

PŮVODNÍ PRÁCE

Zapojení interaktivní výuky do pregraduálního studia akutní medicíny: virtuální pacient, pokročilé simulace a přenosy z operačních sálů

Harazim H.¹, Štourač P.², Kosinová M.¹, Smékalová O.¹, Štoudek R.², Schwarz D.³, Rusňák V.⁴, Liška M.⁵

¹Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Fakultní nemocnice Brno, Brno

²Klinika dětské anesteziologie a resuscitace, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Fakultní nemocnice Brno, Brno

³Institut biostatistiky a analýz, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

⁴Ústav výpočetní techniky, Masarykova univerzita, Brno

⁵CESNET, z. s. p.o., Praha

Anest. intenziv. Med., 26, 2015, č. 4, s. 202–212

SOUHRN

Nácvik správného řešení kritických stavů v pregraduální výuce medicíny patří do náplně předmětů První pomoc, Intenzivní medicína, Urgentní medicína a Anesteziologie a léčba bolesti. Cílem sdělení je představit přehled možností interaktivní výuky, které nabízíme studentům medicíny na Lékařské fakultě Masarykovy univerzity (LF MU): využití virtuálního pacienta (interaktivní algoritmy, klinické scénáře), simulovaného pacienta, nácvik technik zajištění pacienta na modelech, simulátory s implementovaným fyziologickým modelem anebo videokonferenční přenosy dění z operačních sálů. Tyto metody výuky se staly součástí výše zmíněných předmětů v pregraduální výuce studentů Všeobecného lékařství, Zubního lékařství a nelékařských zdravotnických oborů.

Od roku 2007 bylo na LF MU vytvořeno 43 interaktivních výukových algoritmů v české a anglické jazykové verzi. Proces tvorby počíná studiem literatury, tvorbou textu jednotlivých uzlů a získání multimediálních materiálů probíhá ve skupině 2–3 studentů medicíny pod vedením lékaře a trvá 2 semestry. Vzniklý algoritmus je ve formě Flash objektu volně přístupný online na portálu AKUTNE.CZ (www.akutne.cz). Klinické scénáře představují skutečné případy pacientů v těžké sepsi, hospitalizovaných na pracovišti intenzivní medicíny, jejichž data se stala součástí registru EPOSS (eposs.registry.cz; Data-based evaluation and prediction of outcome in severe sepsis). Videokonferenční přenosy z operačních sálů do výukové místnosti umožní shlédnout raritní operační výkony velkému počtu studentů naráz bez narušení provozu operačních sálů. Pokročilý patientský simulátor firmy CAE Healthcare® je na LF MU již čtvrtým rokem využíván k nácviku řešení týmové spolupráce u akutních situací v rámci předmětů První pomoc, Intenzivní medicína a Urgentní medicína. Přinesli jsme přehled metod, kterými lze obohatit pregraduální výuku akutních stavů v medicíně, spolu s návody na jejich implementaci do kurikula.

KLÍČOVÁ SLOVA

e-learning – simulace s vysokou věrností – Team Based Learning (TBL) – Problem Based Learning (PBL) – Case Based Learning (CBL) – www.akutne.cz, www.sepsis-q.cz

ABSTRACT

Harazim H., Štourač P., Kosinová M., Smékalová O., Štoudek R., Schwarz D., Rusňák V., Liška M.: Use of interactive education in undergraduate teaching of acute medicine: the virtual and standardised patient, operating theatre broadcasting

Management of the critical patient in the undergraduate teaching of medicine is an important part of first aid, intensive care medicine and anaesthesiology. The aim of this paper is to present an overview of the interactive learning opportunities which are offered to students at the Medical Faculty of Masaryk University (MF MU): the use of the virtual patient (interactive algorithms, clinical scenarios), the standardised patient, skills training on patient models, simulators with an embedded computer model or videoconference streaming from operating theatres. These teaching methods have become part of undergraduate teaching of medicine, dentistry and nursing. Since the year 2007, 43 interactive learning algorithms have been created at MF MU in the Czech-English version. The process of creation takes two semesters and is performed by groups of 2–3 students of medicine under the supervision of a physician. The created algorithm is in the form of a Flash object freely accessible online through the AKUTNE.CZ portal (www.akutne.eu). The clinical scenarios represent real cases of patients with severe sepsis hospitalized on ICUs participating in EPOSS (eposs.registry.cz; Data-based evaluation and prediction of outcome in severe sepsis). Videoconference streaming from operating theatres to teaching rooms enables a large number of students to watch a rare surgical procedure without entering the operating theatre. Advanced patient simulator by CAE Healthcare® has been used for four years at MF MU to practice team leadership and communication skills in the subjects of first aid, intensive care medicine and emergency medicine. We present an overview of methods that can enrich undergraduate education of acute medicine, along with instructions for their implementation into the curriculum.

KEYWORDS

e-learning – high fidelity simulation – live streaming – Team Based Learning (TBL) – Problem Based Learning (PBL) – Case Based Learning (CBL) – www.akutne.eu, www.sepsis-q.cz

ÚVOD

Výuka medicíny ve všeobecnosti prochází významným posunem od tradičních metod výuky (učebnice, přednášky, výuka u lůžka pacienta) ke komplexnějšímu přístupu, který zahrnuje moderní nástroje (e-learning, interaktivní algoritmy, počítačové simulace, virtuální pacienty). Tento nový přístup v porovnání s tradičními metodami přináší značné zlepšení naučených dovedností u studentů medicíny i mladých lékařů [1–4].

Akutní/intenzivní/urgentní medicína představuje dynamické, časově náročné prostředí s vysokými nároky na rychlou a přesnou týmovou komunikaci a vedení, správné klinické uvažování a často okamžité rozhodování [5]. Nácvik správného řešení kritických stavů v pregraduální výuce medicíny již tradičně patří do náplně předmětů První pomoc, Intenzivní medicína, Anesteziologie anebo Urgentní medicína, které mají místo jak ve výuce studentů Všeobecného lékařství, tak v oboru Zubní lékařství, Ošetřovatelství anebo Porodní asistentka.

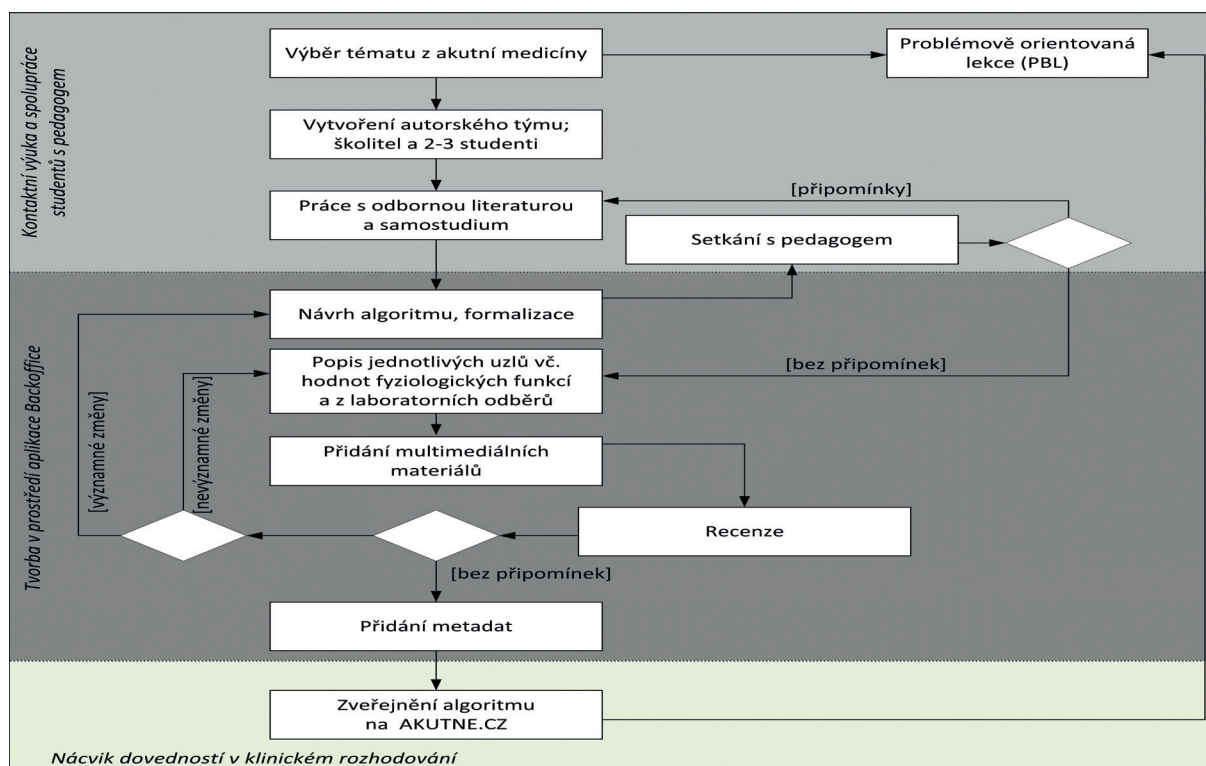
Praktická výuka u lůžka pacienta, která je poměrně často využívána v jiných klinických předmětech, je v akutních situacích limitovaná personálně (vysoký poměr počtu studentů k počtu pacientů), didakticky (ohrožení života pacienta, urgency správného diagnosticko-terapeutického postupu), prostorově (operační sál, izolační box jednotky intenzivní péče) a také časově (samotný sporadický výskyt těchto kritických stavů). Pro nedostatečnou názornost a nízkou šanci ke vzniku dostatečné paměťové stopy nepředstavují optimální cestu k získání schopnosti řešení

těchto situací ani přednášky nebo samostudium. Samotná fixace paměťové stopy je podmíněna opakovanou expozicí studenta kritické situaci a vytvořením reakce [6], která je do jisté míry automatická, ale za současného zachování znalosti patofyziologického mechanismu. Tato kombinace komplexní znalosti a „hands-on experience“ je sice ve výuce akutní medicíny klíčová, ovšem velmi často opomíjená. Právě simulace prostředí kritických situací nabízí dobrou příležitost pro trénink kooperace multidisciplinárních lékařských týmů. Využití simulační medicíny tak napomáhá k dosažení dostatečně natrénovaných a zažitých interakcí, jakož i koordinačních metod, což pak umožňuje týmu fungovat jako efektivní jednotka [7].

Cílem sdělení je představit přehled možností interaktivní výuky, které nabízíme studentům akutní medicíny na Lékařské fakultě Masarykovy univerzity (LF MU): využití virtuálního pacienta (interaktivní algoritmy, klinické scénáře), simulovaného pacienta, nácvik technik zajištění pacienta na modelech, pokročilé patientské simulátory s implementovaným fyziologickým modelem anebo videokonferenční přenosy dění z operačních sálů do výukové místnosti, které umožňují shlédnout raritní operační výkony velkému počtu studentů naráz bez narušení provozu operačních sálů.

METODIKA

Interaktivní algoritmy AKUTNE.CZ představují výukovou pomůcku, která slouží k podpoře výuky daného tématu jak s doprovodem lektora, tak i v rámci samostudia.



Obr. 1 Workflow tvorby interaktivního algoritmu od výběru tématu přes recenzní proces až k zařazení do výuky ve formě moderované Problem-Based Learning lekce

Specifikem interaktivních algoritmů je jejich tvorba, do které jsou studenti oboru Všeobecné lékařství či Zubní lékařství aktivně a úzce zapojeni v rámci povinně volitelného předmětu

Samostatná práce, který je nedílnou součástí pregraduálního kurikula na LF MU od roku 2004. Jeho splnění je vázáno na období 3.–10. semestru studia, ohodnoceno získáním 5 kreditů a je nutnou

podmínkou pro umožnění přistoupení k závěrečným státním zkouškám. V rámci tohoto předmětu studenti pracují v malých skupinách (2–3 studenti) vždy pod vedením jednoho lékaře. Vytvoření interaktivního algoritmu kladě vysoké nároky na tvůrčí tým jak z hlediska času (koordinační schůzky, tvorba multimediálního obsahu, tvorba textů, studium literatury), tak i z pohledu odborné úrovně [8]. Proces tvorby prochází třemi úrovněmi, jak je znázorněno na diagramu (obr. 1). Výstupem první fáze je kompletní



Obr. 2 Popis uzlu interaktivního algoritmu

text interaktivního algoritmu, který je následně digitalizován do jednotlivých rozhodovacích uzlů (včetně doprovodných multimediálních materiálů, hodnot fyziologických funkcí, nápovědy atd.). Lékař-školitel zodpovídá za relevantnost informací v algoritmu a také upravuje výstavbu uzlů směrem k zlepšení didaktického efektu výukové pomůcky. Doplněkem i součástí každého algoritmu je plnohodnotná anglická verze algoritmu dostupná na www.akutne.eu. Ve třetí fázi je dokončený algoritmus vystaven recenznímu řízení, a to nejdříve týmem tvůrců algoritmů a následně vybraným externím odborníkem. Po zpracování jeho připomínek a připojení recenze se algoritmus stává veřejně volně dostupným výukovým interaktivním objektem (obr. 2), a to na stránkách portálu AKUTNE.CZ i prostřednictvím centrální brány portal.mefanet.cz. [5].

Zázemí k tvorbě algoritmů poskytuje webová (PHP/MySQL) aplikace Backoffice, redakční systém, který umožňuje tvůrcům vytvářet scénáře složené z jednotlivých uzlů, přičemž v každém uzlu je potřeba vkládat textový popis situace, hodnot fyziologických funkcí a laboratorních odběrů a v neposlední řadě také doplňkové autorské multimediální materiály (barevné fotografie nebo videosekvence). Podstatnou výhodou těchto digitálních výukových pomůcek je možnost text kdykoli upravovat a aktualizovat, je-li to nutné např. na základě nových

doporučených postupů. Při vkládání jednotlivých odpovědí či možností řešení daného uzlu se tvůrce rozhoduje, zda po označení špatné odpovědi bude algoritmus ukončen (fatální rozhodnutí) anebo řešitel bude mít příležitost změnit své rozhodnutí. Data z aplikace Backoffice jsou následně transportována do XML formátu a poté vizualizována do interaktivního objektu pomocí technologie Flash nebo nově od poloviny roku 2015 HTML5. Díky přidání časového stresového faktoru lze tyto interaktivní algoritmy označit jako „vážené hry“, entity, kterým se na poli simulační medicíny říká „serious games“ [9].

Klinické scénáře SEPSIS-Q jsou vytvářeny v úzké vazbě na celonárodní registr pacientů v těžké sepsi EPOSS (Data-based evaluation and prediction of outcome in severe sepsis) [10]. Přísně anonymizovaná data pacientů včetně reálných hodnot fyziologických funkcí lze z registru transportovat do speciálního modulu administrační aplikace výukového a informačního portálu SEPSIS-Q.cz. Záznam o konkrétním případě zde vytvoří páteř (sadu uzlů) budoucího klinického případu [11]. Autor poté jednotlivé uzly scénáře doplní o popis stavu pacienta, rozhodovací algoritmus a další postup v diagnostice a terapii. Dokončený scénář je po schválení garantem volně dostupný ve formě interaktivního objektu (obr. 3) na stránkách www.sepsis-q.cz.

Obr. 3 Popis uzlu klinického scénáře

Metodika Problem-based learning (PBL)/Team-based learning (TBL)

V průběhu výukové lekce jsou studenti rozděleni do menších skupin (2–4 studenti), ve kterých prochází algoritmus uzlu po uzlu, společně diskutují a vybírají další vhodný postup, který následně prezentují a obhajují před celou skupinou. Lektor působí jako moderátor diskuse, garantuje správnost a úplnost patofyziologických mechanismů a doplňuje výstupy o klinické souvislosti. Absolvování interaktivního algoritmu jako součásti samostudia umožňuje studentovi opakování zkušenosti správného řešení i hlubší analýzu nesprávných postupů, jelikož každá nesprávná odpověď je doplněna vysvětlením, a student tedy vždy získává zpětnou vazbu.

Rozšíření výuky o **videokonferenční přenosy z operačních sálů** umožňuje několik paralelních audiovizuálních proudů (streamů), které jsou zároveň ukládány a indexovány v repozitáři videosekvencí Masarykovy univerzity, určených k vý-

ANESTEZIOLOGIE

Tab. 1 Zařazení interaktivních algoritmů k předmětům ve výukových oborech všeobecné lékařství, zubní lékařství, všeobecná sestra a porodní asistentka

Ročník studia	Všeobecné lékařství						Zubní lékařství
	1	2	3	4	4	5	
Algoritmy /Předměty	První pomoc	Urgentní medicína	Chirurgická propedeutika	Anesteziologie a léčba bolesti I	Intenzivní medicína	Anesteziologie a léčba bolesti II	
Přežití sepsy			X		X		
ALS bradykardie	X	X		X	X	X	X
BLS dospělý	X	X					X
BLS dítěte	X	X					X
BLS u uvízlého tělesa v dýchacích cestách	X	X					X
Centrální žilní katetr			X	X	X	X	
Kraniocerebrální trauma		X			X		
Léčba akutní pooperační bolesti			X	X		X	X
Invasivní monitoring u kraniocerebrálního traumatu	X	X	X	X		X	
Dopravní nehoda	X	X					
Podchlazení	X	X					
Akutní koronární syndrom		X			X		
Vodní záchrana I	X	X					
Vodní záchrana II	X	X					
Analgezie při algických stavech ve stomatologii							X
Synkopa ve stomatologii							X
Toxická reakce na lokální anestetika ve stomatologii							X
Toxická reakce na lokální anestetika			X	X		X	
Závažná alergická reakce	X	X	X	X	X	X	X
Analgezie v ambulanci praktického lékaře			X	X		X	X
Synkopa	X	X			X		X
Postpunkční bolest hlavy			X	X		X	
Úraz elektrickým proudem	X	X					
Diabetes mellitus	X	X			X		X
Peripartální život ohrožující krvácení		X		X	X	X	
Anafylaxe v porodnictví – embolie plodovou vodou				X	X	X	
Intoxikace metanolem	X	X			X		
Porod v terénu	X	X					
Meningokoková sepsy		X			X		
Náhlá příhoda břišní		X	X	X	X	X	
ALS u dospělých		X		X	X	X	X
Eklampsie				X	X	X	
Status astmaticsus		X			X		
Akutní laryngitida u dětí	X	X		X	X	X	
Laryngospasmus				X		X	
Život ohrožující krvácení		X	X	X	X	X	
Acidobazická rovnováha				X	X	X	
Resuscitace novorozence	X	X		X		X	
Plicní edém		X			X		
Císařský řez				X		X	
Intoxikace rekreační drogou		X			X		
Plicní embolie		X			X		
Maligní hypertermie				X	X	X	

ANESTEZIOLOGIE

Porodní asistentka			Ošetřovatelství Mgr.			
1	2	3	1	1	2	2
		Anestezie, analgezie a intenzivní medicína pro porodní asistentky	Léčba bolesti	Anesteziologie	Urgentní medicína	Intenzivní péče
		X				X
		X	X	X	X	
		X	X	X	X	
		X	X	X	X	
		X	X	X	X	
		X		X		X
				X	X	X
		X	X	X		X
						X
		X			X	
		X			X	
					X	X
		X			X	
		X			X	
		X	X	X	X	
		X			X	X
		X	X			
		X			X	
		X	X	X		
					X	
		X			X	X
		X		X	X	X
		X		X		X
					X	X
				X	X	X
				X		
		X		X	X	X
				X	X	X
		X		X	X	X
		X	X	X	X	X
		X		X	X	X
					X	X
					X	X
				X		X
		X		X	X	X
				X		X
		X		X	X	
					X	X
					X	X
		X		X		X
					X	X
				X		X

ukovým účelům. Pro realizaci jsou využívány videokonferenční jednotky Cisco® (dříve Tandberg®), které jsou mobilní a využívají síť přípojných bodů na konkrétních sálech centrálních operačních sálů FN Brno. Jejich mobilita umožňuje realizovat videokonferenční přenos z kteréhokoli místa, kde je existující internetové připojení dostatečné kvality. Videokonferenční přenosy využívají videokonferenčních standardů H.323/SIP, což umožňuje jejich širokou interoperabilitu na národní i mezinárodní úrovni. Živé vysílání (streaming), dostupné v rámci videokonferenční infrastruktury poskytované sdružením CESNET, umožňuje prakticky neomezenému počtu účastníků sledovat dění na operačním sále ve formátu Windows Media nebo Flash. Volba těchto formátů byla podmíněna širokou adaptabilitou na podmínky co největšího spektra uživatelů.

V rámci nácviku manuálních dovedností studentů v situacích akutní medicíny je esenciálním **využití modelů** částí lidského těla anebo celé figuríny v reálném měřítku, tzv. mannequin. Jednoduché modely jsou nejvhodnější jako trenažéry základních propedeutických úkonů, jako je cévkování močového měchýře, kanylace periferní žíly, ale také pro nácvik složitějších úkonů začátečníky. Nekomplikované anatomické podmínky, možnost opakovaného pokusu bez rizika poškození pacienta, umožňují použití těchto modelů jako adekvátního předstupu nácviku náročnějších úkolů, jako je intubace anebo kanylace centrální žíly. Větší modely, torza anebo celé figuríny lze použít např. k nácviku transportu pacienta anebo kardipulmonální resuscitace (KPR). Existuje i možnost využít pro nácvik KPR takové figuríny, které mají zabudovaný systém na získání zpětné vazby a vyhodnocení úspěšnosti provedené nepřímé srdeční masáže. Pokročilé patientské simulátory (PPS) nepochybně představují nejvěrnější napodobení skutečného pacienta (PPS s vysokou věrností, tj. high fidelity, Hi-Fi). Jejich využití je z našich zkušeností i dle dostupné literatury nejvhodnější zařadit pro nácvik týmové spolupráce, komunikace a interpersonálních dovedností [12]. Jejich obsluha i vedení lekcí by měla být svěřena do rukou školených lektorů, a to v prostředí vyhrazeném pro výuku, připomínajícím reálné klinické prostředí, např. operační sál, jednotka intenzivní péče. Toto klade zvýšené nároky na celkové provozní náklady, a proto je nezbytné brát při pořizování simulátoru v potaz, zda je našim cílem nácvik týmové spolupráce anebo klinického rozhodování. Byť klinické rozhodování hraje důležitou roli v řešení klinické situace se simulovaným pacientem, na jeho nácvik jsou nejvhodnější digitální modely klinických situací, tzv. elektronický/virtuální pacient. Pro pochopení

patofyziologických konsekvencí je nejvhodnější použití fyziologického modelu [13, 14]. Od prostých mechanických modelů se pořizovací cenou, reálností provedení a implementací komplikovaného software liší PPS [12]. Například simulátor firmy CAE Healthcare® umožňuje rozšíření výuky diagnostiky a léčby akutních stavů nejen o nácvik intervenčních postupů, jako je intubace, kanylace žil či arterií, hrudní drenáž, katetrizace močového měchýře, koniotomie nebo resuscitace, ale kombinací výhod různých modelů slouží k nácviku komplexních situací, včetně týmové spolupráce, komunikace a měkkých dovedností (tzv. „soft skills“). Simulátor lidského pacienta je navržen tak, aby napodoboval odezvy pacienta během různých lékařských výkonů prostřednictvím 500 matematických modelů fyziologických systémů. Množství předem naprogramovaných scénářů umožňuje instruktorům vyzkoušet schopnosti studentů řešit problémy spojené s diagnostikou a léčbou celé řady akutních stavů. Ovládání simulátoru se děje prostřednictvím grafického rozhraní Müse, které je nainstalováno na dodávaném laptopu. Součástí je i TouchPro monitorovací software, který se instaluje na další počítač a nahrazuje vlastní patientský monitor. Umožňuje zobrazení EKG křivky, křivky arteriálního tlaku, centrálního žilního tlaku, pulzního oxymetru, kapnografu, tlaku v plicnici, tělesné teploty, neinvazivního krevního tlaku, intrakraniálního tlaku a dalších parametrů. PPS věrně simuluje anatomické změny intubačních podmínek, reaktivitu zornic, změny poslechového nálezu při vyšetření hrudníku nebo břicha, umožňuje palpaci pulzu na více lokalitách, defibrilaci, kardioverzi anebo zevní elektrickou stimulaci. Jeho nespornou výhodou je zabudovaný rezervoár umělé krve a oxidu uhličitého, čím se intubace pacienta anebo zástava krvácení stávají pro studenty věrohodným zážitkem. Studenti také mohou během práce s PPS podávat široké spektrum léků přes rozhraní Müse, které zajistí fyziologickou odpověď pacienta prostřednictvím připravených farmakologických modelů. Připravené scénáře jsou součástí PPS, a lektor tak nemusí trávit čas zdoluhavou přípravou simulované lekce. Software PPS umožňuje zasahování vyučujícího do průběhu simulace buď formou přenosu jeho hlasu do figuríny pacienta, anebo úpravou parametrů životních funkcí, akcentací změny poslechového nálezu anebo změnou intubačních podmínek podle toho, jak úspěšně si tým studentů počíná [15].

VÝSLEDKY

Od roku 2007 do 2014 bylo vytvořeno 43 **interaktivních výukových algoritmů** v české a anglické

jazykové verzi. Proces tvorby – počínaje studiem literatury, tvorbou textu jednotlivých uzlů a získání multimediálních materiálů – probíhal ve skupině 2–3 studentů medicíny pod vedením lékaře a trval 2 semestry. Vzniklé algoritmy jsou ve formě interaktivních objektů (technologie Flash a HTML5) volně přístupné on-line na stránkách výukového portálu AKUTNE.CZ [ISSN 1803-179X] (<http://www.akutne.cz/index.php?pg=vyukove-materialy--rozhodovaci-algoritmy>). V tabulce 1 uvádíme přehled předmětů ve studijních oborech Všeobecné lékařství, Zubní lékařství a v nelékařských zdravotnických oborech, kde s úspěchem využíváme algoritmy podpořenou výuku. Témata interaktivních algoritmů leží mnohdy na pomezí různých oborů medicíny, proto je lze také využít v předmětech Chirurgická propedeutika, Interní propedeutika anebo Gynekologie a porodnictví. Na jejich přípravě se podílelo 73 studentů LF MU pod vedením 16 lékařů.

Klinické scénáře představují skutečné případy pacientů v těžké sepsi, na jejich tvorbě se podílí obvykle jeden autor-lékař. Interakce studenta s těmito klinickými stavy, umožňující přehledný průběh hospitalizace, postupné pátrání po správné diagnóze i výběr vhodného terapeutického postupu, probíhá ve strukturované formě vedené lékařem během výuky předmětu Intenzivní medicína. Na rozdíl od výše uvedených interaktivních algoritmů, klinické scénáře neposkytují studentům při samostudiu žádnou formu ovlivnění případu vlastním rozhodnutím. Orientace v klinické situaci je pro studenta zjednodušena vyfiltrováním podstatných informací při tvorbě scénáře, realnost stavu je umocněna uvedením skutečných hodnot fyziologických funkcí, laboratorních parametrů (např. markery zánětu anebo hypoperfuze organismu), diagnostických kroků (např. výsledky zobrazovacích vyšetření) i terapeutických intervencí (např. antibiotická terapie, podpora oběhu vazopresory). Prostřednictvím portálu sepsis-q.cz je aktuálně volně dostupných 8 klinických scénářů.

Přenosy z operačních sálů urologie, očního lékařství, chirurgie, traumatologie a gynekologie včetně jejich záznamu a indexace na serverech MU využívají standardní **videokonferenční technologie**. Bylo uskutečněno několik desítek přenosů a vytvořen stejný počet záznamů pro pozdější využití. Zkušenosti s přenosy ve výuce pomohly rozšířit jejich využití i na přenos a záznam dění z kongresových sálů – doposud jsme zprostředkovali přenosy z edukačních lekcí uskutečněných v rámci více než 30 národních a mezinárodních kongresů, včetně pěti ročníků konference AKUTNE.CZ.

Simulation Based Learning s využitím PPS je na naší fakultě již čtvrtým rokem využíván k ná-

cviku týmové spolupráce a efektivní komunikace při řešení akutních situací, a to v rámci předmětů Intenzivní medicína a Urgentní medicína. Každé situace se obvykle účastní tři až pět vybraných respondentů, samotná simulovaná situace trvá přibližně 15–30 minut, přičemž těžiště výuky spočívá v následné části, kdy je jednání skupiny rozebíráno a analyzováno formou zpětnovazebné diskuse s lektorem. Cílem této části není pouze sdělení, jak měla diagnostika a léčba uvedeného stavu probíhat anebo výčet pochybení zasahujícího týmu. Lektor vede tým k nalezení důvodu, proč vlastně chyby vznikly a pochopení důležitých mechanismů komunikace a řízení týmu v kritické situaci.

Výuka studentů medicíny i ošetrovatelství za využití interaktivních algoritmů a klinických scénářů probíhá v rámci mnoha klinických předmětů (viz tab. 1). Jedná se o využití syntézy přístupů známých jako Problem-Based Learning, Team-Based Learning a Flipped Classroom. Představení teoretických základů je součástí první poloviny lekce, která trvá obvykle 4 vyučovací hodiny. Ve druhé části studenti pracují s předloženým interaktivním algoritmem, který jim umožní upevnit si látku probranou v první části lekce. Studenti prochází algoritmus uzel za uzlem na projekčním plátně pod dohledem lektora. Po představení konkrétní situace v uzlu studenti rozhodují, kterou možnost dalšího postupu vybrat. V získávání argumentů a faktů k odůvodnění jejich postupu mohou využívat všechna dostupná média, od jejich vlastních poznámek až po internet. Vyučující, který musí být nejen zkušeným lékařem, ale také osobitým moderátorem či iniciátorem diskuse, poté dodá jejich rozhodnutí klinické souvislosti, které mohou být studentům neznámé, a doporučí nejvhodnější postup. Samozřejmostí po každé lekci je vyplnění krátkého evaluačního dotazníku. Sada volně dostupných virtuálních pacientů v podobě interaktivních algoritmů a klinických scénářů, jejichž představení je součástí tohoto sdělení, byla s úspěchem etablována ve výuce na domovské fakultě, ale také na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

DISKUSE

Na Lékařské fakultě MU se v období 2007–2014 podařilo implementovat pokročilé metody výuky s použitím různých metod simulační medicíny. Změny v systému vzdělávání studentů medicíny i mladých lékařů (vzrůstající počet studentů, stále větší důraz na práva pacientů, snaha o minimalizaci iatrogenního poškození pacienta) kladou stále větší důraz na nácvik měkkých dovedností a dovedností klinického rozhodování a vedou k posunu od tradičního modelu medicínské výuky

u lůžka pacienta. Simulace představuje novou strategii ve výuce, která umožňuje interaktivní a občas pohlcující aktivitu přinášející úplnou nebo alespoň parciální klinickou zkušenost bez nutnosti vystavit pacienty rizikům začátečnických chyb [12]. Nové trendy ve výuce jsou etablovány v kurikulech většiny západních univerzit, kde některé vychází výhradně z principů PBL, ale vznik center simulační medicíny v Olomouci anebo Martině (Slovenská republika) ukazuje, že ani náš region střední Evropy nezůstává pozadu. Povědomí o potenciálu simulační výuky a zkušenosti s její aplikací napříč různými klinikami LF MU daly vzniknout Pracovní skupině pro simulace v medicíně, která má za úkol implementovat do kurikula nejširší možný výběr didaktických metod simulační medicíny.

Problem-Based Learning představuje pedagogický styl zaměřený na studenta, který se učí prostřednictvím vlastního řešení předloženého problému. Tento druh aktivního učení byl vytvořen již v 60. letech pro účely výuky medicíny a v zahraničí představuje velmi rozšířenou metodu výuky nejen studentů, ale i lékařů v předatestační přípravě. Výhodou proti klasické metodě výuky je zejména získání zkušeností s flexibilním využitím znalostí, efektivním řešením problému a výcvik v týmové spolupráci. Práci ve skupinách studenti zjišťují, co skutečně vědí, co by měli vědět a také kde a jak získat více informací, které jim pomohou v řešení daného problému. Role pedagoga nespočívá v „učení“, ale „vedení“ skupiny k řešení prostřednictvím moderování diskuse a povzbuzování k participaci. **Team-Based Learning** představuje vzdělávací strategii založenou na postupech, které výrazně zvyšují zapojení studentů a kvalitu znalostí získaných během kurzu. **Flipped Classroom** je forma výuky, ve které se studenti učí nový obsah on-line sledováním videa nebo přednášek většinou doma a aplikaci znalostí prostřednictvím řešení přiřazených problémů provádí ve třídě s učiteli. Jejich cílem je nabízet více interakce ve výuce a osobního poradenství místo přednášení.

Je nelichotivou pravdou, že se často setkáváme s tím, že absolvent medicíny přichází do praxe bez skutečné znalosti, jak zasáhnout v případě ohrožení života pacienta. V lepším případě má několik individuálních zkušeností. Rozšíření výuky akutní medicíny o interaktivní prvky, které umožní studentovi řešení kritických situací s možností reflexe a opakování, si klade za cíl právě zlepšení připravenosti absolventa na klinickou praxi lékaře.

Cílem implementace simulace ve studiu medicíny není naprosté nahrazení výuky v klinickém prostředí, nýbrž snaha o maximalizaci účinku studia, obohaceného o klinické zkušenosti, zlepšení

péče o pacienta a vytvoření absolventů s dobrými zkušenostmi v interpersonální komunikaci. Proto je důležité, aby simulační trénink byl integrován ve výuce, ruku v ruce s klinickou praxí [12].

Studenti podílející se na tvorbě **interaktivních algoritmů** ve většině případů využili udělení zápočtu ve formě absolvování předmětu Samostatná práce. Výjimkou ovšem nebyla také participace na tvorbě dalších algoritmů v nadcházejících akademických obdobích. Lze považovat za úspěch, že velká část studentů tvořících interaktivní algoritmy po promoci nastoupila na oddělení anesteziologicko-resuscitační péče a také se část z nich dále podílela na tvorbě nových algoritmů v roli školitele.

Z důvodu širokého rozšíření mobilních zařízení a zájmu o zprostředkování interaktivních algoritmů jejich uživatelům je na rok 2015 plánována migrace na platformu HTML5. Takto budou interaktivní algoritmy dostupné přes libovolné zařízení a umožní jejich sledování např. během jízdy dopravním prostředkem. Výukový efekt algoritmů procházených pod dohledem lektora ale zůstává nadále přednostní. Vzhledem k volné dostupnosti on-line lze použít algoritmy ve výuce těchto předmětů i na jiných fakultách. Úspěšná implementace našich interaktivních algoritmů do výuky se již podařila např. na 3. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

Klinické scénáře přinesly širokou plejádu různých klinických případů, které jsou vybrány ke zpracování na základě různých kritérií. Jedná se například o méně častou diagnózu (Syndrom toxického šoku), neobvyklý průběh onemocnění (Bronchopneumonie u morbidně obézního pacienta) vyžadující adaptaci běžného postupu, manifestaci septického stavu „zavádějícími“ symptomy (Krvácení z gastrointestinálního traktu jako první příznak urosepsy) či přiblížení fatální komplikace nevhodně zvolené antibiotické terapie (Klostridiová kolitida). Během výuky prostřednictvím klinického scénáře nedochází k narušení chodu lůžkového oddělení, bariérového režimu a ani intimity pacienta přítomností velkého počtu mediků „postávajících“ kolem lůžka. V neposlední řadě přináší klinický scénář studentovi přehled celého průběhu hospitalizace, a vytváří tak ucelenou představu o managementu septického pacienta komplexněji než jednorázová návštěva kritického pacienta u lůžka spojená s nahlédnutím do dokumentace. Vytvořené klinické scénáře také představují volně přístupnou databázi případů a ukazují, jak se léčí pacienti s těžkou sepsí na různých pracovištích v České republice.

Během **videokonferenčních přenosů** mohou studenti z učebny sledovat dění na operačním sále, klást otázky anesteziologovi i operatérům, a to vše v reálném čase bez omezení provozu anebo ohrožení bariérového režimu, kterým pohyb velkého množství osob v aseptickém prostředí bezpochyby je. Svě místo tak mají jak ve výuce anesteziologie, tak v rámci chirurgické prope- deutiky anebo výuky specializovaných chirurgic- kých oborů. Jako vhodný příklad lze uvést oční lékařství, kde nepřítomnost studenta na opera-čním sále na názornosti postupu operace sledo- vané prostřednictvím mikroskopu nijak neubírá a pro úplnou představu je dostatečný komentář operátora. Videokonferenční přenosy využívají proprietárního firemního řešení na standard- ních videokonferenčních protokolech, nikoliv otevřeného řešení typu UltraGrid [16], vyvíjeného na akademickém poli. Výhodou je jednoduchost řešení, tzv. „on button“, oproti vysoce věrnému, ale na obsluhu náročnému řešení.

Na základě zkušeností s **výukou studentů prostřednictvím práce s PPS** byl nejvýhodnějším schématem shledán nácvik komunikace a spolu- práce v týmu, kde zasahuje u pacienta skupina složená ze 3-5 studentů. Tato koncepce se podobá posádce ZZP či resuscitačního týmu v nemocnici a vede k efektivnímu nácviku komunikace jak směrem k pacientovi, tak mezi spolupracovníky. Na začátku zásahu je totiž stanoven „velitel“ tý- mu, který řídí konání ostatních členů. Pro velkou oblíbenost těchto lekcí mezi studenty je workshop s PPS pravidelnou součástí Kurzu urgentní medi- cíny i Konference AKUTNE.CZ, které LF MU spo- lupořádá.

Simulační medicína klade vysoké nároky na materiální, prostorové i personální zajištění. Nutno podotknout, že nedostatečná technická podpora, infrastruktura a prostředky byly vnímány jako faktory negativně ovlivňující příjem informací a učení [17]. Také byla popsána zatím opomíje- ná důležitost vlivu prostředí na výuku medicíny, kterou je potřeba zohlednit při změně kurikula a plánování strategie vzdělávání prostřednictvím simulační výuky [18].

Lektoři musí být plně kompetentní v řešení dané klinické situace a také se od nich vyžaduje znalost silných stránek i limitací každého simu- lačního média, které ve výuce využijí [12]. Nutno ovšem podotknout, že bez hlubšího studia litera- tury orientované pedagogicky na simulační me- dicínu nebo bez intenzivního proškolení s cílem zvýšit své pedagogické kompetence není vhodné, aby lékař v běžném klinickém provozu zastával roli lektora.

Každý simulační nástroj může být jen tak efektivní, jak je kvalitně koncipovaný edukační program, ve kterém je využíván. Každý rok jsou pořizována velká množství simulátorů, jejichž potenciál zůstane nenaplněn z důvodu nevhodné koncepce výuky, nedostatku zkušených lektorů anebo neadekvátních prostorových možností [19].

ZÁVĚR

Poskytli jsme přehled metod, kterými jsme obo- hatili a kterými lze obohatit pregraduální výuku akutních stavů na lékařské fakultě, spolu s návody na jejich implementaci do kurikula.

LITERATURA

1. Conradi, E. et al. PREVIEW: Problem-based learning in virtual worlds. *The Newsletter of the Higher Education Academy Subject Centre for Medicine, Dentistry and Veterinary Medicine*, 2009 [cit. 2014-10-20], 18, p. 20-22. Dostupný na [www: <http://www.medev.ac.uk/newsletter/article/250/>](http://www.medev.ac.uk/newsletter/article/250/)
2. Holzinger, A. et al. Learning performance with interactive simulations in medical education: Lessons learned from results of learning complex physiological models with the HAEMOdynamics SIMulator. *Comput Educ*, 2009, 52, p. 292-301.
3. Wong, R.W., Lochnan, H. A. A web-based simulation of a long-itudinal clinic used in a 4-week ambulatory rotation: a cohort study. *BMC Med Educ*, 2009, 9 [cit. 2014-10-20]. Dostupný na [www: http://doi:10.1186/1472-6920-9-8](http://doi:10.1186/1472-6920-9-8).
4. Subramanian, A. et al. Novel educational approach for medi- cal students: improved retention rates using interactive medical software compared with traditional lecture-based format. *J Surg Educ*, 2012, 69, p. 449-452.
5. Štourač, P., Harazim, H., Schwarz, D., Křikava, I., Komenda, M., Štoudek, R., Smékalová, O., Kosinová, M., Hůlek, R., Maláska, J., Šustr, R., Šnábl, I., Dušek, L., Gál, R. AKUTNE.CZ algo- rithms and SEPSIS-Q scenarios as interactive tools for pro- blem based learning sessions in medical education. *MEFANET Journal*, 2013, 2, p. 61-73. [cit. 2014-10-20] Dostupný na [www: http://mj.mefanet.cz/mj-02130330](http://mj.mefanet.cz/mj-02130330).
6. Štourač, P., Kosinová, M., Harazim, H., Smékalová, O., Štoudek, R., Gál, R. Experience-based teaching of acute medi- cine for extra motivated medical students and young physicians – 4th Emergency Medicine Course and 6th. AKUTNE.CZ Congress. *MEFANET Journal*, 2014, 2, p. 79-82. [cit. 2014-12-12]. Dostupný na [www: http://mj.mefanet.cz/mj-04141205](http://mj.mefanet.cz/mj-04141205).
7. Pothiwala, S., Lateef, F. Simulation training in emergency me- dicine (STEM): an integral component of residency curriculum. *Hong Kong J Emerg Med*, 2012, 19, p. 41-45.
8. Štourač, P. et al. AKUTNE.CZ projects – How to join medical stu- dents to e-learning content developing. In Schwarz, D., Komenda, M., Štípek, S., Mihál, V., Dušek, L. (eds). *MEFANET Report 03*. Brno: Masaryk University, 2010, s. 101-103. ISBN 978-80-210-5302-1.
9. Schwarz, D., Štourač, P., Komenda, M., Harazim, H., Kosino- vá, M., Gregor, J., Hůlek, R., Smékalová, O., Křikava, I., Štoudek, R.,

Dušek, L. Interactive Algorithms for Teaching and Learning Acute Medicine in the Network of Medical Faculties MEFANET. *J Med Internet Res*, 2013, 15 [cit. 2014-10-20]. Dostupný na [www: <10.2196/jmir.2590>](http://www.10.2196/jmir.2590)

10. Maláska, J., Slezák, M., Schwarz, D., Jarkovský, J., Adamus, M., Cvachovec, K., Černý, V., Dostál, P., Fořtová, M., Havel, E., Herold, I., Kasal, E., Kula, R., Maňák, J., Matějovič, M., Nalos, D., Pařízková, R., Šobáňová, A., Šrámek, V., Tichý, J., Turek, R., Zýková, I., Dušek, L., Ševčík, P. Léčba těžké sepsy na pracovištích intenzivní péče v České republice – pilotní výsledky projektu EPOSS. *Vnitř Lék*, 2013, 59, p. 962–970.

11. Schwarz, D. et al. Advanced clinical case player for data-driven education based on real severe sepsis cases. In Schwarz, D., Komenda, M., Štípek, S., Mihál, V., Dušek, L. (eds). *MEFANET Report 05*. Brno : Facta Medica, 2012, s. 72–78. ISBN 978-80-904731-3-3.

12. Maran, N. J., Glavin, R. J. Low- to high-fidelity simulation – a continuum of medical education? *Medical Education*, 2003, 37, p. 22–28.

13. Kofránek, J., Vu, L. D., Snášelová, H., Kerekes, R., Velan, T. GOLEM – multimedia simulator for medical education. *Stud Health Technol Inform*, 2001, 84, p. 1042–1046.

14. Davids, M. R., Chikte, U. M., Halperin, M. L. Development and evaluation of a multimedia e-learning resource for electrolyte and acid-base disorders. *Adv Physiol Educ*, 2011, 35, p. 295–306.

15. CAE Healthcare – Patient Simulator Múse [online]. 2013 [cit. 2014-01-20]. Dostupný na [www: <http://caehealthcare.com/eng/patient-simulators/muse?utm_source=mm&utm_medium=quicklink&utm_campaign=patient+to+muse>](http://caehealthcare.com/eng/patient-simulators/muse?utm_source=mm&utm_medium=quicklink&utm_campaign=patient+to+muse)

16. Holub, P., Liška, M. High-Definition Video Transmissions for Medical Applications and Education. *Technology and Health Care*, 2005, 13, p. 398–400.

17. Kononowicz, A. A. et al. A Framework for Different Levels of Integration of Computational Models Into Web-Based Virtual Patients. *J. Med. Internet Res.*, 2014, 16. [cit. 2015-01-20]. Dostupný na [www: <10.2196/jmir.2593>](http://www.10.2196/jmir.2593)

18. Nordquist, J., Laing, A. Spaces for learning – A neglected area in curriculum change and strategic educational leadership. *Medical Teacher*, 2014, 36, p. 555–556.

19. Jin, J., Bridges, S. M. Educational Technologies in Problem-Based Learning in Health Sciences Education: A Systematic Review. *J. Med. Internet Res.*, 2014, 16. [cit. 2015-01-20]. Dostupný na [www: <10.2196/jmir.3240>](http://www.10.2196/jmir.3240)

Práce nebyla odeslána k recenznímu řízení v jiném časopise. Některé části práce byly prezentovány formou abstrakt či posterů na mezinárodních (AMEE, IAMSE) či národních (ČSARIM, UPV, MEFANET) konferencích.

Dílčí části popisovaných výstupů na vzdělávacím portálu AKUTNĚ. CZ vznikly v rámci řešení projektu “MEFANET – klinické rozhodování” reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0038, podpořeného z Evropského sociálního fondu a z rozpočtu České republiky. Vznik klinických scénářů EPOSS/SEPSIS-Q je podporován výzkumným grantem společnosti AstraZeneca.

Autoři vylučují konflikt zájmů.

Do redakce došlo dne 4. 3. 2015.

Do tisku přijato dne 20. 4. 2015.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Petr Štourač, Ph.D.

KARIM, LF MU a FN Brno

Černopolská 9

613 00 Brno

e-mail: petr.stourac@gmail.com