosti a v případě potřeby je operativně upravovat (Anon, 2014). Simulátor lze také ovládat v manuálním režimu bez scénáře, kdy je jeho chování řízeno simulačním pracovníkem v reálném čase. Lze také využít automatický mód, kdy jsou funkce a reakce simulátoru částečně propojeny, takže konkrétní zásah způsobí konkrétní odezvu simulátoru (Laerdal, 2018).

### **2.4.1 Parametry**

Technické parametry modelu jsou koncipovány na rozměry ideálního mužského pacienta. Výjimkou je hmotnost, která není z důvodů manipulace a obslužnosti simulátoru shodná s reálným pacientem. Výška modelu je 180 cm, šířka hrudníku 55 cm a hmotnost 38,5 kg, (Laerdal, 2018).

### **2.4.2 Části simulátoru a příslušenství**

Množství odnímatelných částí a dalšího příslušenství, je závislé na konkrétním modelu simulátoru. Následující popis se tedy týká simulátoru SimMan 3G, pro který jsou sestaveny scénáře v praktické části této práce.

Samotné tělo simulátoru se skládá z několika částí, které lze odnímat, což umožňuje snadnější manipulaci při převozu simulátoru.

Hlavní části jsou:

- torzo těla s horními končetinami a hlavou,
- odnímatelné dolní končetiny, případně vyměnitelné trauma končetiny,
- vyměnitelné genitální nástavce včetně mužského, ženského a bezpohlavního,
- zubní nástavce včetně měkkého a tvrdého chrupu

(Laerdal, 2017).

Simulátor disponuje řadou rozšiřujících a náhradních sad, které je po některých vyšetřeních nebo zákrocích nutné měnit. Tyto zákroky jako například intraoesální odběr, provedení koniotomie, nebo punkce pneumotoraxu, nenávratně poškozují kožní kryt simulátoru a je nutné ho pro zachování věrohodnosti nahrazovat novým. Dále to jsou adaptéry a příslušenství pro možnost využití některých vyšetřovacích a monitorovacích metod nebo nezbytné příslušenství pro využití funkce krvácení, pocení a podávání léků a tekutin do simulátoru (Laerdal, 2018).

Nejdůležitější sady jsou:

- sada náhradních krčních kožních pásů,

- sada náhradních hrudních a prsních kožních pásů,
- sada čipů RFID pro detekci léků a pomůcek,
- sada ran s možností krvácení,
- katetr pro intravenózní podávání léčiv,
- výměnné intraoseální bloky,
- upravená manžeta pro auskultační měření tlaku,
- zásobníky umělé krve a potu,
- adaptéry pro možnost aplikace defibrilačního výboje a připojení EKG,
- saturační čidlo pro patientský monitor

(Laerdal, 2017).

Dalším nezbytným příslušenstvím simulátoru je instruktorský tablet a patientský monitor (Laerdal, 2017).

Pomocí instruktorského tabletu je možné ovládat funkce simulátoru, monitorovat kvalitu nepřímé masáže srdce nebo do scénáře zaznamenávat úkony, které probandí vykonali a simulátor je nebyl schopen sám detekovat. Také obsahuje potřebné softwarové vybavení pro vyhodnocení audiovizuálních záznamů v rámci debriefingu a pro tvorbu a editaci scénářů (Laerdal, 2018).

Patientský monitor simuluje monitory životních funkcí, se kterými se studenti mohou setkat v reálné praxi. Umožňuje studentům sledovat vitální funkce, prohlížet snímky z vyšetření zobrazovacími metodami a výsledky laboratorních vyšetření nebo seznámit se s národním pacientem a jeho anamnézou (Laerdal, 2018).

Další komponenty a příslušenství simulátoru už lze zařadit, jako čistě technické.

## **2.5 Klinické funkce SimMan 3G**

Ačkoliv jsou klinické funkce, celkový vzhled a chování simulátoru koncipovány tak, aby byly co nejvěrnější nápodobou skutečných projevů je nutné říct, že některé funkce mají jistá omezení, která mohou snížit věrohodnost. Pokud nejsou předem studenti seznámeni s těmito odlišnostmi, může to být jeden ze zdrojů zmatení a nedorozumění během samotné simulace.

### 2.5.1 Pohyblivost

Pohyb krku simulátoru je možný ve třech osách pohybu hlavy (Laerdal, 2018). U reálných osob je pohyb možný rovněž ve třech osách (Čapek, Hájek a Henyš, 2018), jelikož zjednodušeně můžeme říct, že lebka je s krční páteří spojena čepovým kloubem (Dimon, 2017). Tyto pohyby u simulátoru lze omezit jednou z funkcí uzavření dýchacích cest, a to strnutím krčním páteře (Laerdal, 2018).

Pohyb ramenních kloubů simulátoru je možný otáčením ve všech třech osách (Laerdal, 2018). Ramenní kloub u reálných osob můžeme definovat jako kloub kulovitý (Dimon, 2017), ve kterém je pohyb rovněž možný ve třech osách (Čapek, Hájek a Henyš, 2018).

Pohyb bederní páteře a trupu simulátoru není možný, páteř simulátoru je tvořena rigidní osou (Laerdal, 2018). Trup nelze ohýbat žádným směrem ani s ním rotovat. Tento rozdíl v pohybu simulátoru oproti reálným pacientům je zřejmě ten nejzásadnější. Lidská páteř je složena z obratlů, které můžeme chápat jako ploché klouby (Dimon, 2017) umožňující pohyb ve všech třech osách (Čapek, Hájek a Henyš, 2018).

Pohyb v loketním kloubu simulátoru není možný, kloub je nehybně fixován, pohybovat lze pouze celou paží v ramenním kloubu (Laerdal, 2018). Toto bohužel naprosto neodpovídá fyziologickému pohybu, který je možný díky kladkovému loketnímu kloubu (Dimon, 2017) a ten umožňuje pohyb v jedné ose (Čapek, Hájek a Henyš, 2018). Dále se v oblasti lokte uplatňují funkce vřetenoloketních kloubů, které umožňují rotaci ruky a předloktí (Dimon, 2017).

Pohyb zápěstí simulátoru je možný ve všech třech osách (Laerdal, 2018). Reálné osoby ovšem disponují možností pohybu pouze ve dvou osách (Dimon, 2017).

Pohyb palce simulátoru je volný (Laerdal, 2018). Narozdíl od reálných osob, které mají pohyb palce ruky možný ve dvou osách a v jedné ose mezičlánekového kloubu palce (Dimon, 2017).

Pohyb kyčelního kloubu simulátoru je v omezeném rozsahu možný otáčením ve všech třech osách (Laerdal, 2018). Kyčelní kloub je typem kloub kulovitý, což reálným osobám umožňuje rovněž pohyb ve třech osách (Dimon, 2017).

Pohyb kolenního kloubu simulátoru je možný otáčením pouze v mediální rovině (Laerdal, 2018), což odpovídá fyziologickému pohybu. Kolenní kloub u reálných osob pracuje velmi podobně jako kladkový kloub (Dimon, 2017), který umožňuje pohyb v jedné ose (Čapek, Hájek a Henyš, 2018).

Pohyb hlezenního kloubu simulátoru je možný otáčením pouze v mediální rovině (Laerdal, 2018). Hlezenní kloub reálných osob můžeme zařadit mezi klouby kladkové (Dimon, 2017), které umožňují pohyb pouze v jedné ose (Čapek, Hájek a Henyš, 2018).

### **2.5.2 Funkce dýchacích cest**

Dýchací cesty odpovídají lidské anatomii až k oblasti průdušek. Průběh dýchacích cest od průdušek dále, již anatomicky neodpovídá (Laerdal, 2018).

S horními cestami dýchacími lze manipulovat několika způsoby:

- rotace a záklon hlavy,
- předsunutí dolní čelisti,
- Sellickův manévr,
- orální odsávání včetně nazofaryngeálního

(Laerdal, 2018).

Při aktivaci funkce zapadnutí jazyka je nutné napolohovat hlavu simulátoru tak, aby byly dýchací cesty opět průchodné (Laerdal, 2018).

U simulátoru je možné provádět umělé dýchání těmito způsoby:

- pomocí ručního křísícího přístroje,
- orotracheální intubací,
- nazotracheální intubací,
- transtracheální intubací

(Laerdal, 2018).

Výrobce dále z důvodů šetrnosti doporučuje použití pouze některých způsobů intubace a pouze vybrané typy intubačních pomůcek (Laerdal, 2018).



Při chybné intubaci dýchacích cest simulátor upozorňuje těmito projevy:

- pouze jednostranným zvedáním,
- zvedáním břišní stěny,
- absencí hrudních ozev,
- vydechováním  $CO_2$

(Laerdal, 2018).

Simulátor také nabízí funkci znemožnění intubace, znemožnění ventilace nebo obě tyto možnosti zároveň (Laerdal, 2018).

Dýchací cesty lze uzavírat několika způsoby a to:

- několika úrovněm otokem jazyka,
- otokem hltanu,
- stažením hrtanu (laryngospazmem),
- strnutím krční páteře,
- strnutí čelisti (trismus)

(Laerdal, 2018).

System dýchacích cest také disponuje automatickou detekcí některých výkonů a zásahů, které jsou na simulátoru během simulace provedeny. K tomuto účelu je vybaven sadou tlakových, průtokových a polohových čidel včetně bezdrátového senzoru pro detekci identifikačních RFID čipů (Laerdal, 2018).

Simulátor je schopen detekovat:

- správné napolohování hlavy,
- použitý intubační materiál je-li vybaven čipem RFID,
- manipulaci a polohu čelisti,
- průběh, začátek a konec umělé ventilace,
- zvedání břišní stěny při nesprávné intubaci

(Laerdal, 2018).

### 2.5.3 Funkce dýchání

SimMan 3G je schopen simulovat spontánní dýchání včetně mnoha rozšíření. Simulátor disponuje interním kompresorem, který zabezpečuje reálný proud inspirovaného a exspirovaného vzduchu skrze dýchací cesty (Laerdal, 2018).

Nastavení zvedání hrudního koše je možné několika způsoby, a to symetrickým zvedáním celého hrudníku, pravostranným nebo levostranným (Laerdal, 2018).

Dále lze nastavit čtyři úrovně nastavení compliance plic od standardní po nepoddajné. Stejný počet úrovní nabízí i nastavení odporu dýchacích cest (Laerdal, 2018).

Simulátor je také schopen pomocí integrovaných reproduktorů v hrudním koši demonstrovat běžné a abnormální dechové ozvy, u kterých lze plynule měnit i jejich intenzitu. Torzo simulátoru je vybaveno celkem jedenácti poslechovými místy na přední straně a šesti poslechovými místy na zadní straně torza. Další možné dělení dechových ozev, které simulátor umožňuje je rozdělení na jednostranné, oboustranné a lobární ozvy (Laerdal, 2018).

V horní části hrudního koše, konkrétně na klavikulární čáře v druhém mezižebří simulátoru, jsou po obou stranách integrovány vzduchové vaky, které při nafouknutí demonstrují pneumotorax pacienta. Na vaky lze v omezeném množství aplikovat běžné metody odstraňující pneumotorax, jako je pleurální punkce pomocí jehly. Také lze zavádět hrudní rourky v oblasti axilární čáry a čtvrtého a pátého mezižebří (Laerdal, 2018).

Prostřednictvím patientského monitoru lze využít měření pletysmografie a saturaci krve kyslíkem. Toto měření je ovšem zcela fiktivní a čidlo není schopno měřit reálnou saturaci, při připojení čidla k patientskému monitoru se objeví přednastavené hodnoty a tvary křivek z instruktorského počítače (Laerdal, 2018).

Při poklesu saturace pod přednastavenou hodnotu se automaticky aktivují modré LED diody v dutině ústní (viz Příloha A, Obr. 2), které jsou simulačním projevem cyanózy (Laerdal, 2018). Diody jsou ovšem umístěny pouze v ústech, proto simulátor není schopen promodrání konečků prstů a periferních částí těla, jak je tomu v reálné praxi.

Při použití čidel  $CO_2$  a  $O_2$  lze detekovat koncentraci těchto plynů ve vydechovaném a vdechovaném vzduchu (Laerdal, 2018).

Plíce simulátoru jsou specifikovány a konstruovány následujícími dvěma parametry, maximálním objemem a tlakem. Maximálním dechovým objemem 1200 ml, přičemž maximální dechový objem registrovaný v instruktorském softwaru je 900 ml. Objem větší než 900 ml je stále registrován jako 900 ml. Maximální možný tlak v dýchacích cestách je  $80 \text{ cmH}_2O$ , při překročení hodnoty  $40 \text{ cmH}_2O$  je spuštěné simulované nafukování žaludku a zvedání břišní stěny (Laerdal, 2018).

V oblasti funkcí dýchání je patientský monitor schopen zobrazovat celou řadu parametrů, jako je kapnografická křivka,  $SpO_2$ ,  $awRR$ ,  $etCO_2$ ,  $etO_2$ ,  $inCO_2$ ,  $inO_2$ , WP a také pH (Laerdal, 2018).

#### **2.5.4 Funkce krevního oběhu**

Mezi nejdůležitější kardiologické funkce simulátoru můžeme zařadit možnost aplikace rytmů z knihovny EKG křivek, nastavení hmatného pulzu až do 220 tepů za minutu, poslech srdečních ozev na všech hrudních poslechových místech, možnost reálného snímání tří svodového EKG, zobrazení 12-ti svodového EKG na patientském monitoru, kardiostimulace, defibrilace a kardioverze reálnými zdravotnickými prostředky (Laerdal, 2018).

Dodávat simulátoru reálný defibrilační výboj lze pouze skrze dvě defibrilační svorky, které jsou umístěny na levém boku trupu simulátoru a nad pravou klíční kostí (Laerdal, 2011). Oproti reálným pacientům nelze na simulátor použít nalepovací elektrody, které jsou například součástí AED, ale pouze klasické pádlové elektrody. Výboje o maximální intenzitě lze podávat pouze v omezeném počtu, a to z důvodů elektrické ochrany akumulátorů simulátoru (Laerdal, 2018).

Pokud jde o snímání EKG záznamu, tak reálně lze zaznamenávat pouze tří svodové EKG. Svody musí být upraveny tak, aby je bylo možné připnout na konektory simulátoru (viz Příloha A, Obr. 3) (Laerdal, 2018). Nelze tedy použít klasické nalepovací nebo balónkové elektrody. Tvary křivek EKG lze vybírat z integrované knihovny záznamů, kde jednotlivé záznamy odpovídají typickým patologickým i fyziologickým rytmům (Laerdal, 2018).

Simulátor je schopen mechanicky simulovat pulzovou vlnu, kterou lze palpačně detekovat a určit pulz. Intenzita hmatného pulzu je nastavitelná. Celé tělo je vybaveno celkem sedmi palpačními místy, a to na arterii carotis, arterii brachialis, arterii radialis, arterii femoralis, arterii poplitea, arterii dorsalis pedis a na arterii tibialis posterior. Pokud je to možné, tak je pulz synchronizován s EKG záznamem. Při použití manžety k simulátoru je možné auskultační měření krevního tlaku. Měření tlaku je možné pouze na levé paži, kde se nachází reproduktor simulující Korotkovovy ozvy. Na levém boku torza simulátoru je rovněž umístěn konektor pro připojení manžety k vzduchovému systému, což je nutné k měření tlaku (Laerdal, 2018).

Provádění KPR na simulátoru je koncipováno tak, aby co nejvíce odpovídalo odporu hrudního koše reálných osob. Technicky je odpor řešen pružinou, kterou studenti stlačují. Průběh nepřímé srdeční masáže je propojen s ostatními systémy, takže generuje hmatný pulz, tlakovou křivku na monitoru a zanáší artefakty do záznamu EKG. Instruktor je schopen v reálném čase průběhu KPR hodnotit její kvalitu podle několika kritérií, hloubky stlačení, frekvence masáže a správné polohy dlaní na hrudníku. Tyto parametry jsou graficky znázorněny na instruktorském monitoru (Laerdal, 2018).

Pacientský monitor v rámci krevního oběhu umožňuje probandům během simulace sledovat parametry 12 svodového EKG, HR, NBP, ABP, PAP Sys., PAP Dia., CVP, ICP, C.O., teplotu T<sub>Peri</sub> a T<sub>blood</sub> (Laerdal, 2018).

### **2.5.5 Sekrece**

Simulátor SimMan 3G disponuje funkcí krvácení a produkcí dalších tělních sekretů jako jsou slzy, sliny, pot a moč (Laerdal, 2018).

Sekrece, které jsou reprezentovány čirou tekutinou, případně pěnou, mají možné výstupy na těchto místech (viz Příloha A, Obr. 4 a 5):

- řada pórů na čele,
- vnější koutky očí,
- oblast ušních boltců,
- na pravé straně nosu,

- na pravé straně úst,
- genitální výstupy

(Laerdal, 2018).

Intenzitu produkcí sekretů lze nastavit v několika úrovních, zejména pokud se jedná o projev močení, které lze nastavit ve dvou úrovních (Laerdal, 2018).

Simulátor je schopen produkovat kromě čirého sekretu také pěnu, kdy je do roztoku čerpadlem vháněn vzduch a je tak postupně napěněn. Tato možnost je ovšem omezena pouze na port vpravo od úst simulátoru (Laerdal, 2018).

Reprezentace projevu může být zkreslena tím, že některé výstupy nejsou lokalizovány dostatečně přesně nebo v dostatečném množství. Konkrétně výstupy na čele reprezentující pocení jsou umístěny pouze v jedné řadě a projev pocení je možné demonstrovat pouze na čele simulátoru (Laerdal, 2018). Oproti tomu reálné osoby se potí z přibližně tři sta potních žláz, které se nacházejí na čele. Zároveň pocení probíhá současně na více místech těla, především na ploskách nohou, dlaních, zádech a tváři (Litvik, 2014).

### **2.5.6 Krvácení**

Kromě čirých roztoků lze interní zásobníky simulátoru plnit také umělým krevním roztokem, což umožňuje v případě potřeby uplatnit funkci krvácení. Pro tuto možnost disponuje simulátor celkem čtyřmi porty určenými pro krvácení (Laerdal, 2018).

Porty jsou primárně určeny pro připojení přídatných sad krvácivých ran. U každého portu je možné nastavit o jaký typ krvácení se jedná, zda o venózní či arteriální, dále je možné nastavit intenzitu krvácení pomocí změny průtoku krve (Laerdal, 2018).

### **2.5.7. Cévní přístup**

Jak již bylo zmíněno, simulátoru lze podávat léčiva v podobě náhradního roztoku. SimMan 3G je vybavený průkopovým čidlem, tudíž je schopný detekovat skutečný objem

roztoku, který je mu nitrožilně podán. Simulátor má pro tento účel v pravé loketní jamce specifický žilní vstup v podobě integrovaného katetru (viz Příloha A, Obr. 6). Není tedy možné simulátoru vpravovat léky jiným vstupem (Laerdal, 2018).

Detekce konkrétního léčiva, jeho účinků a koncentrace probíhá skrze bezdrátové čipy RFID, které musí být během aplikace léčiva přítomny v blízkosti žilního vstupu. Nejlépe tedy nalepené přímo na injekční stříkačce, kterou je medikament vpravován. Druhá anténa detekující RFID čipy je umístěna v oblasti úst simulátoru, která je ovšem určena především pro detekci zdravotnických prostředků k ventilaci, rovněž je schopna detekovat čipy léčiv. Do dutiny ústní ovšem není možné skutečné vpravování roztoků, podání léku lze pouze imitovat. V případě, že simulátor nedetekuje podané léčivo je možné jeho aplikaci zadat manuálně prostřednictvím instruktorského tabletu (Laerdal, 2018).

Simulátor dále disponuje dvěma intraoseálními bloky v oblasti holenní a hrudní kosti, které umožňují intraoseální přístup. Bloky jsou umístěny v oblasti holenní a hrudní kosti (Laerdal, 2018).

### **2.5.8 Křeče**

Dalším projevem mohou být některé typy křečí, kterých je simulátor schopen. Lze volit mezi svalovými a svalovoškubavými křečemi případně záchvatovitou křečí (Laerdal, 2018). Vzhledem ke snížené pohyblivosti modelu nemusí být křeč studentům na první pohled zřejmá a může se stát, že ji identifikují chybně popřípadě vůbec.

### **2.5.9 Zvukové projevy**

V předchozích kapitolách již bylo nastíněno, že simulátor disponuje řadou zvukových projevů jedná se o celou škálu tělních ozev i hlasových projevů.

Simulátor je schopen generovat celkem sedm druhů srdečních ozev:

- běžné ozvy,
- ozvy aortální stenózy,

- ozvy prolapsu mitrální chlopně,
- ozvy diastolické,
- ozvy systolické,
- ozvy kombinované a aortální nedostatečnosti a stenózy,
- ozvy aortální nedostatečnosti,
- perikarditické ozvy

(Laerdal, 2018).

Dalším typem ozev, které lze využít při simulaci jsou plicní ozvy:

- běžné ozvy,
- ozvy stridor,
- pískavé ozvy,
- chrupkové ozvy,
- bazální chrupkové ozvy,
- ozvy bronchopneumonické,
- ozvy pneumonie spodního laloku plic,
- ozvy při chronické obstrukční plicní nemoci

(Laerdal, 2018).

Z nabídky střevních ozev lze volit:

- běžné ozvy,
- ozvy snížené aktivity,
- ozvy zvýšené aktivity,
- borborygmické ozvy,
- pooperační ozvy snížené aktivity,
- ozvy zvýšené aktivity při diarea,
- ozvy snížené aktivity při obstipaci,
- ozvy při paralytickém ileu,

(Laerdal, 2018).

Pro poslech střevních ozev jsou v oblasti břicha integrovány čtyři poslechová místa

(Laerdal, 2018).

Simulátor je vybaven reproduktorem integrovaným v hlavě simulátoru a rovněž mikrofony v ušních lalůčkách (viz Příloha A, Obr. 5). Díky tomuto vybavení je schopen komunikace se zasahujícím týmem. Lze volit mezi zvuky uloženými v knihovně instruktorského monitoru jako je například kašel, zvracení a sténání. Druhý způsob je přímé přehrávání zvuků a hlasu přes mikrofon připojený k instruktorskému monitoru, což umožňuje přímou komunikaci mezi zasahujícím týmem a pacientem skrze instruktora (Laerdal, 2018).

Velmi důležitou funkcí v oblasti zvukových projevů je funkce Auscultation Focus, která na 30 sekund umožňuje ztlumení mechanického šumu, který simulátor generuje ostatními systémy. Tento šum může jinak zkreslovat poslechové vyšetření i přes to, že můžeme nastavovat intenzitu a hlasitost ozev (Laerdal, 2018).

#### **2.5.10 Funkce očí**

Funkce očí je propojena s Glasgow klasifikací bezvědomí, což výrazně pomáhá studentům s celkovou klasifikací stavu pacienta. Oči simulátoru mají hned několik funkcí, které lze v případě potřeby nastavovat (Laerdal, 2018).

Nastavení očních víček je možné v několika režimech. Co se týče mrkání, lze nastavovat režimy vypnuto, řídké, normální, a časté. Stav víček je možné dále upravovat možností otevřenosti oka, a to plně otevřené, napůl otevřené a zavřené. Simulátor umožňuje studentům mechanicky otevřít oční víčka i v případě, že jsou zavřené, aby mohli provádět další vyšetření (Laerdal, 2018).

Druhým parametrem, který lze ovlivňovat jsou reakce očních zorniček. U zornic můžeme nastavovat tři úrovně reakce na světlo, pomalé, normální, žádné a tři úrovně dilatace zornice v běžném stavu, malá, normální a široká (Laerdal, 2018).

Je nutné podotknout, že všechny zmíněné funkce očí lze nastavovat zvlášť pro jednotlivé oči, nebo je lze propojit, aby byly oční reakce synchronní (Laerdal, 2018).



### 3 Výzkumná část

Technická univerzita v Liberci, jako jedna z mála pracovišť v České republice disponuje celou řadou patientských simulátorů.

Fakulta zdravotnických studií využívá simulační výuku od roku 2010, kdy do jejího inventáře přibyl první simulátor SimMan 3G vybavený i vyměnitelnými trauma končetinami od společnosti Laerdal Medical. Simulátor byl součástí nově vzniklé laboratoře intenzivní péče FZS12, kde dosud slouží pro praktickou výuku oborů Zdravotnický záchranář, Všeobecná sestra (letos nově akreditovaný obor Všeobecné ošetřovatelství). Tentýž rok byly pořízeny ještě další tři simulátory od stejné společnosti, a to dva modely SimJunior, které představují dítě ve věku 5-7 let a jedno SimNursingBaby, které odpovídá dítěti v kojeneckém věku. V roce 2018 vznikla na fakultě další specializovaná učebna, a to laboratoř urgentní medicíny FZS5 (viz Příloha B, Obr. 7 a 8), která byla vybavena zcela novým simulátorem SimMan 3G a dětským simulátorem SimBaby. Také do výukové sanitky FZS byl pořízen jeden patientský simulátor SimMan 3G, který slouží především k výuce zdravotnických záchranářů. Zmíněná laboratoř FZS5 je technicky zcela vyhovující potřebám simulační výuky, nachází se zde audiovizuální systém, kterým lze průběh simulace zaznamenávat. Studenti mají k dispozici několik patientských monitorů, zdravotnický materiál, prostředky i přístrojové vybavení včetně umělé plicní ventilace, AED nebo defibrilátoru. Aby byl průběh simulace co možná nejpřesvědčivější a nebyl rušen přítomností jiných osob, lze simulaci řídit a sledovat z odděleného stanoviště instruktora. Obě tyto laboratoře i výukový sanitní vůz se staly nedílnou součástí výuky nelékařských zdravotnických oborů na FZS, TUL (Danilová, 2019, pers. comm.).

Fakulta zdravotnických studií na Technické univerzitě v Liberci nabízí ke studiu celkem pět studijních programů, nabízí bakalářské programy Všeobecné ošetřovatelství, Zdravotnické záchranářství, Radiologická asistence a Biomedicínská technika, na který navazuje magisterský studijní program Biomedicínské inženýrství. Absolventi všech zmíněných oborů získávají odbornou způsobilost pracovníků ve zdravotnictví dle vyhlášky č. 55/2011 Sb. Jedná se tedy o velmi specializované nelékařské zdravotnické obory, pro jejichž výuku je naprosto nezbytný praktický nácvik odborných úkonů a činností, které nelze provádět na reálném pacientovi.

Nejširší škálu uplatnění simulátorů ve výuce najdeme u oborů Všeobecné ošetrovatelství a Zdravotnické záchranářství, jejichž výuka je založena především na praktickém nácviku. V současné době již výuka těchto oborů na simulátorech FZS probíhá, jedná se zejména o trénink dovedností v oblasti rozšířené neodkladné resuscitace, odběrů krve či komplexního přístupu k pacientovi.

Uplatnění a zdokonalení svých dovedností a vědomostí během samotné simulace, ale i během údržby a obsluhy simulátoru nacházejí i studenti oboru biomedicínská technika, čehož je důkazem i tato bakalářská práce. Absolventi biomedicínské techniky mohou najít uplatnění, jako simulační technici v simulačních centrech nebo jako technici servisní u konkrétních výrobců simulátorů.

Simulační techniky se prokazují, jako velmi efektivní nástroj v oblasti vzdělávání zdravotnických oborů (Swamy, 2014). Simulátory mají velký potenciál využití ve výuce, zejména pokud se jedná o komplexnější simulace, u kterých mají studenti možnost vyzkoušet si poskytování odborné péče dříve, než se setkají s reálnou praxí. Využití simulací poskytuje zejména bezpečné prostředí pro vysoce odbornou výuku zdravotníků.

Využití vytvořených komplexních scénářů může přispět k vyšší úrovni autenticity simulační výuky praktikované na FZS. Scénáře mohou při edukaci zmíněných oborů obohatit praktickou výuku a přispět k lepší připravenosti studentů do reálné klinické praxe. Aby bylo možné co nejlepší využití vytvořených scénářů ve výuce, byly následující scénáře, jejich obsah a doporučené postupy konzultovány s odbornými vyučujícími, kteří pracují se simulátory a aktivně je využívají během praktických cvičení.

### **3.1 Cíle a výzkumné předpoklady**

Cíle bakalářské práce byly stanoveny následovně:

1. Seznámit se s funkcemi a ovládáním patientského přístrojového simulátoru a s programem SimDesigner pro tvorbu scénářů.
2. Na základě konzultací s odborníky vytvořit několik scénářů neodkladné péče pro patientský přístrojový simulátor SimMan 3G.

3. Aplikovat vytvořené scénáře při praktické výuce studentů oboru Všeobecná sestra na Technické univerzitě v Liberci.

4. Na základě aplikace scénářů vyhodnotit problematické oblasti scénářů a věrohodnost projevů patientského přístrojového simulátoru SimMan 3G.

Na základě výše uvedených cílů, odborných studií a konzultací s vyučujícími byly formulovány následující předpoklady:

1. Prvním předpokladem je vytvoření komplexního scénáře pro patientský přístrojový simulátor SIMMAN, který bude simulovat reálný, akutní stav pacienta na oddělení anesteziologicko-resuscitačním případně na jednotce intenzivní péče a budou v něm určeny možné správné postupy.

2. Předpokládá se, že 75 % studentů správně identifikuje jednotlivé projevy simulátoru.

3. Předpokládá se, že 60 % studentům budou připadat správně identifikované projevy zároveň i věrohodné.

### **3.2 Metodika výzkumu**

První část výzkumu byla realizována praktickým vytvořením algoritmů scénářů neodkladné péče pro patientský simulátor SimMan 3G v programu SimDesigner. Všechny scénáře byly celkem ve třech fázích vyzkoušeny. Úvodních etapách testování odhalilo drobné nedostatky, které byly následně odstraněny. Nejvýznamnější změnou bylo rozdělení všech scénářů do jednotlivých fází, namísto původního rozdělení jedné fáze do více stavů. Tyto fáze následně poskytují přehlednější prostředí v instruktorské aplikaci a snazší práci se scénářem. Po zmíněné úpravě a drobných korekcích jsou všechny scénáře zcela funkční a připraveny na využití ve výuce. Časový rozsah scénářů se pohybuje v intervalu 11–25 minut. Dalším naplánovaným krokem bylo pilotní testování scénářů studenty oboru Všeobecná sestra, které by pomohlo upřesnit zejména časové intervaly nutné k intervencím ze strany studentů.

Druhou část tvoří experiment a krátké dotazníkové šetření. Experimentální část byla zaměřena na praktickou aplikaci vytvořených scénářů během výukových hodin na FZS. V návaznosti na integraci scénářů do praktických hodin měl být studentům, kteří se

účastnili scénáře, rozdán standardizovaný dotazník (viz Příloha C, Obr. 9). Dotazníkové šetření se zabývalo především tím, zda probandi v daném scénáři rozpoznaly jednotlivé symptomy. Pokud bude stanovisko studentů kladné, tedy že symptomatické projevy rozeznaly, pak zhodnotí věrohodnost příznaku.

Výzkumný vzorek by byl tvořen studenty oboru Všeobecná setra druhých a třetích ročníků FZS, TUL, kteří mají ve své výuce zařazené praktické cvičení na simulátoru.

### **3.3 Zpracování scénářů**

Všechny scénáře byly zpracovány v programu SimDesigner společnosti Laerdal (viz Příloha D, Obr. 10), který je dodáván k simulátoru SimMan 3G.

Samotné algoritmy scénářů jsou reprezentovány blokovými schémata. Schémata jsou dále dělena do funkčních bloků a podmínek, které se propojují (viz Příloha D, Obr. 10 a 11). Množství těchto bloků je závislé na složitosti a komplexnosti scénáře. Tyto bloky umožňují definici samotného zdravotního stavu pacienta a symptomů, které vykazuje.

Definice zdravotního stavu je v blocích dělena na tři základní části:

- symptomy,
- vitální funkce,
- nemedicínské odezvy.

Do kategorie symptomy se řadí veškeré klinické funkce simulátoru uvedené v teoretické části kromě vokálních hlasových projevů.

V kategorii vitální funkce, lze v bloku nastavovat veškeré parametry v pravé horní části Obrázku 11 Přílohy C. Výběr vitálních funkcí zároveň odpovídá nastavení patientského monitoru a hodnot, které mají zdravotníci k dispozici během simulace. Přičemž klinický obraz na patientském monitoru nemusí odpovídat nastaveným hodnotám vitálních funkcí. Zejména pokud se nastavená hodnota vymyká měřitelnému rozsahu. Takové hodnoty jsou v popisu scénářů označeny jako neměřitelné hodnoty.

Kategorie nemedicínské odezvy zahrnuje vokální hlasové projevy simulátoru, jako je stenání, kašel, křik, řeč a mnoho dalších.

Funkční bloky umožňují některá zpřesňující nastavení i vložení krátkého komentáře daného zdravotního stavu. Mezi další parametry, které lze definovat v nastavení bloku můžeme řadit:

- nastavení časové prodlevy změny stavu,
- nastavení velikosti intervalů hodnot vitálních funkcí,
- nastavení matematického tvaru průběhu změny hodnot.

Jednotlivé funkční bloky jsou mezi sebou propojeny. Spojení bloků určuje podmínku, nebo předpoklad, při jejichž naplnění se průběh scénáře přesune na další blok schématu (viz Příloha D, Obr. 10 a 12).

Podmínky mohou být reprezentovány několika způsoby. Prvním je určení konkrétního úkonu, který musí být vykonán, jako je například dodání defibrilačního výboje. U této možnosti lze dále nastavení zpřesnit tím, že je definován počet opakování výkonu, doba trvání, anebo je kladen důraz na správnost, se kterou je výkon proveden. Druhou možností je nastavení časového limitu, po který scénář zůstává v uvedeném stavu a po jehož uplynutí se automaticky posouvá dál, pokud není splněna jiná zadaná podmínka.

Lze nastavovat i mnohonásobné podmínky sdružující několik úkonů. První alternativou je nastavení několika úkonů, které musejí být splněny všechny, aby byla podmínka naplněna. Druhou možností je nastavení několika různých postupů, přičemž stačí splnit pouze jednu z uvedených možností, aby byla podmínka naplněna.

### **3.4 Scénář komorové fibrilace a asystolie**

Téma následujícího scénáře bylo zvoleno s ohledem na praktickou výuku oboru Všeobecné ošetřovatelství. Výuka je z převážné části zaměřena na trénink rozšířené neodkladné resuscitace, která je pro budoucí praxi zdravotních sester naprosto nepostradatelná (Jindříšek, 2019).

Po konzultaci s vyučujícími bylo zvoleno téma komorové fibrilace a asystolie. Komorovou fibrilaci i asystolii lze zařadit mezi srdeční arytmie, které vážně ohrožují pacienta na životě. Během těchto stavů dochází k dramatickému poklesu srdečního výdeje a nedostatečnému krevnímu zásobení organismu. V důsledku nedostatečného

prokrvení a distribuce kyslíku velmi rychle dochází k poškození životně důležitých orgánů především mozku. Bez KPR dochází během několika minut k nezvratnému poškození případně až úmrtí postiženého. Nejčastěji k těmto stavům dochází v souvislosti s akutním infarktem myokardu (Šeblová a Knor, 2018).

Scénář je navržen tak, aby při nedodržení zvoleného postupu neodkladné resuscitace docházelo k zhoršení zdravotního stavu pacienta z fibrilace do asystolie případně až k nezvratné smrti (viz Příloha E, Obr. 13).

### **3.4.1 Zadání scénáře**

Po studentech je požadováno včasné rozpoznání změn pacientova zdravotního stavu, vyhodnocení těchto změn a následné adekvátní reakce.

**Anamnéza:** muž \*1964, hmotnost 122 kg, přivezen na příjem rodinou pro bolest na hrudi a těžší dýchání. Hospitalizován na koronární jednotce.

Při příjmu vyšetřen lékařem – při vědomí, alterovaná bolest na hrudi, ventilace volná s vyhovující oxygenací na vzduch (Sova et al., 2019).

#### **Osobní anamnéza (OA):**

hyperlipidémie,

hypertenze,

chronická žilní insuficience,

alergická reakce dechový spasmus před 10 lety.

#### **Rodinná anamnéza (RA):**

otec zemřel ve 47 letech na IM,

matka zemřela v 74 letech na CA plic, měla DM II. typu na PAD, hypertenze,

setra žije, v minulosti CA příušní žlázy.

**Sociální anamnéza (SA):** žije s manželkou a má dvě děti, dcera 30 let, syn 23 let.

**Pracovní anamnéza (PA):** strojník na velkonakladači.

**Abusus:** kuřák, 20/den.

**Farmakologická anamnéza (FA):**

GLEPERIL COMBI tbl. 4mg/1,25mg, *dávkování:* 2-0-0

AMILOSTAD tbl. 10mg, *dávkování:* 1-0-0

**Epikríza:** Pacient léčen 3 roky pro esenciální (primární) hypertenzi. Dále diagnostikována hyperurikémie bez známek zánětlivé artritidy. Na DK patrné žilní městky bez vředu nebo zánětu. Přivezen pro náhle vzniklou stenokardii a dušnost.

Veškeré tyto informace budou mít studenti k dispozici na začátku simulace skrze patientský monitor. Očekává se, že tyto údaje pomohou studentům lépe se orientovat a rychleji rozpoznat změny zdravotního stavu pacienta. Anamnéza také může pomoci studentům k přesnějšímu a rychlejšímu určení diagnózy, což povede k dřívější aplikaci záchranného postupu.

### 3.4.2 Patientský monitor

Specifikace patientského monitoru, který bude zasahujícímu týmu dostupný je součástí algoritmu scénáře.

Dostupné parametry byly vybrány tak, aby odpovídaly vitálním funkcím, které se během šokového stavu mění nejvýrazněji a pomohou tak studentům lépe stanovit diagnózu.

Fyziologické parametry, které budou mít studenti k dispozici během simulace, skrze dostupný patientský monitor jsou tyto:

- záznam EKG,
- srdeční frekvenci HR,
- dechovou frekvenci awRR,
- saturaci krve kyslíkem  $SpO_2$ ,
- neinvazivní krevní tlak NBP.

Monitorování EKG, HR, NBP a  $SpO_2$  bude zajištěno zasahujícím týmem před zahájením simulace. Studenti tak budou prakticky seznámeni s tím, jak se u simulátoru dané monitorování zajišťuje a s jeho specifiky.

### **3.4.3 Dostupné vybavení**

Studenti budou mít během simulace k dispozici celou řadu zdravotnického vybavení a materiálu i zdravotnických prostředků.

Předpokládá se, že v průběhu simulace studenti využijí především následující vybavení:

- ruční křísící přístroj,
- profesionální defibrilátor,
- pulzní oxymetr,
- injekční stříkačky,
- roztoky farmak,
- modifikované EKG svody simulátoru,
- tlaková manžeta pro měření NBP,
- stetoskop.

### **3.4.4 Projevy simulátoru**

Projevy a zvolené postupy byly zvoleny a nastaveny v souladu s doporučeními České resuscitační rady z roku 2015.

Samotný scénář je rozdělen do celkem šesti bloků (viz Příloha E, Obr. 13):

- výchozí stav,
- zhoršení výchozího stavu,
- fibrilace,
- asystolie,
- poresuscitační stav,
- stav smrti.



## **Výchozí stav**

Prvotní stav, který nastává ihned po spuštění scénáře.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá průběhu po akutním infarktu myokardu s ST elevací,
- srdeční frekvence je nastavena na 88 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 15 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 152/94 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 98 %.

Jiné projevy a symptomy simulátor v této části scénáře nevykazuje. Tep je hmatný na všech palpačních místech. Simulátor je, v bdělém stavu oči jsou otevřené s běžnou frekvencí mrkání. Veškeré ostatní fyziologické projevy jsou v normě.

Tento stav trvá, po dobu jedné minuty, po uplynutí tohoto času scénář volně přechází do bloku zhoršení výchozího stavu.

## **Zhoršení výchozího stavu**

Tento blok je první částí scénáře, kdy se začíná projevovat patologický stav. Nastává změna většiny vitálních funkcí a přidávají se další projevy.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá průběhu po akutním infarktu myokardu s ST elevací,
- srdeční frekvence je nastavena na 115 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 18 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 100/60 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 97 %.

Změny hodnot neprobíhají skokově, ale mají exponenciální průběh během 30 sekund.

Přidávají se další projevy v podobě sténání pacienta, které se dvakrát opakuje po 15 sekundách. Sténání demonstruje pacientovu reakci na bolest a alteraci. Pulz je hmatný pouze na velkých tepnách (Sova et al., 2019). Pacient se začíná potit.

Blok zhoršení zdravotního stavu rovněž trvá jednu minutu a poté se aktivuje blok fibrilace.

## **Fibrilace**

Stav fibrilace nastává skokově ihned po přechodu z předešlého bloku.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá průběhu fibrilace,
- srdeční frekvence je nastavena na 0 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 0 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 0/0 mmHg, neměřitelná hodnota

(Sova et al., 2019),

- saturace krve kyslíkem klesá během dvou minut na hodnotu 0 %, neměřitelná hodnota.

Přidává se projev cyanózy, při poklesu  $SpO_2$  pod 80 %. Pulz není hmatný, oči jsou zavřené, pacient je opocený a v bezvědomí.

Správný léčebný postup rozšířené neodkladné resuscitace při komorové fibrilaci je následující:

Nejprve je proveden záklon hlavy a předsunutí dolní čelisti, aby byly zprůchodněny dýchací cesty (Málek a Knor, 2019), což je nutné k následnému provádění umělého dýchání. Během toho, co dochází, k záklonu hlavy další členové skupiny zahájí nepřímou srdeční masáž pomocí kompresí hrudníku v poměru třicet stlačení ku dvěma umělým vdechům (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015). Srdeční masáž zachránci provádí na středu hrudní kosti do hloubky přibližně pěti centimetrů s frekvencí 100-120 stlačení za minutu (Málek a Knor, 2019). Předpokládá se, že umělé vdechy budou realizovány pomocí ručního křísícího přístroje, nebo pomocí plicní ventilace. Přestávky mezi cykly srdeční masáže na provedení umělých vdechů by z důvodu efektivity a vysoké kvality neodkladné resuscitace neměly přesáhnout pět sekund. Během prvního dvouminutového cyklu KPR další člen skupiny připraví defibrilátor. Během krátkého přerušování masáže dojde k zhodnocení srdečního rytmu, a pokud je výboj indikován, tak v průběhu pokračující masáže dochází k nabíjení

defibrilátoru. Po nabití dojde ke krátkému přerušení KPR a k podání prvního defibrilačního výboje. Pokud je dodáván bifázický výboj doporučuje se počáteční energie 150 J. V případě, že je defibrilace neúspěšná, lze pro další výboje volit vyšší energii až 360 J. Následně po podání prvního výboje ihned následuje další dvouminutový cyklus srdeční masáže a umělých vdechů. Při neobnovení fyziologické srdeční aktivity se tento cyklus KPR a defibrilace opakuje celkem třikrát. Před začátkem každého cyklu je nutné krátce zhodnotit srdeční rytmus, zda nedošlo k jeho změně a není třeba volit jiný postup. Mezi probíhajícími cykly by mělo dojít k zajištění intravenózního vstupu pro případné podávání léčiv. Pokud ani třetí defibrilační výboj není úspěšný, tak během dalšího probíhajícího cyklu KPR je podán 1mg adrenalinu a 300mg amiodaronu intravenózně případně intraoseálně. Pro docílení co největší efektivity je nutné periferní žílu propláchnout 20 ml fyziologického roztoku a provést elevaci končetiny na dobu 20 sekund z důvodů lepšího transportu farmaka do centrálního krevního řečiště. Následují další dva dvouminutové cykly KPR a defibrilace. Pokud ani tyto cykly nejsou úspěšné, podává se dalších 150mg amiodaronu a 1mg adrenalinu po 3-5 minutách. Uvedený postup se opakuje až do ukončení resuscitace (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*, 2015).

V podmínce samotného scénáře je postup terapie mírně zjednodušen. Vzhledem k tomu, že algoritmu neodkladné rozšířené resuscitace je ve výuce věnován velký důraz. Proto se očekává, že studenti výše popsany postup dodrží. Druhým důvodem, který vedl, k zjednodušení je snaha zachovat scénář co nejvíce autentický. Z tohoto důvodu nejsou v podmínce zaneseny časové limity pro jednotlivé cykly KPR. Časový limit by mohl způsobit, že pokud by studenti nedodrželi interval 2 minut, byť jen o jednu sekundu podmínka by nebyla naplněna a cyklus by se musel opakovat do té doby, než by bylo dosaženo nastavené časové hodnoty. Počet požadovaných cyklů KPR je, proto v samotné podmínce, ošetřen jiným způsobem, a to definováním počtu kolikrát studenti musejí KPR cyklus zahájit. Problematika defibrilačních výbojů je řešena obdobně jako KPR. Další zjednodušení se týká posloupnosti jednotlivých kroků, kdy jejich posloupnost není přesně dána. Pokud by byla, striktně nastavena posloupnost jednotlivých kroků mohlo by to opět způsobit chybné nesplnění podmínky. Pro přiblížení této problematiky může sloužit příklad, kdy by studenti podali farmakum během cyklu KPR, a ne po jeho ukončení, což by systém nevyhodnotil jako splnění podmínky. Alespoň orientační určení doby podání léků je realizováno přes časový limit, do jehož uplynutí musejí studenti léčiva podat.

Limit je určený orientačně především dle počtu dvouminutových cyklu KPR, které mají proběhnout před podáním medikace.

Pro účel scénáře bylo definováno, že k obnovení životních funkcí pacienta dojde po pěti proběhlých cyklech KPR, pěti podaných defibrilačních výbojích, podání adrenalinu a dvou podání amiodaronu.

Podmínka přechodu do poresuscitačního stavu, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- provedení záklonu hlavy a předsunutí dolní čelisti,
- zahájení cyklu KPR v minimálním počtu pět,
- podání 1mg adrenalinu v lékové formě ephinephrinu s koncentrací 1mg/1ml, podání nejpozději do 8 min od počátku fibrilace,
- podání 300mg amiodaronu v objemu 30ml, podání nejpozději do 8 minut od počátku fibrilace,
- podání 150mg amiodaronu v objemu 15ml, podání nejpozději do 15 minut od počátku fibrilace,
- podání celkem pěti defibrilačních výbojů.

Celý výše uvedený postup je simulátorem automaticky zaznamenáván, léčiva jsou detekována skrze RFID čipy v oblasti žilního vstupu a reálně podaný objem pomocí průtokoměru v paži simulátoru. Pouze podané výboje musí být ve větším počtu zadány manuálně instruktorem, pokud by, bylo simulátoru podáno několik reálných výbojů v krátkém čase mohlo by hrozit poškození jeho akumulátorů. Proto studenti nebudou během simulace skutečné výboje podávat, na což budou předem upozorněni.

Na splnění této podmínky mají studenti 15 minut, poté stav fibrilace přejde do asystolie. Doba 15 minut byla odhadnuta obdobně jako u časového limitu podání léčiv, podle počtu dvouminutových cyklů KPR, které mají proběhnout před obnovením životních funkcí.

### **Asystolie**

Stav nastávající skokově po nenaplnění podmínky terapie v bloku fibrilace a uplynutí časového limitu 15 minut.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá obrazu asystolie,

- srdeční frekvence je nastavena na 0 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 0 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 0/0 mmHg, neměřitelná hodnota,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 0 %, neměřitelná hodnota.

Oči jsou zavřené pacient je dále v bezvědomí, cyanóza rovněž přetrvává.

Správný léčebný postup rozšířené neodkladné resuscitace při asystolii je následující:

Nejprve je proveden záklon hlavy a předsunutí dolní čelisti, aby byly zprůchodněny dýchací cesty (Málek a Knor, 2019), což je nutné k následnému provádění umělého dýchání. Během toho, co dochází k záklonu hlavy další členové skupiny zahájí nepřímou srdeční masáž pomocí kompresí hrudníku v poměru třicet stlačení ku dvěma umělým vdechům (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015). Srdeční masáž záchranci provádí na středě hrudní kosti do hloubky přibližně pěti centimetrů s frekvencí 100-120 stlačení za minutu (Málek a Knor, 2019). Předpokládá se, že umělé vdechy budou realizovány pomocí ručního křísícího přístroje, nebo pomocí plicní ventilace. Přestávky mezi cykly srdeční masáže na provedení umělých vdechů by z důvodu efektivity a vysoké kvality neodkladné resuscitace neměly přesáhnout pět sekund.

Podmínka přechodu do poresuscitačního stavu, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- záklon hlavy a předsunutí dolní čelisti,
- nepřetržité provánění KPR po minimální dobu 2 minut.

Obě tyto činnosti simulátor zaznamenává automaticky a není nutný zásah instruktora.

Pokud výše popsaná podmínka není splněna do 5 minut scénář přechází do stavu nezvratné smrti a studenti během simulace neuspějí.

### **Poresuscitační stav**

Tento stav nastává, pokud studenti dodrží výše uvedené léčebné postupy, tedy dojde k záchraně pacienta.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá průběhu po akutním infarktu myokardu s ST elevací,

- srdeční frekvence je nastavena na 80 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 12 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 80/40 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 94 %.

Všechny změny hodnot mají opět exponenciální průběh, saturace krve během 5 minut, tepová frekvence během 15 sekund a dechová frekvence během 1 minuty.

Pulz hmatný na hlubokých tepnách je slabý na periferiích, oči jsou otevřené a pacient se probírá do plného vědomí.

### **Stav smrti**

Stav nastává, pokud je naplněna časová podmínka přechodu ze stavu asystolie a není splněn správný léčebný postup.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá obrazu asystolie,
- srdeční frekvence je nastavena na 0 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 0 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 0/0 mmHg, neměřitelná hodnota,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 0 %, neměřitelná hodnota.

Oči jsou zavřené pacient je dále v bezvědomí s přetrvávající cyanózou.

Tento stav je terminální, není nastavena žádná další podmínka, která by umožňovala přechod do jiného bloku.

## **3.5 Scénář hypovolemického šoku**

Druhé z vybraných témat pro tvorbu scénáře bylo zvoleno téma šokového stavu. Konkrétně hypovolemický šok byl vybrán z důvodu velké pravděpodobnosti, že se studenti s tímto stavem mohou setkávat v reálné praxi na urgentních příjmech, jednotkách intenzivní péče a anesteziologickoresuscitačním oddělení.

Šok je porucha hemodynamiky s poklesem perfuze tkání pod úroveň nutnou k zachování jejich funkce, což způsobuje nedostatečné zásobení tkání a odvod jejich metabolitů. Hypovolemický šok je jeden z typů šoku, který je způsoben ztrátou cirkulujícího objemu krve v důsledku, nízkého příjmu tekutin, zvýšeno výdeje tekutin, nebo transportem tekutin z cévního řečiště do oblasti intersticia. Hypovolemický šok může vznikat v důsledku rozsáhlých krvácení, déle trvajících průjmů nebo zvracení, popálenin a mnoha dalších příčin. (Češka, 2015).

### 3.5.1 Zadání scénáře

Po studentech je požadováno včasné rozpoznání změn pacientova zdravotního stavu, vyhodnocení těchto změn a následná adekvátní reakce.

**Anamnéza:** žena \*1970, hmotnost 55 kg, hospitalizována na chirurgické JIP, pro rozsáhlé popáleniny I. A II. Stupně s tvorbou puchýřů na DK a břiše.

**Osobní anamnéza (OA):** bezvýznamná, operace žádné, úrazy žádné.

**Rodinná anamnéza (RA):** matka zemřela v 55 letech na selhání jater, otec zemřel v 62 letech na srdeční selhání.

**Sociální anamnéza (SA):** žije s manželem a dětmi.

**Pracovní anamnéza (PA):** zdravotní sestra.

**Abusus:** nekuře.

**Farmakologická anamnéza (FA):** ZODAC při obtížích.

**Alergologická anamnéza (AA):** polyvalentní alergie.

**Epikríza:** Pacientka přivezena RZP pro rozsáhlé popáleniny-opaření obou DK a části trupu (hypogastrium). Způsobené opařením horkou vodou. Nesla skleněnou konvici s horkým čajem, konvice praskla a horká voda ji opařila. Odhad velikosti popálené plochy je cca 25 % povrchu těla.

Tyto informace budou mít studenti k dispozici před začátkem simulace skrze patientský monitor jako u předchozího scénáře.

### 3.5.2 Pacientský monitor

Specifikace pacientského monitoru, který bude zasahujícímu týmu dostupný je součástí algoritmu scénáře.

Dostupné parametry byly vybrány tak, aby odpovídaly vitálními funkcím, které se během šokového stavu mění nejvýrazněji a pomohou tak studentům lépe stanovit diagnózu.

Fyziologické parametry, které budou mít studenti k dispozici během simulace skrze dostupný pacientský monitor jsou tyto:

- záznam EKG,
- srdeční frekvenci HR,
- dechovou frekvenci  $a_wRR$ ,
- saturaci krve kyslíkem  $SpO_2$ ,
- neinvazivní krevní tlak NBP,

(Šeblová a Knor, 2018).

Monitorování EKG, HR, NBP a  $SpO_2$  bude zajištěno zasahujícím týmem před zahájením simulace. Studenti tak budou prakticky seznámeni s tím, jak se u simulátoru dané monitorování zajišťuje a s jeho specifiky.

### 3.5.3 Dostupné vybavení

Studenti budou mít opět během simulace k dispozici celou řadu potřebného zdravotnického vybavení, materiálu i zdravotnických prostředků.

Předpokládá se, že v průběhu simulace studenti využijí především následující vybavení:

- modifikované EKG svody simulátoru,
- tlaková manžeta pro měření NBP,
- pulzní oxymetr,
- infuze náhradního Ringerova roztoku,
- transfuzi krevní plazmy,
- stetoskop.



### 3.5.4 Projevy simulátoru

Schéma scénáře hypovolemického šoku je rozděleno celkem do pěti bloků (viz Příloha F, Obr. 14):

- výchozí stav,
- počátek šoku,
- rozvoj šoku,
- rozvinutý šok,
- stav po terapii.

#### Výchozí stav

Prvotní stav, který nastává ihned po spuštění scénáře.

Blok počátečního stavu je nastaven tak, aby co nejvíce odpovídal fyziologickým hodnotám pacienta s popáleninami.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá zdravému sinusovému rytmu,
- srdeční frekvence je nastavena na 102 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 18 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 150/90 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 98 %.

Jiné symptomy simulátor nevykazuje. Tep je hmatný na všech palpačních místech. Pacient je při vědomí, oči jsou otevřené s běžnou frekvencí mrkání.

Doba trvání počátečního stavu je nastavena na jednu minutu. Po uplynutí této doby scénář volně přechází do následujícího stavu.

#### Počátek šoku

Tento blok je prvním, kdy se začínají projevovat patologie hypovolemického šoku. Změny vitálních funkcí odpovídají ztrátě 15-30 % cirkulujícího objemu (Šeblová a Knor, 2018).

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá zdravému sinusovému rytmu,
- stoupá tepová a dechová frekvence 110 tepů,
- stoupá dechová frekvence 20 dechů za minutu,
- klesá krevní tlak až na hodnotu 100/70 mmHg a snižuje se rozdíl mezi hodnotou systolického a diastolického tlaku,
- klesá saturace krve kyslíkem na 94 %

(Šeblová a Knor, 2018).

Simulátor začíná vykazovat i další symptomy. Začíná se ztrácet tep na periferiích (Šeblová a Knor, 2018). Pulz konkrétně na zápěstích a kotnících je nastaven jako slabý a obtížně hmatný. Ostatní palpační místa jsou beze změny.

Změny stavu nejsou nastaveny skokově, ale mají exponenciální průběh a dosáhnou konečných hodnot za 30 sekund.

Stav opět trvá jednu minutu a poté přechází do bloku rozvoj šoku.

### **Rozvoj šoku**

V této části scénáře dále dochází k prohlubování šokového stavu, který odpovídá ztrátě 30-40 % cirkulujícího objemu (Šeblová a Knor, 2018).

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá zdravému sinusovému rytmu,
- stoupá tepová a dechová frekvence 120 tepů,
- stoupá dechová frekvence 30 dechů za minutu,
- klesá krevní tlak až na hodnotu 80/60 mmHg a dále se snižuje rozdíl mezi hodnotou systolického a diastolického tlaku,
- klesá saturace krve kyslíkem na 88 %

(Šeblová a Knor, 2018).

Pulz nadále slábne na periferiích již není hmatný (Šeblová a Knor, 2018). Slabé pulzace lze nahmatat na arterii poplitea a plně hmatný pulz je na centrálních tepnách. Jako další symptom se přidává pocení pacienta.

Přechod do tohoto stavu je volen stejně jako u předešlého bloku, exponenciální během 30 sekund.

K tomuto stavu byla zvolena terapie podání krystaloidních roztoků v celkovém objemu 500-1000 ml během desítek minut až jednotek hodin (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015). Pro účely scénáře byl zvolen konkrétně Ringerův roztok. Doba podávání roztoku ve scénáři není zahrnuta z důvodu omezené časové dotace výukových hodin. Podávání infuze je ve scénáři zajištěno detekcí času zahájení a ukončení podávání roztoku. Na tuto odlišnost budou studenti během simulace upozorněni.

Podmínka přechodu do stavu po terapii, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- detekce začátku podávání infuze Ringerova roztoku,
- detekce ukončení podávání infuze Ringerova roztoku.

Oba kroky simulátor automaticky detekuje pomocí RFID čipu umístěných na infuzních přípravcích.

Pokud tato terapie nebude studenty během dvou minut provedena, pak scénář přehází do plně rozvinutého šoku.

### **Rozvinutý šok**

Hodnoty vitálních funkcí tohoto stavu odpovídají ztrátě větší než 40 % cirkulujícího objemu (Šeblová a Knor, 2018).

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá zdravému sinusovému rytmu,
- stoupá tepová a dechová frekvence 140 tepů,
- stoupá dechová frekvence 35 dechů za minutu,
- klesá krevní tlak až na hodnotu 65/55 mmHg a dále se snižuje rozdíl mezi hodnotou systolického a diastolického tlaku,
- klesá saturace krve kyslíkem na 80 %

(Šeblová a Knor, 2018).

Pulz je hmatný pouze slabě na arterii femoralis, arterii carotis, arterii brachialis (Šeblová a Knor, 2018). Simulátor i nadále demonstruje pocení. Při poklesu  $SpO_2$  na 80 % se přidává projev cyanózy. Pacient upadá do bezvědomí, oči simulátoru jsou zavřené.

Terapie k tomuto stavu je obdobná jako u předchozí části. Podání infuze Ringerova roztoku spolu s podáním transfuzní jednotky krevní plazmy během desítek minut až jednotek hodin (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015). Podávání obou látek je v rámci scénáře ošetřeno detekcí času zahájení a ukončení podávání přípravků z důvodu zkrácení doby aplikace infuzí.

Podmínka přechodu do stavu po terapii, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- detekce začátku podávání infuze Ringerova roztoku,
- detekce ukončení podávání infuze Ringerova roztoku,
- detekce začátku podávání transfuzní jednotky plazmy,
- detekce ukončení podávání transfuzní jednotky plazmy.

Veškeré výše uvedené kroky je schopen simulátor automaticky detekovat pomocí RFID čipu umístěných na infuzních a transfuzních přípravcích.

Bude-li terapie dodržena, pak se scénář přesune do stavu po terapii v opačném případě scénář po pěti minutách přechází do stavu asystolie.

### **Stav po terapii**

Tento stav reprezentuje dodržení správné terapie a doporučených postupů.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá zdravému sinusovému rytmu,
- srdeční frekvence je nastavena na 80 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 12 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 120/80 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 98 %,

Cyanóza odeznívá po zvýšení hodnoty  $SpO_2$  nad 80 %. Pacient se probírá do plného vědomí.

Změny hodnot jsou opět zajištěny skrze exponenciální průběh během 60 sekund.

## Asystolie

Stav nastávající po nesplnění podmínek terapie v předchozích blocích a uplynutí časového intervalu 5 minut.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá obrazu asystolie,
- srdeční frekvence je nastavena na 0 tepů za minutu, neměřitelná hodnota,
- dechová frekvence odpovídá 0 dechům za minutu, neměřitelná hodnota,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 0/0 mmHg, neměřitelná hodnota,
- saturace krve kyslíkem klesá během dvou minut na hodnotu 0 %, neměřitelná hodnota,

Další symptomy jsou nehmatný pulz, cyanóza, zavřené oči a bezvědomí pacienta.

Správný léčebný postup rozšířené neodkladné resuscitace při asystolii je následující:

Nejprve je proveden záklon hlavy a předsunutí dolní čelisti, aby byly zprůchodněny dýchací cesty (Málek a Knor, 2019), což je nutné k následnému provádění umělého dýchání. Během toho, co dochází k záklonu hlavy další členové skupiny zahájí nepřímou srdeční masáž pomocí kompresí hrudníku v poměru třicet stlačení ku dvěma umělým vdechům (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015). Srdeční masáž záchranci provádí na středě hrudní kosti do hloubky přibližně pěti centimetrů s frekvencí 100-120 stlačení za minutu (Málek a Knor, 2019). Předpokládá se, že umělé vdechy budou realizovány pomocí ručního křísícího přístroje, nebo pomocí plicní ventilace. Přestávky mezi cykly srdeční masáže na provedení umělých vdechů by z důvodu efektivity a vysoké kvality neodkladné resuscitace neměly přesáhnout pět sekund. Další krok je podání infuze Ringerova roztoku spolu s podáním transfuzní jednoty krevní plazmy během desítek minut až jednotek hodin (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015).

Podmínka přechodu do poresuscitačního stavu, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- záklon hlavy a předsunutí dolní čelisti,
- nepřetržité provánění KPR po minimální dobu 2 minut,

- detekce začátku podávání infuze Ringerova roztoku,
- detekce začátku podávání transfuzní jednotky plazmy.

Veškeré tyto činnosti simulátor zaznamenává automaticky a není nutný zásah instruktora.

Při splnění této podmínky scénář přechází do poresuscitačního stavu.

### **Poresuscitační stav**

Stav nastává při naplnění podmínky přechodu ve stavu asystolie.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá zdravému sinusovému rytmu,
- srdeční frekvence je nastavena na 80 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 12 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 90/50 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 96 %,

Všechny změny hodnot mají opět exponenciální průběh, saturace krve během 5 minut, tepová frekvence během 15 sekund a dechová frekvence během 1 minuty.

Pulz je opět hmatný, oči jsou zavřené a pacient zůstává stále v bezvědomí.

## **3.6 Scénář bezvědomí nejasné etiologie**

Téma bezvědomí nejasné etiologie bylo vybráno, jelikož se jedná o stav, se kterým se zdravotničtí pracovníci setkávají velmi často. Proto je vhodné, aby se studenti s tímto stavem setkali ještě před započítím své pracovní kariéry.

Bezvědomí můžeme chápat jako poruchu bdělosti neboli kvantitativní poruchu, nebo jako poruchu obsahu vědomí neboli kvalitativní poruchu, popřípadě kombinaci těchto dvou aspektů. Závažnost poruchy vědomí určujeme pomocí Glasgow coma scale. Ve většině případů v praxi se diagnóza spojená s poruchou vědomí určuje pouze příznakově. Přestože většinou není známa konkrétní příčina bezvědomí v počátku určování diagnózy, lze škálu možných příčin zúžit. Odhalení příčiny poruchy vědomí proto probíhá souběžně s vykonávanou terapií, které je zaměřena především na stabilizaci základních životních

funkcí pacienta. Příčin poruch vědomí může být celá řada, jako například poškození mozku, hypoxie, intoxikace, podchlazení, přehřátí organismu, nebo chronická onemocnění jako jsou diabetes a epilepsie (Šeblová a Knor, 2018).

Po konzultaci s odbornými vyučujícími bylo pro účely scénáře vybráno hypoglykemické koma, a to z důvodu, že hypoglykemické mnohonásobně převyšuje jiné komatózní stavy spojené s diabetem (Šeblová a Knor, 2018). Hypoglykemické koma nejčastěji pozorujeme u nekompenzovaných diabetických pacientů při poklesu glykemie pod hodnotu 2,8 mmol/l (Vachek et al, 2018).

### **3.6.1 Zadání scénáře**

Po studentech je požadováno včasné rozpoznání změn pacientova zdravotního stavu, vyhodnocení těchto změn a adekvátní reakce.

Výchozí pacientovy informace jsou uvedeny níže.

**Anamnéza:** muž \* 1950, hospitalizován na oddělení cévní chirurgie, pro absces a flegmónu levé nohy.

#### **Osobní anamnéza (OA):**

ICHDK,

stp. ilikoprofundální bypass l. dx. unigraft pro kritické končetinové ischemii,

stp. amputaci dist. článku palce PDK,

stp. PTA AIE l. dx. + AIC l. sin.,

stp. endarterektomie AFC, AFS a APF l. dx. plastica autovenosa,

arteriální hypertenze,

DM na PAD.

**Rodinná anamnéza (RA):** bezvýznamná.

**Sociální anamnéza (SA):** žije s přítelkyní.

**Pracovní anamnéza (PA):** starobní důchodce, dříve provozní chemik.

**Abusus:** kouří 15/den, před operací 20/den, alkohol nepije.

**Farmakologická anamnéza (FA):**

JANUMET tbl. 50 mg + 850 mg p.o., *dávkování:* 1 – 0 – 1,

DIROTON tbl. 5 mg, *dávkování:* 1 – 0 – 0,

VASOCARDIN tbl. 50 mg, *dávkování:* 1 – 0 – 0,

STACYL tbl. 100 mg p. o., *dávkování:* 1 – 0 – 0,

GLIMEPIRID tbl. 4 mg p. o., *dávkování:* 1 – 0 – 0,

GLUCOPHAGE tbl. 500 mg, *dávkování:* 0 – 0 – 1 a 1/2,

SORTIS tbl. 10 mg p. o., *dávkování:* 0 – 0 – 1.

**Epikríza:**

Pacient, po ilikoprofundálním bypasse a 14 dní po částečné amputaci palce PDK pro gangrénu přijat pro absces a flegmonu levé nohy. Nasazena ATB terapie. Provedena nekrektomie na sále. Progrese lokálního nálezu defektu během víkendu a pondělí, v plánu CTAG DKK, provedeno PTA s implantací stentu prox. AIC PDK. Následně provedena amputace palce a nekrektomie nohy PDK.

### 3.6.2 Pacientský monitor

Specifikace patientského monitoru, který bude zasahujícímu týmu dostupný je součástí algoritmu scénáře.

Dostupné parametry byly vybrány tak, aby odpovídaly vitálními funkcím, které se během šokového stavu mění nejvýrazněji a pomohou tak studentům lépe stanovit diagnózu.

Fyziologické parametry, které budou mít studenti k dispozici během simulace skrze dostupný patientský monitor jsou tyto:

- záznam EKG,



- srdeční frekvenci HR,
- dechovou frekvenci  $a_wRR$ ,
- saturaci krve kyslíkem  $SpO_2$ ,
- neinvazivní krevní tlak NBP.

Monitorování EKG, HR, NBP a  $SpO_2$  bude zajištěno zasahujícím týmem před zahájením simulace. Studenti tak budou prakticky seznámeni s tím, jak se u simulátoru dané monitorování zajišťuje a s jeho specifiky.

### 3.6.3 Dostupné vybavení

Studenti budou mít opět během simulace k dispozici celou řadu zdravotnického vybavení, materiálu i zdravotnických prostředků.

Předpokládá se, že v průběhu simulace studenti využijí především následující vybavení:

- modifikované EKG svody simulátoru,
- tlaková manžeta pro měření NBP,
- pulzní oxymetr,
- glukózu ve formě tablet (imitace kostky cukru, bonbonů),
- glukózu ve formě 40% roztoku,
- glukagon s koncentrací 1mg/ml,
- injekční stříkačky,
- stetoskop.

### 3.6.4 Projevy simulátoru

Samotný scénář bezvědomí nejasné etiologie je rozdělen do celkem šesti bloků (viz Příloha G, Obr. 15):

- výchozí stav,
- 1. fáze hypoglykemie,
- 2. fáze hypoglykemie,

- 3. fáze hypoglykemie,
- zástava oběhu,
- stav po terapii.

### **Výchozí stav**

Prvotní stav, který nastává ihned po spuštění scénáře.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá sinusovému rytmu,
- srdeční frekvence je nastavena na 90 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 16 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 164/86 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 97 %

(Jindříšek, 2020).

Stav po uplynutí časového limitu jedné minuty přechází do stavu 1. fáze hypoglykémie.

### **1. fáze hypoglykémie**

Tento stav je prvním ve scénáři, kdy lze pozorovat první projevy hypoglykémie.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá sinusové tachykardii,
- srdeční frekvence je nastavena na 110 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 20 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 144/78 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 96 %

(Jindříšek, 2020).

Změny hodnot vitálních funkcí mají exponenciální průběh po dobu 15 sekund.

Začínají být patrné další symptomy jako pocení a slovní projevy hladu pacienta (Šeblová a Knor, 2018). Hodnota glykémie pacienta 2,8 mmol/l (Vachek et al., 2018). Hlasové vyjádření hladu je demonstrováno anglickou frází (I'm really hungry), kterou simulátor dvakrát po sobě zopakuje.

Předpokládáme, že v této fázi budou studenti odebírat krevní vzorek pro určení hodnoty glykémie. Výsledná hodnota glykémie jim bude poskytnuta skrze patientský monitor.

Stav trvá tři minuty a poté scénář přechází do 2. fáze hypoglykémie.

## **2. fáze hypoglykémie**

Blok prezentuje druhé zhoršení stavu pacienta a ukazuje nově přibylé symptomy.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá sinusové tachykardii,
- srdeční frekvence je nastavena na 136 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 26 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 100/66 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 96 %

(Jindříšek, 2020).

Změny hodnot vitálních funkcí mají exponenciální průběh po dobu 15 sekund.

Další symptomatické projevy jsou:

- únava, která je realizována skrze přivřené oči a pomalé málo časté mrkání,
- klonické křeče,
- hlasový projev nevolnosti, anglická fráze (I don't feel well),
- hlasový projev zvracení

(Šeblová a Knor, 2018).

Jako terapie je zvoleno podání 50ml 40% glukózy intravenózně, nebo intramuskulární podání 1mg glukagonu (Málek a Knor, 2019).

Podmínka přechodu do stavu po terapii, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- podání 50 ml 40 % glukózy intravenózně,
- podání 1mg glukagonu intramuskulárně.

Provedení uvedených kroků automaticky detekuje simulátor, v případě léčiva jsou identifikována pomocí RFID čipů umístěných na injekčních stříkačkách. Reálně ovšem

nelze simulátoru podat žádné tekutiny intramuskulárně, proto nebude skutečný vpich realizován.

Pokud je podmínka splněna v časovém horizontu tří minut, pak scénář přechází do stavu po terapii, pokud není, tak nastává stav 3. fáze hypoglykémie.

### **3. fáze hypoglykémie**

Stav prezentuje další zhoršení stavu pacienta.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá sinusové tachykardii,
- srdeční frekvence je nastavena na 136 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 28 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 92/66 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 92 %

(Jindříšek, 2020).

Změny hodnot vitálních funkcí mají exponenciální průběh po dobu 15 sekund. Přetrvávají klonické křeče a pocení nově upadá pacient do bezvědomí, oči jsou zavřené (Šeblová a Knor, 2018). Očekává se, že studenti v této části uplatní znalosti v oblasti určování závažnosti poruch vědomí pomocí glasgow coma scale. Blok 3. fáze hypoglykémie trvá po dobu 5 minut a poté scénář přechází do stavu zástavy oběhu.

#### **Zástava oběhu**

Zástava oběhu je klinicky nejzávažnější stav scénáře, který nastává skokově po 3. fázi hypoglykémie.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá obrazu asystolie,
- srdeční frekvence je nastavena na 0 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 0 dechům za minutu,

- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 0/0 mmHg, neměřitelná hodnota,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 0 %, neměřitelná hodnota

(Jindříšek, 2020).

Změna saturace krve je zajištěna exponenciálním poklesem až na nulovou hodnotu během dvou minuty.

Pacient je v bezvědomí, oči jsou zavřené a má zapadlý jazyk (Šeblová a Knor, 2018). Při poklesu  $SpO_2$  pod 80 % se přidává projev cyanózy.

Správná terapie pro tento stav je zvolena následovně:

Nejprve je proveden záklon hlavy a předsunutí dolní čelisti, aby byly zprůchodněny dýchací cesty (Málek a Knor, 2019), což je nutné k následnému provádění umělého dýchání. Během toho, co dochází k záklonu hlavy další členové skupiny zahájí nepřímou srdeční masáž pomocí kompresí hrudníku v poměru třicet stlačení ku dvěma umělým vdechům (*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015). Srdeční masáž záchranci provádí na středu hrudní kosti do hloubky přibližně pěti centimetrů s frekvencí 100-120 stlačení za minutu (Málek a Knor, 2019). Předpokládá se, že umělé vdechy budou realizovány pomocí ručního křísícího přístroje, nebo pomocí plicní ventilace. Přestávky mezi cykly srdeční masáže na provedení umělých vdechů by z důvodu efektivity a vysoké kvality neodkladné resuscitace neměly přesáhnout pět sekund. Následuje terapie hypoglykémického koma ve formě podání 50 ml 40 % glukózy intravenózně. (Málek a Knor, 2019).

Podmínka přechodu do stavu po terapii, tak jak je zadána ve scénáři je následující:

- provedení záklonu hlavy a předsunutí dolní čelisti,
- zahájení cyklu KPR,
- podání 50 ml 40 % glukózy intravenózně.

Provedení všech výše uvedených kroků automaticky detekuje simulátor.

Pokud je uvedená terapie splněna scénář přejde do stavu po terapii.

## **Stav po terapii**

Blok stavu po terapii je poslední fází scénáře, která reprezentuje dodržení doporučených postupů.

Hodnoty vitálních funkcí jsou nastaveny následovně:

- EKG křivka odpovídá sinusovému rytmu,
- srdeční frekvence je nastavena na 80 tepů za minutu,
- dechová frekvence odpovídá 12 dechům za minutu,
- neinvazivní krevní tlak má hodnoty 140/90 mmHg,
- saturace krve kyslíkem je rovna hodnotě 98 %.

Přechod do tohoto stavu je exponenciální během 30 sekund.

Pacient se probírá do plného vědomí, nejsou přítomny žádné další symptomy.

## **3.7 Analýza výzkumných dat**

Bohužel kvůli šíření viru SARS-CoV-2 bylo přijato mimořádnému opatření Ministerstva zdravotnictví České republiky ze dne 10. 3. 2020, Č. j.: MZDR 10676/2020-1/MIN/KAN, které od 11. 3. zakázalo osobní přítomnost studentů na studiu na vysoké škole, nemohl být výzkumný cíl 4 realizován. Dotazníkové šetření a hodnocení věrohodnosti vybraných projevů studenty tedy nemohlo být uskutečněno. Výzkumná data tedy nejsou k dispozici. Ověření funkčnosti scénářů bylo ještě před vydáním zmíněného nařízení provedeno ve spolupráci se dvěma studentkami oboru Biomedicínská technika.

V reakci na nastalou situaci je však plánováno dotazníkové šetření uskutečnit po znovuoobnovení kontaktní výuky na vysokých školách. Získaná data následně použít pro reflektování kvality zapracování scénářů, jejich konstrukce a pro případnou modifikaci.

### **3.7 Analýza výzkumných předpokladů**

Je nutno konstatovat, že vzhledem k mimořádnému opatření Ministerstva zdravotnictví ze dne 10. 3. 2020 viz předchozí kapitola, není možné všechny stanovené výzkumné předpoklady vyhodnotit. K vyhodnocení předpokladů číslo 2 a 3 bylo primárně potřeba získaných dat z dotazníkového šetření. Jelikož šetření nemohlo být provedeno, část výzkumných předpokladů kvůli absenci dat nemohla být vyhodnocena.

Předpoklad číslo 1 naštěstí není závislý na datech získaných z dotazníkového šetření. Byl analyzován a vyhodnocen.

Základní teze předpokladu je následující: vytvoření komplexního scénáře pro patientský přístrojový simulátor SimMan, který bude simulovat reálný, akutní stav pacienta na oddělení anesteziologicko-resuscitačním případně na jednotce intenzivní péče a budou v něm určeny možné správné postupy.

Ve výzkumné části práce byly prezentovány a podrobně popsány celkem tři komplexní scénáře akutních stavů. Jejichž součástí je popis správného terapeutického postupu pro jednotlivé části scénáře. Výzkumný předpoklad byl tedy zcela naplněn.

## 4 Diskuse

Během vytváření scénářů se objevilo několik problematických oblastí. Společným znakem všech komplikací bylo, že téměř žádná dostupná odborná literatura se nevěnuje problematice vytváření scénářů pro patientské simulátory. Literatura ve většině případů obsahuje pouze obecné informace u patologických stavů, ale bez konkrétních hodnot vitálních funkcí. Rovněž se nezabývá časovým vývojem změn v jednotlivých stavech. Obzvláště obtížné tedy bylo nastavení konkrétních hodnot u jednotlivých patologií a časové rychlosti jejich změny, což je ale pro věrohodnost scénáře poměrně klíčové.

Obdobný problém se vyskytl i u stavů, které reprezentují obnovení životních funkcí. U poresuscitačních stavů nelze ani orientačně nalézt v jakém pořadí, na jaké hodnoty a v jakém časovém sledu se jednotlivé fyziologické funkce mění. Software SimDesigner poskytuje velké množství podrobného a rozšiřujícího nastavení, které ovšem bez exaktních hodnot nemohou být zcela využity.

Během zkoušek scénářů na simulátoru bylo odhaleno několik problematických příznaků, které by mohly během samotné simulace způsobit zmatení studentů a nepřesnou diagnostiku. Mezi tyto symptomy patří zejména cyanóza, pocení, únava, sténání a zvracení.

V případě cyanózy spatřuji největší nedokonalost v tom, že simulační příznak je prezentován modrým podsvícením pouze dutiny ústní. V reálné praxi se však setkáváme s promodráním tkáně tělních periferií. Přestože je světlo poskytované LED diodami dostatečně intenzivní a viditelné, nemusí být příznak správně identifikován.

Symptom pocení, jak již bylo popsáno, je interpretován skrze kapky čiré tekutiny v oblasti čela. Póry, skrze které tekutina proudí jsou ovšem umístěny pouze v jedné řadě v celkovém počtu šest. Skutečné osoby však produkují pot na mnoha místech z mnohonásobně většího počtu potních žláz. Pokud tedy studenti přehlédnou příznak v oblasti obličeje nemají možnost ho zpozorovat jinde.

Simulátor nedisponuje konkrétní funkcí, která by prezentovala únavu. Symptom lze prezentovat pouze skrze funkce očí. Ve scénáři je únava prezentována jako polozavřené oči a malou frekvencí mrkání. Reálně však dochází spíše k dlouhému pomalému mrkání



a prodloužení intervalů, kdy jsou oči zavřené. Takové nastavení však simulátor neumožňuje.

Co se týká projevů sténání a zvracení jedná se čistě o hlasově demonstrovane symptomy. Zvracení se tedy poměrně výrazně liší od reality, kdy je doprovázeno vyvrácením žaludečního obsahu. Sténání je v tomto ohledu více validní. Jeho rozeznatelnost může být však zkreslena samotnou kvalitou a věrohodností použité nahrávky.

Naopak celá řada symptomů a projevů simulátoru působí velmi věrohodně. Interpretace takových příznaků je tedy jednoznačná a pomáhá zasahujícímu týmu k rychlé a přesné diagnostice. Mezi tyto symptomy patří především pulz, křeče, reakce zornic, řeč a zapadlý jazyk.

Dalšími aspekty které, narušují věrohodnost samotné simulace jsou některé specifické přístupy. Zřejmě nejvýraznější je intravenózní vstup, který přesně určuje jediné místo pro žilní aplikaci léčiv. Také specifické zapojení tlakové manžety, kterou ovšem nelze propojit s patientským monitorem, přestože patientský monitor hodnotu NBP zobrazuje.

## 5 Závěr

Během vytváření scénářů neodkladné péče bylo zjištěno, že výsledná kvalita a věrohodnost simulací velmi závisí na spolupráci simulačního technika a lékaře či jiného zdravotníka. Názory a zkušenosti odborníka jsou v procesu sestavování algoritmů zcela nepostradatelné. Řadu důležitých aspektů, které je nutné v scénářích nastavit lze získat pouze ze zkušeností z reálné zdravotnické praxe. Další oblastí, která je poněkud problematická při tvorbě scénářů, je otázka rozdílných odborných kompetencí jednotlivých zasahujících zdravotníků.

V praktické části byla vytvořena celkem trojice scénářů akutních stavů, které jsou zcela připraveny k praktickému využití během výuky zdravotnických oborů na Fakultě zdravotnických studií Technické univerzity v Liberci. Všechny scénáře jsou vystavěny tak, aby v případě potřeby mohly být upravovány. Lze je velmi jednoduše rozšiřovat, zjednodušovat i uzpůsobovat konkrétním vyučujícím, požadavků jednotlivých oborů a jejich potřebám. V souvislosti s tvorbou scénářů bylo nutné se detailně seznámit především s ovládáním, manipulací, údržbou a softwarovou podporou simulátoru SimMan 3G. Těmito body byla splněna převážná většina výzkumných cílů této kvalifikační práce.

Poslední výzkumný cíl však zcela naplněn nebyl. Předchozích kapitolách, již bylo vysvětleno, že jedna z plánovaných částí výzkumu nebyla uskutečněna vzhledem k mimořádnému opatření Ministerstva zdravotnictví České republiky ze dne 10. 3. 2020, Č. j.: MZDR 10676/2020-1/MIN/KAN, které od 11. 3. 2020 zakázalo osobní přítomnost studentů na studiu na vysokých školách. Tato část výzkumu ve formě standardizovaného dotazníku měla z pohledu zasahujícího týmu odhalit případné problematické části scénářů a pomoci tak optimalizovat používání ve výukovém procesu. Bylo by tedy velmi zajímavé věnovat se problematice věrohodnosti simulace jako celku i jednotlivých symptomů v navazující diplomové práci. Z výsledků takové práce by bylo možno formulovat doporučení pro konkrétní výrobce simulátorů, které funkce by z hlediska důvěryhodnosti bylo vhodné zdokonalit. Přijetí takových doporučení by pomohlo dále přibližovat simulaci reálné praxi.

## Seznam použité literatury

AESCULAP AKADEMIE. 2020. Aesculap Akademie Česká a Slovenská republika [1. Vzdělávací centrum B. Braun Dialog]. *Aesculap Akademie Česká a Slovenská republika* [online]. Praha: B. Braun Medical, [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: [https://czsk.aesculap-academy.com/go/?action=AkadVenueData&venue\\_id=62974](https://czsk.aesculap-academy.com/go/?action=AkadVenueData&venue_id=62974)

ANON. 2014. Laerdal - helping save lives [SimMan3G]. *Laerdal - helping save lives* [online]. [Praha]: S&T Plus, [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <http://www.laerdal.cz/index.php?page=product&id=2130>

CAMP, Sara a Tammy LEGGE. 2018. Simulation as a Tool for Clinical Remediation: An Integrative Review. *Clinical Simulation in Nursing*. **16**(March), 48-61. DOI 10.1016/j.ecns.2017.11.003. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876139917301421>

CENTRUM LÉKAŘSKÝCH SIMULACÍ. Centrum lékařských simulací - 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy. *1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy* [online]. Praha: Univerzita Karlova 1. lékařská fakulta, 2020 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.lf1.cuni.cz/centrum-lekarskych-simulaci>

CENTRUM SIMULAČNÍ MEDICÍNY KARIM. 2020. Simulační centrum KARIM - Ústřední vojenská nemocnice Praha. *ÚVN Praha - Ústřední vojenská nemocnice Praha* [online]. Praha: Ústřední vojenská nemocnice-Vojenská fakultní nemocnice, aktualiz. 2019-09-13 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.uvn.cz/cs/simulacni-centrum-karim>

ČAPEK, L., P. HÁJEK a P. HENYŠ. 2018. *Biomechanika člověka*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0367-6."

ČESKO. MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ. Vyhláška č. 55/2011 ze dne 1. března 2011 o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných jiných odborných pracovníků. In: Sbírnka zákonů České republiky. 2011, částka 20, s. 482-544. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>

ČEŠKA, Richard et al. 2015. *Interna*. 2. vyd., Praha: Stanislav Juhaňák – Triton. ISBN 978-80-7387-895-5.

DIMON, Theodore. 2017. *Anatomie těla v pohybu: základní kurz anatomie kostí, svalů a kloubů*. 2. vyd., Praha: Euromedia. ISBN 978-80-7549-158-9.

DOBIÁŠ, Viliam. 2013. *Klinická propedeutika v urgentní medicíně*. Praha: Grada, ISBN 978-80-247-4571-8.

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ ČVUT V PRAZE. [2018]. O nás - co je FBMI | Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze. *Úvodní stránka | Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze* [online]. Praha: ČVUT v Praze – FBMI, [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.fbmi.cvut.cz/cs/verejnost/o-nas>

HUGO, J., M. VOKURKA a M. FIDLEROVÁ. 2016. *Slovník lékařských zkratk*. Praha: Maxdorf. ISBN 978-80-7345-519-4.

I. SIMULAČNÍ CENTRUM VIRTUÁLNÍ CHIRURGIE. 2020. FRMU - Kdo jsme ?. *FRMU - Úvodní strana - Titulek* [online]. Brno: Masarykova univerzita, [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.virtualnichirurgie.cz/kdo-jsme/t1092>

JINDŘÍŠEK, Zdeněk. 2019. *Scenáře SimMan* [elektronická komunikace]. Message to: Jiří JANEČEK. 17. prosince 2019 18:57 [cit. 2020-02-10]. Osobní komunikace.

JINDŘÍŠEK, Zdeněk. 2020. *Scenáře* [elektronická komunikace]. Message to: Jiří JANEČEK. 9. března 2019 14:46 [cit. 2020-03-09]. Osobní komunikace.

KOFRÁNEK, Jiří a Tomáš KULHÁNEK. 2014. Lékařské simulátory. In: ČESKÝ SVAZ VĚDECKOTECHNICKÝCH SPOLEČNOSTÍ. *MEDSOFT: sborník příspěvků*. Praha: Dům techniky ČSVTS, s. 123-147. ISSN 1803-8115. Dostupné také z: [http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2014/Medsoft\\_2014\\_Kofranek.pdf](http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2014/Medsoft_2014_Kofranek.pdf)

LAERDAL. 2011. *SimMan 3G: directions for use*. Stavanger: Laerdal Medical. Dostupné také z: [http://cdn.laerdal.com/downloads/f854/Att\\_2\\_to\\_PRO-ML01-1110-854.pdf](http://cdn.laerdal.com/downloads/f854/Att_2_to_PRO-ML01-1110-854.pdf)

LAERDAL. 2017. *SimMan 3G: Quick Seup Guide*. Stavanger: Laerdal Medical. Dostupné také z: <http://cdn.laerdal.com/downloads/f5052/QSGSimMan3GmultilingualarticulatingPelvis.pdf>

LAERDAL. 2018. *SimMan 3G: User Guide*. Stavanger: Laerdal Medical. Dostupné také z: [http://cdn.laerdal.com/downloads/f3111/user\\_guide\\_\\_simman\\_3g\\_english](http://cdn.laerdal.com/downloads/f3111/user_guide__simman_3g_english)

LÉKAŘSKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ. 2019. Simulační centrum | Lékařská fakulta UK v Hradci Králové. *Lékařská fakulta UK v Hradci Králové* [online]. Hradec Králové: LF UK HK, [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <https://www.lfhk.cuni.cz/Fakulta/Organizacni-struktura/Domaci-stranky/Simulacni-centrum/>

LITVIK, Radek. 2014. Struktura a funkce ekrinních potních žláz a možnosti ovlivnění produkce potu. *Česko-slovenská dermatologie*. **2014**(5), 215-223. ISSN 0009-0514. Dostupné také z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/cesko-slovenska-dermatologie/2014-5/struktura-a-funkce-ekrinnich-potnich-zlaz-a-moznosti-ovlivneni-produkce-potu-51037/download?hl=cs>

MÁLEK, Jiří a Jiří KNOR. 2019 *Lékařská první pomoc v urgentních stavech*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0590-8.

MOK, H. T., C. F. SO a J. W. Y. CHUNG. 2016. Effectiveness of High-Fidelity Patient Simulation in Teaching Clinical Reasoning Skills. *Clinical Simulation in Nursing*. **12**(10), 453-467. DOI 10.1016/j.ecns.2016.06.003. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187613991630041X>

MUKNŠNÁBLOVÁ, Martina. 2016. Automatický externí defibrilátor v praxi. *Zdravotnictví a medicína*. **2016**(7-8), 28-29. ISSN 2336-2987.

NEUWIRTHOVÁ, Eva. 2013. Zdravotníci na Vysočině trénují na novém patientském simulátoru | Březen | Kraj Vysočina. *Kraj Vysočina | Titulní stránka* [online]. Jihlava: Krajský úřad Kraje Vysočina, 2013-04-17 [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.kr-vysocina.cz/zdravotnici-na-vysocine-trenuji-na-novem-pacientskem-simulatoru/d-4050719/p1=58888>

PÍTHA, Jan et al. 2017. *Akutní stavy na interním oddělení*. 2. vyd. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton. ISBN 978-80-7387-682-1.

POWERS, William J. et al. 2018. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. **49**(3). DOI 10.1161/STR.000000000000158. Dostupné také z: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.000000000000158>

SIMULAČNÍ CENTRUM. 2015. O SICE - SICE / Simulační centrum. *SICE - Simulační centrum* [online]. Brno: SICE, [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.sice.cz/o-nas/>

SOVA, Milan et al. 2019. *Scénáře akutní medicíny pro simulátor SimMan 3G*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5513-6.

SPOLEČNOST PRO SIMULACI V MEDICÍNĚ. [2017]. O nás : [Simulacnimedicina.cz](http://www.simulacnimedicina.cz). *Simulacnimedicina.cz* [online]. Olomouc: Společnost pro simulaci v medicíně, [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.simulacnimedicina.cz/o-nas/>

STRYJA, Jan. 2014. Neodkladné stavy v léčbě chronických ran. *Hojení ran*. **8**(1), 28-29. ISSN 1802-6400.

SWAMY, Meenakshi et al. 2013. Role of SimMan in teaching clinical skills to preclinical medical students. *BMC Medical Education*. **13**(20). DOI 10.1186/1472-6920-13-20. Dostupné také z: <http://bmcmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6920-13-20>

SWAMY, Meenakshi et al. 2014. A study to investigate the effectiveness of SimMan® as an adjunct in teaching preclinical skills to medical students. *BMC Medical Education*. **14**(231), 453-467. DOI 10.1186/1472-6920-14-231. Dostupné také z: <http://bmcmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6920-14-231>

ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. 2018. *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře*. 2. vyd., Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0596-0.

TÁBORSKÝ, Miloš et al. 2017. *Interní propedeutika*. 2. vyd. Praha: Mladá fronta. ISBN 978-80-204-4645-9.

*Urgentní medicína: časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2015. České Budějovice: Mediprax CB, **18**. ISSN 1212-1924. Dostupné také z: <https://www.resuscitace.cz/files/files/0/j79oh/um-mimoradne-2015-final-preview.pdf>

VACHEK, Jan et al. 2018. *Akutní stavy ve vnitřním lékařství*. Praha: Maxdorf Jessenius. ISBN 978-80-7345-550-7.

VANDERVELDELAAN, Emile. 2015. Rozšířená resuscitace dospělých [online obrázek]. In: *Česká resuscitační rada: algoritmy doporučených postupů 2015* [online]. [Cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <file:///C:/Users/User/Documents/TUL/Bc.%20pr%C3%A1ce/poster-als-algorithm-cz-p2.pdf>

WIESNEROVÁ, Ema. 2018. Začala stavba cvičné nemocnice. Kampus se rozroste. *Magazín M* [online]. 2018-09-26. ISSN 2571-418X. Dostupné z: <https://www.em.muni.cz/udalosti/10954-zacala-stavba-cvicne-nemocnice-kampus-se-rozroste>

ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA KARLOVARSKÉHO KRAJE. 2019. Záchranka má nyní robotické pomocníky, nejedná se však o přístroje, nýbrž o pacienty. *Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje, příspěvková organizace* [online]. [Karlovy Vary]: Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraj, 2019-02-14 [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <https://www.zzskvk.cz/tiskove-zpravy/zachranka-ma-nyni-roboticke-pomocniky-nejedna-se-vsak-o-pristroje-nybrz-o-pacienty>

ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE. [2011]. Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje [Nový patientský simulátor]. *Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje* [online]. Ostrava: Zdravotnická záchranná služba Moravskoslezského kraje, [cit. 2020-03-24]. Dostupné z: <http://www.zzmsk.cz/Default.aspx?galerie=1002>

## **Seznam příloh**

Příloha A Vzhled simulátoru SimMan 3G

Příloha B Vzhled Laboratoře urgentní medicíny na FZS, TUL

Příloha C Dotazník k bakalářské práci

Příloha D Vzhled instruktorského rozhraní SimDesigner pro tvorbu scénářů

Příloha E Blokové schéma scénáře fibrilace-asytolie

Příloha F Blokové schéma scénáře hypovolemického šoku

Příloha G Blokové schéma scénáře bezvědomí nejasné etiologie

## Příloha A Vzhled simulátoru SimMan 3G



Obrázek 1 simulátor SimMan 3G

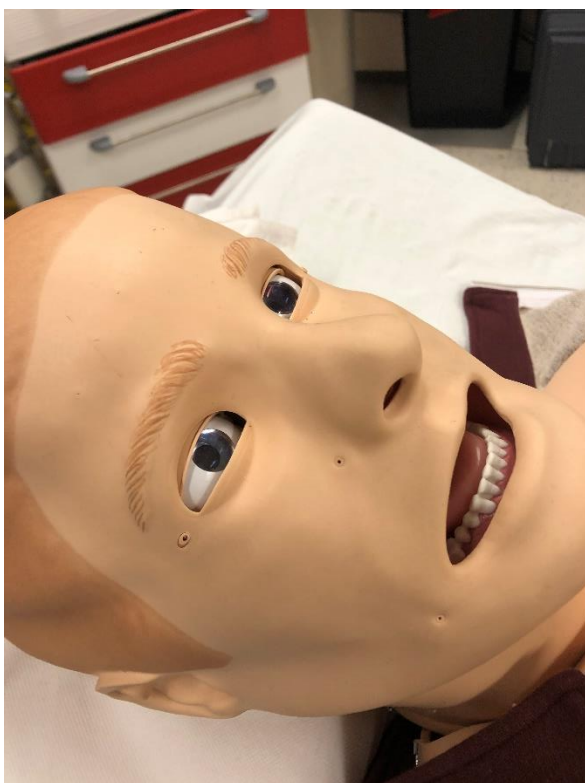


Obrázek 2 Projev cyanózy





Obrázek 3 Svorka pro připojení EKG svodů



Obrázek 4 výstupy tělních tekutin v oblasti obličeje



Obrázek 5 Výstup tekutin a mikrofon v oblasti ucha



Obrázek 6 Specifický žilní vstup simulátoru

## Příloha B Vzhled Laboratoře urgentní medicíny na FZS, TUL



Obrázek 7 Prostředí Laboratoře urgentní medicíny



Obrázek 8 Prostředí Laboratoře urgentní medicíny

## Příloha C Dotazník k bakalářské práci

### Dotazník k bakalářské práci: Tvorba scénářů pro patientský simulátor SIMMAN a jejich využití při výuce oboru Všeobecná sestra

Zaškrtněte, které z níže uvedených projevů, dle vás byly přítomny ve scénáři a u vybraných symptomů zhodnoťte jejich věrohodnost. Vybranou odpověď prosím zakroužkujte.

#### 1) Cyanóza

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 2) Nehmatný nebo slabý pulz

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 3) Křeče

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 4) Na světlo nereagující zornice

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 5) Pocení

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 6) Únava

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 7) Řeč

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 8) Sténání

- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 9) Zapadlý jazyk

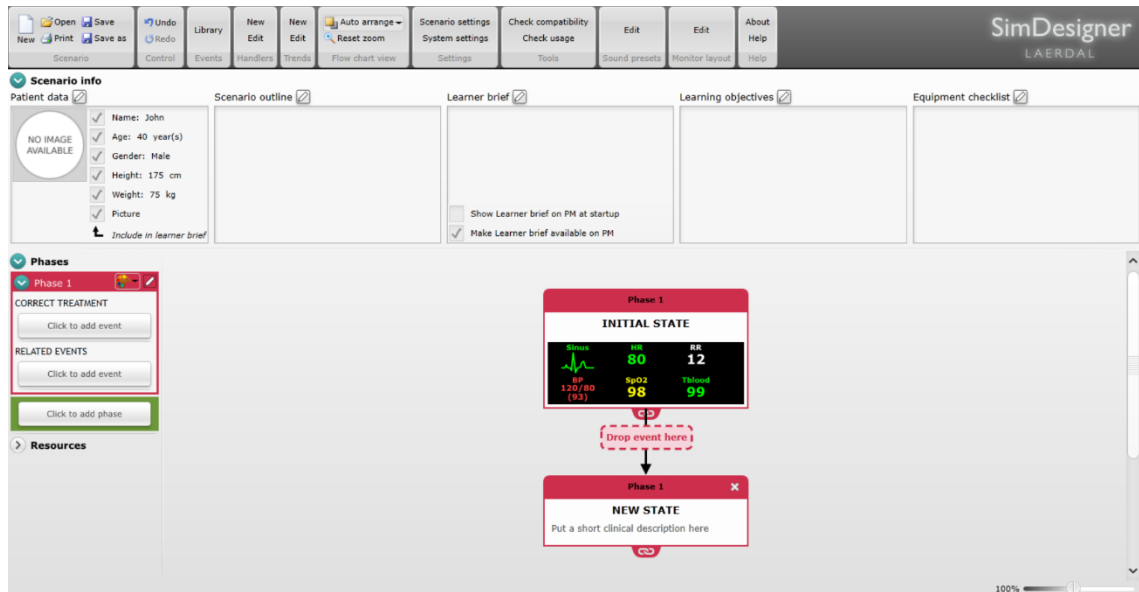
- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

#### 10) Zvracení

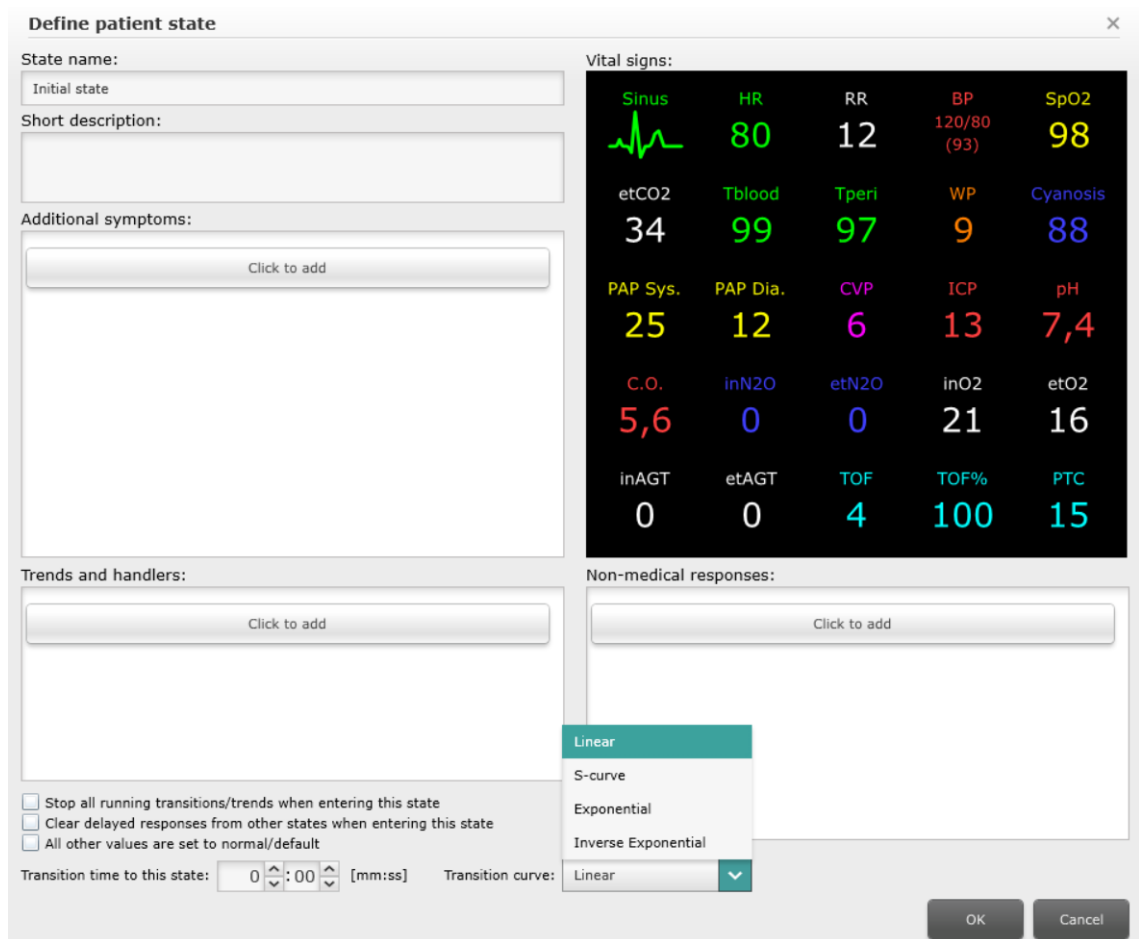
- a) přítomen
  - a. projev byl věrohodný
  - b. projev byl nevěrohodný
- b) nepřítomen

Obrázek 9 Dotazník k bakalářské práci

## Příloha D Vzhled instruktorského rozhraní SimDesigner pro tvorbu scénářů



Obrázek 10 Celkový vzhled prostředí pro tvorbu scénářů



Obrázek 11 Vzhled rozhraní pro nastavení funkčního bloku

**Define trigger** ✕

Custom description:  Clear

Default description:

**Triggering event:**  Browse... ✕

*Normal event*

Trigger on occurrence

Trigger on count

time limit

*Click to add OR*

*Click to add AND*

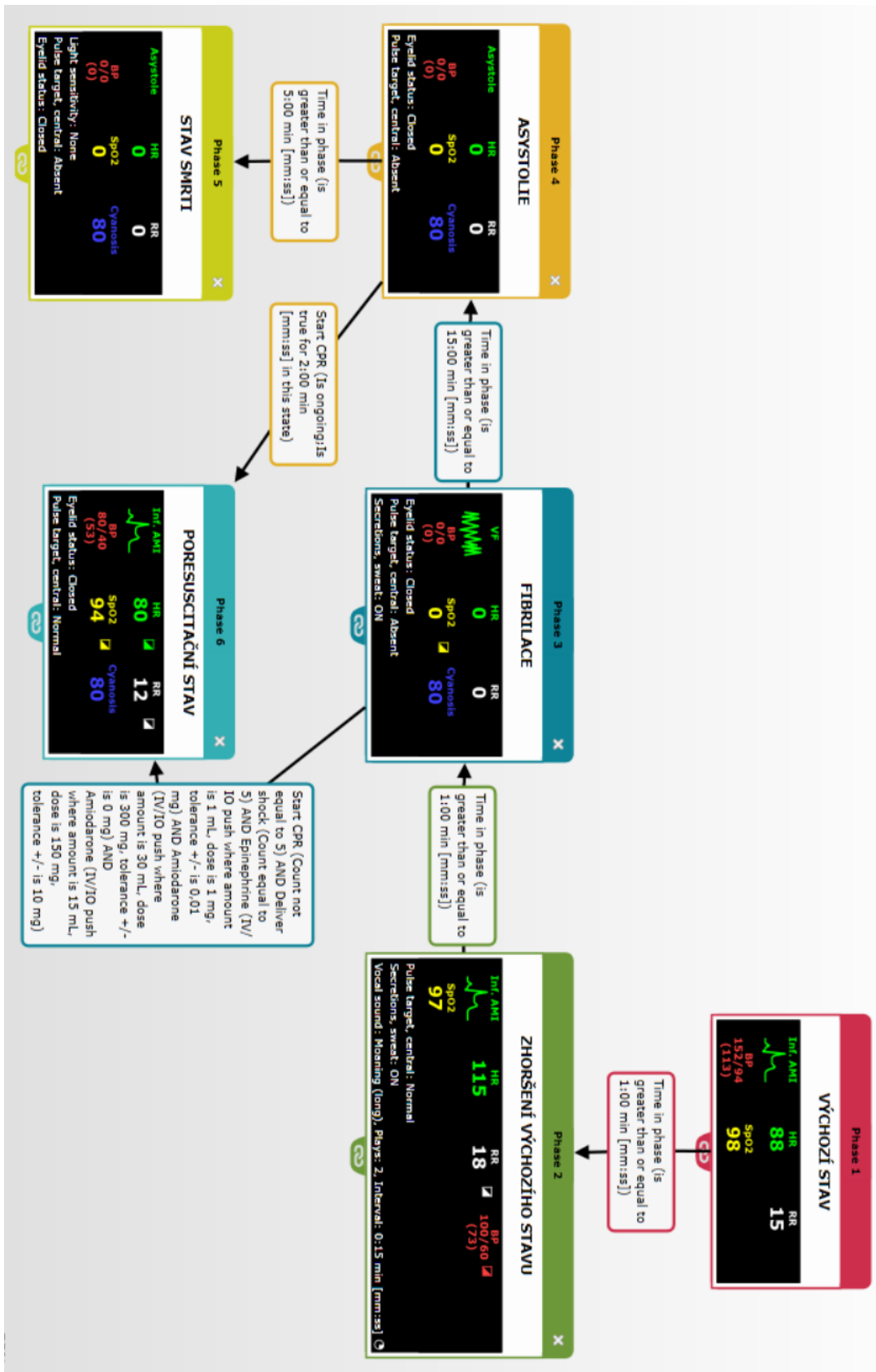
**Log comment:**

Edit... Clear

OK Cancel

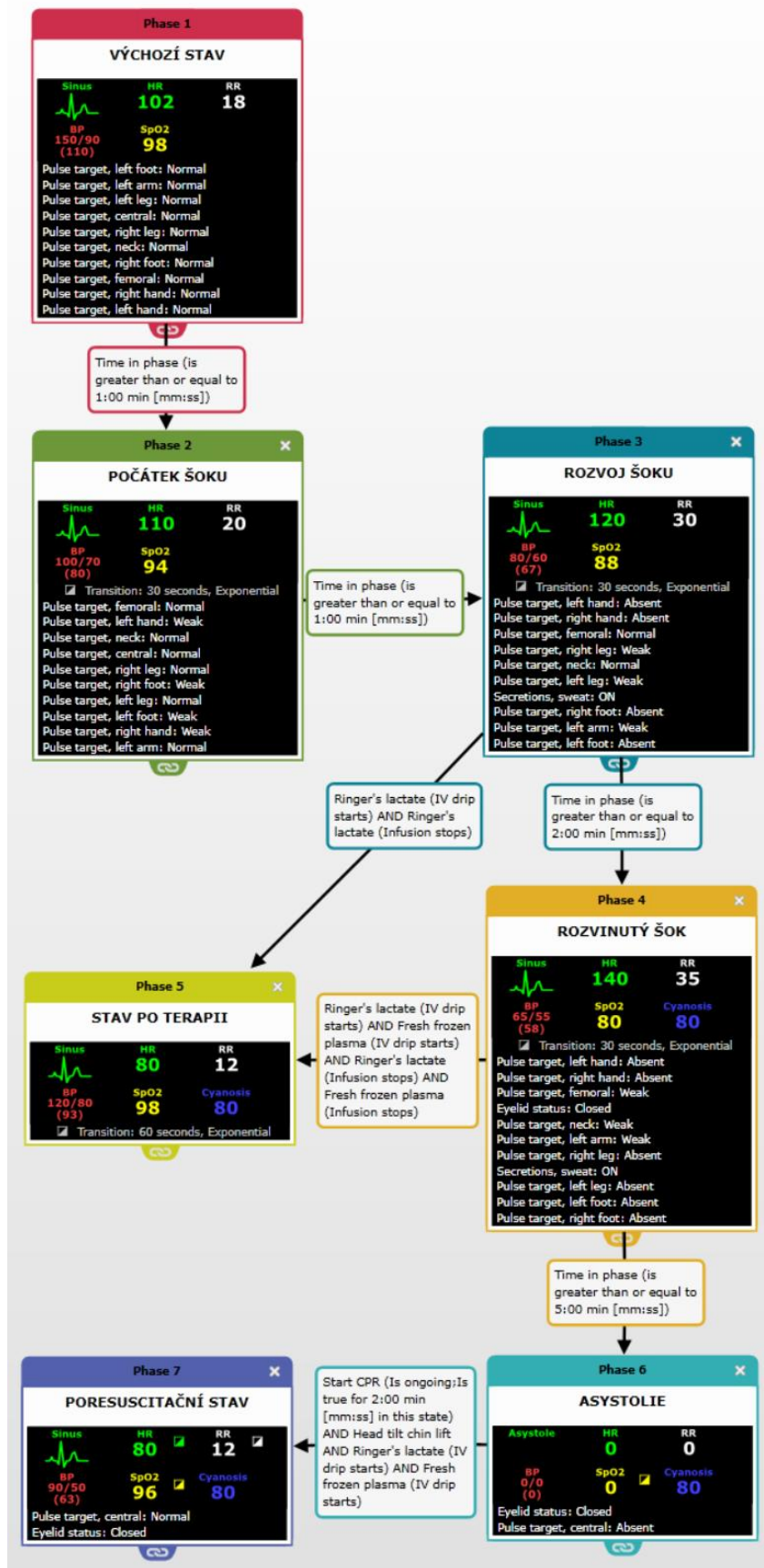
Obrázek 12 Vzhled rozhraní pro nastavení podmínky

Příloha E Blokové schéma scénáře komorové fibrilace a asystolie



Obrázek 13 Funkční schéma scénáře komorové fibrilace a asystolie

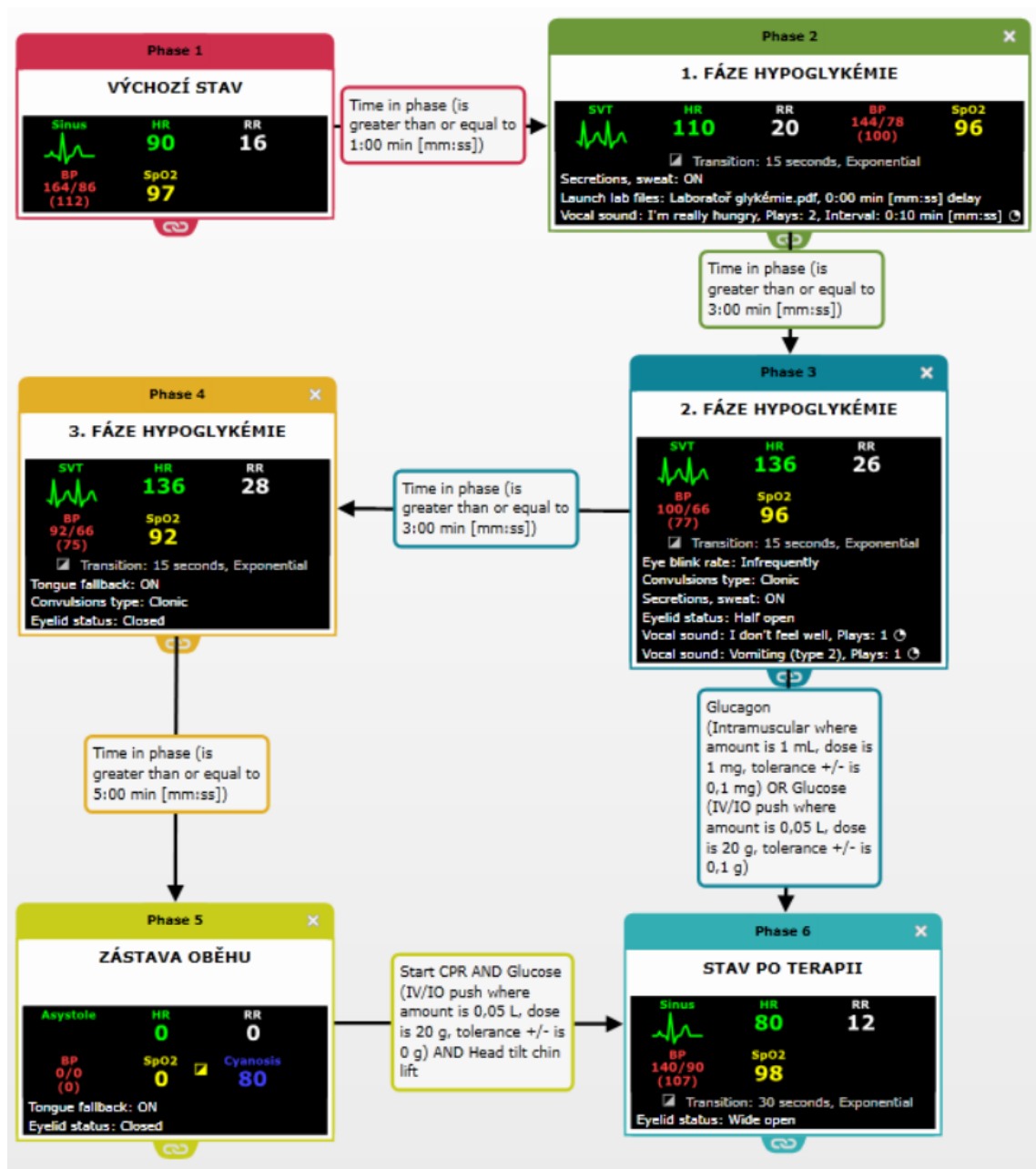
## Příloha F Blokové schéma scénáře hypovolemického šoku



Obrázek 14 Funkční schéma scénáře hypovolemického šoku



## Příloha G Blokové schéma scénáře bezvědomí nejasné etiologie



Obrázek 15 Funkční schéma scénáře bezvědomí nejasné etiologie