

JUNIOR PROJEKAT:

Primena i značaj medicinske simulacije u edukaciji na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Prištini - Kosovskoj Mitrovici

UVOD

Primena simulacije je jedna od najvećih i najvažnijih inovacija u poslednjih 15 godina u medicinskoj edukaciji. Medicinska simulacija je veštačko i verno predstavljanje realnih kliničkih situacija koje se koriste u edukaciji studenata i zdravstvenih radnika gde se umesto pravih pacijenata u realnim uslovima koriste fantomi - lutke, modeli, standardizovani pacijenti - glumci i/ili kompjuteri.

Korišćenje simulacija u medicinskoj edukaciji pruža studentima mogućnost sticanja praktičnih znanja i veština bez rizika za nastanak komplikacija koji bi postojao u realnom kontaktu sa pacijentima. Može se koristiti kako za individualno učenje, tako i vežbanje za snalaženje u multidisciplinarnom timu.

simulacija na bazi medicinske edukacije ima za cilj da obezbedi optimalan odnos između obrazovanja (sticanja znanja, veština i stavova) zdravstvenih radnika sa jedne, i bezbednosti pacijenata (uz poštovanje njihovih etičkih i zakonska prava) sa druge strane.

Osim toga medicinske simulacije imaju potencijal da se preko njih naprave scenarija koja se retko dešavaju u praksi, kao što su urgentne kritične, životno ugrožavajuće situacije.

Korišćenje tehnika medicinske simulacije u medicinskoj edukaciji menja stari tradicionalni metod edukacije čiji je moto: "See One, Do One, Teach" - "Vidi jednom, Uradi jednom, Nauči" u novi moderniji i uspešniji model učenja: "See One, Practicy Many, Do One" - "Vidi jednom, Vežbaj više puta, Uradi jednom"

Klasična medicinska edukacija podrazumeva da polaznici uče tako što posmatraju kako iskusnije kolege postupaju sa bolesnicima. Takođe, kod tradicionalnih metoda kliničke edukacije pacijenti su neminovno objekti edukacije za neiskusno medicinsko osoblje, gde je mogućnost greške veća, a bezbednost pacijenta u velikoj meri ugrožena. Izveštaj iz 2000. god pod nazivom "Err is Human" - "Ljudski je grešiti" Nacionalnog Medicinskog Instituta SAD pokazuje da svake godine u Americi 98 000 pacijenata doživi neke posledice lekarske greške. Veliki broj studija pokazuje da oko 10% svih pacijenata primljenih u bolnicu oseti na sebi neku od lekarskih grešaka.

Učenje u medicini se ne sme zasnivati na metodama bezuspešnih i uspešnih pokušaja na pravim pacijentima, posebno u kritičnim i neočekivanim situacijama. Pristanak pacijenta za učešće u

nastavnim programima prestaje da važi onog momenta kada pacijent oseti strah ili odbije nastavak procedure. Takođe i pitanja o poverljivosti i zaštiti podataka pacijenata se mogu dovesti u pitanje.

Zbog toga je neophodno definisati model učenja u medicini gde se pacijenti ne izlažu riziku, gde nijednog momenta nisu ugrožena njihova etička i zakonska prava. Medicinska simulacija nudi novi način učenja i održavanja medicinskog znanja i iskustva, gde je ovaj uslov u potpunosti ispunjen. Najveća prednost simulacije je da sve greške napravljene u procesu učenja trpe fantomi, modeli i kompjuterski programi, dok su u tom slučaju pacijenti potpuno zaštićeni.

Lekari često ne poseduju dovoljna znanja u izvođenju kliničkih veština, rešavanju kliničkih problema i primeni savremenih tehnologija u dijagnostici i terapiji, posebno u neočekivanim situacijama iako se smatra da su svojim nivoom obrazovanja i stečenim diplomama dovoljno edukovani i imaju dobra teorijska i praktična znanja.

Učenje zasnovano na simulacijama omogućava prelazak sa tradicionalnog orijentisanog pristupa učenja na mnogo integrativniji stepen korišćenja kognitivnih (opažanje, mišljenje, pamćenje, učenje), psihomotornih (praktične, manuelne veštine i tehnike, izvođenje rizičnih i kompleksnih procedura, upravljanje novim tehnologijama), izražajnih (donošenje samostalnih odluka, profesionalnih stavova) i interpersonalnih (intervjui, komunikacija, timski rad) funkcija.

U tzv. obrazovnom lancu medicinska simulacija sve više postaje važna karika u kojoj studenti posle teorijskih, dobijaju osnovna praktična znanja korišćenjem jednostavnih simulatora, zatim nastavljaju učenje na virtuelnim računarskim modelima, simulacije složenih kliničkih situacija da bi tek na kraju lanca završili učenje na stvarnim bolesnicima u realnom okruženju. Ovim se obrazovanje ne završava već se stalno vraća na početak lanca, pa kontinuirano učenje i održavanje znanja postaje deo karijere svih zaposlenih.

U Evropi i svetu postoji preko dvadeset udruženja koja se bave simulacionom medicinom. Pomenućemo neka od njih: Evropsko udruženje za primenu simulacije u medicini - Society in Europe for simulation applied to medicine /SESAM/ (formirano 1994), američko udruženje za simulacije u medicini - Society for Simulation in Healthcare - SSH (2004), Udruženje instruktora "standardizovanih pacijenata" - Association of Standardized patient educators /ASPE/ (2001), Internacionalno simulaciono pedijatrijsko udruženje - International Pediatric Simulation Society /IPSS/. Slična udruženja postoje u Kanadi, Australiji, Novom Zelandu, Latinskoj Americi, Rusiji, Italiji, Španiji, Portugalu, Poljskoj, Indiji, Japanu, Koreji..

Moralno-etički značaj primene simulacije u medicinskoj edukaciji

Iz perspektive pacijenata, simulacija smanjuje izloženost pacijenata procedurama od strane manje iskusnih zdravstvenih radnika, i na taj način doprinosi boljoj zaštiti prava pacijenata,

kvalitetnijem lečenju koje se fokusira na potrebama pacijenta bez pravljenja kompromisa između obuke i lečenja. Ovo je ključna komponenta izgradnje poverenja između pacijenata i zdravstvenih radnika.

Kada se izvodi simulacija, prioritet je usmeren na učenje i studente, dok su u slučaju rada u realnim uslovima uvek u prvom planu pacijenti gde prioritet ima njihovo lečenje i zaštita od medicinskih grešaka, a tek je u drugom planu edukacija zdravstvenih radnika.

U radu sa pravim pacijentima vreme edukacije je limitirano a pristup pacijentu radi edukacije je sporadičan.

Simulacijom zasnovano medicinsko obrazovanje omogućava primena veoma efikasnog principa u obrazovanju: učenje na greškama. Simulacija omogućava lekaru u treningu da rizikuje i da pravi greške na kojima se uči, a da one ne budu štetne po pacijenta. U kliničkom okruženju, greške se moraju sprečiti ili ispraviti odmah da bi se zaštitio pacijent.

O greškama napravljenim tokom simulacije lekar na treningu i tokom evaluacije može govoriti bez opterećenja, brige, osećaja krivice, etičke ili pravne odgovornosti da je ugrozio pacijenta što ne bi mogao u realnom kliničkom okruženju. O svemu tome se kroz simulacionu medicinu može sasvim otvoreno razgovarati, bez osuđivanja i posledica po lekara. Razvijanje ovakvog kritičkog stava u cilju povećanja bezbednosti pacijenta predstavlja kamen temeljac sigurnog zdravstvenog sistema.

PRIMENA SIMULACIJE U EDUKACIJI U MEDICINI

Medicinska simulacija ima primenu kako u dodiplomskim i poslediplomskim studijama, tako i u kontinuiranoj medicinskoj edukaciji (KME) zdravstvenih radnika kao i rešavanju kritičnih situacija u vanrednim prilikama elementarnih katastrofa i ratnim uslovima:

I. Primena simulacije na osnovnim studijama medicine

Osnovne studije medicine su od primarnog značaja u sticanju znanja koje lekari primenjuju u kontaktu sa pacijentima. Međutim, praksa je pokazala da se većina neželjenih situacija desi upravo u prvih nekoliko godina nakon diplomiranja.

Najčešći razlozi za nastanak neželjenih situacija u kliničkoj praksi mladih lekara su:

1. Nedovoljna sposobnost primene teorijskih znanja na pacijentu

2. Nedovoljna teorijska i praktična znanja i veštine vezane za retke kliničke situacije kao što su hitna stanja ili neobični klinički sindromi.
3. Neutreniranost za duga i naporna dežurstva
4. Konfuzije u rešavanju više kliničkih situacija koje se dešavaju istovremeno
5. Upravljanje kritičnim situacijama bez supervizora
6. Nedostatak sposobnosti da potvrde i razjasne upustva kada su u nedoumici ili kada traže savet

Korišćenje simulacija u medicinskoj edukaciji tokom osnovnih studija može značajno pomoći u rešavanju ovih problema.

II. Simulacija na poslediplomskim studijama medicine

Primena simulacija tokom poslediplomskih studija omogućava usvajanje praktičnih znanja i veština zasnovanih na vodičima dobre kliničke prakse. Upoređujući studente koji su se edukovali kroz primenu simulacije u odnosu na one sa tradicionalnim načinima sticanja znanja pokazalo se da studenti druge godine poslediplomskih studija se u 68% slučajeva pridržavaju smernica Američkog udruženja kardiologa u odnosu na studente treće godine koji su tradicionalno edukovani i koji su se pridržavali tih smernica u 44 % slučajeva.

III. Primena simulacije u kontinuiranoj medicinskoj edukaciji

Kontinuirana medicinska edukacija (KME) ima takođe veliki značaj u cilju obnavljanja znanja i praktičnih veština i sticanja novih, a u uslovima stalnog razvijanja novih tehnologija i primene savremenih aparata različitih proizvođača, što zahteva od zdravstvenih radnika kontinuiranu edukaciju na tom polju. Naravno da rad na novim mašinama, aparatima i sa novim tehnologijama u dijagnostici i terapiji, primenom simulacionih tehnika posebno u početnim fazama učenja, omogućava relaksiraniji pristup, učenju na greškama, ponavaljanju do sticanja dovoljnog iskustva, a što nije moguće u realnim kliničkim uslovima.

IV. Primena simulacija u edukaciji u medicinskom zbrinjavanju u vanrednim situacijama, elementarnim nepogodama i ratnim uslovima zahtevaju unapred dobru organizovanu zdravstvenu službu, utrenirane profesionalce i timski rad. Simulaciona medicina daje veliki prostor i omogućava pripremu i obuku i za ovakav oblik sticanja znanja i veština.

Veliki broj istraživanja pokazuje ogroman značaj simulacije u medicinskom obrazovanju.

Lee i sar. i Coolen i sar. naglasili su ogroman značaj simulacije u uvežbavanju rešavanja kliničkih situacija u oblasti pedijatrijskih vanrednih situacija nad bilo kojim drugim metodama učenja. Littlewood i sar. to potvrđuju posebno u rešavanju kritičnih situacija. Cohen i sar. su utvrdili da

postoji veliki pomak (7:1) u sprečavanju nozokomijalnih infekcija pri manipulaciji centralnim venskim kateterima ako se u edukaciji koriste metode simulacione medicine u odnosu na tradicionalne metode učenja. Van de Ven i sar. su u svom radu pokazali da primena simulacija u edukaciju u akušerstvu smanjuje mogućnost nastanka medicinske greške. Ziv i sar. smatraju da je korišćenje simulacije u kliničkoj edukaciji deo etičke obaveze zdravstvenih radnika. Ovakav pristup takođe povećava nivo poverenja pacijenata u zdravstvene radnike i zdravstveni sistem u celini.

Nedostaci i prepreke u razvoju simulacione medicine

- Nagle i velike promene posebno u sferi obrazovanja obično nailaze na veliki otpor od strane referentnih institucija i pojedinaca.
- Primena novih tehnologija zahteva vreme da budu šire prihvaćene.
- Nedostatak adekvatne organizacije, planova i programa za njihovo realizovanje.
- Nedovoljan broj instruktora, nedovoljno iskustvo u korišćenju metoda i opreme, neadekvatna saradnja sa sličnim centrima na globalnom nivou.
- Ekonomski faktor u primeni simulacija u medicinskoj edukaciji

Uključivanje simulacione medicine u obrazovni sistem jedne institucije zahteva prvo uključivanje simulacije u planove i programe studija. Jedna od prvih prepreka u tome je kako ubediti finansijski sektor zdravstvene institucije u ekonomsku opravdanost i korisnost primene simulacije u edukaciji zdravstvenih profesionalaca. Primeri iz prakse i istraživanja na tom polju pokazuju pre svega indirektnu, dugoročnu korist preko povećanja bezbednosti pacijenata, smanjenja mogućnosti medicinskih grešaka, sa manje komplikacija a time i troškova lečenja.

PODELA MEDICINSKIH SIMULATORA

Sve simulatore koji se koriste u medicinskoj edukaciji možemo klasifikovati na dva različita načina: PO NAMENI I PO VERNOSTI SIMULACIJE:

I. Klasifikacija simulatora po nameni:

1. Simulatori za edukaciju u izvođenju određenih procedura:

- Jednostavni modeli ili fantomi - lutke koje su napravljeni od gume, plastike, silikona ili drugog materijala. Mogu biti predstavljeni kao pojedini delova tela, organa, sistema organa ili kompletnog pacijenta u prirodnoj veličini. Koriste se za plasiranje perifernih i centralnih venskih katetera, uvežbavanje laparaskopskih intervencija, uspostavljanja disajnog puta,

intervencija na kičmenom stubu, postavljanje urinarnih katetera, simuliranje porođaja, pregled prostate, dojke itd.

- Životinjski modeli su tradicionalno korišćeni u naučne i obrazovne svrhe u fiziologiji i farmakologiji i za obuku u izvođenju nekih intervencija kao što su laparaskopske operacije. Korišćenje životinjskih modela u edukaciji je poslednjih godina u opadanju poštujući etičke aspekte zaštite životinja.
- Kao modeli se mogu koristiti delovi tela različitih životinja kao i plodovi biljaka koji se mogu kupiti u običnim prodavnicama. Na primer plod banane i svinjske nogice za učenje veštine hirurških šavova; plod pomorandže za vežbanje uzimanja biopsije kože; plod lubenice - uvežbavanje postavljanja epiduralnih katetera.
- Na kadaverima se izučava anatomija na medicinskim fakultetima., Koriste se i za uvežbavanje nekih hirurških veština kao i kompleksnih injekcionih tehnika u terapiji bola i nervnoj blokadi. Ograničena dostupnost, osećaj neprijatnosti kod studenata, visoka cena i kontakt sa formalinom ograničavaju upotrebu ovakvih modela.

2. Simulatori za edukaciju u izvođenje određenih kliničkih situacija

- Standardizovani ili simulirani pacijenti - glumci, obučeni da u ulozi pacijenata daju anamnestičke podatke, komuniciraju sa studentima, daju kliničke podatke u cilju postavljanja dijagnoze od strane studenata.
- Kompjuterom vođene simulacije - Korišćenje kompjuterskih programa za stvaranje različitih kliničkih situacija samo preko ekrana kompjutera ili realističnim okruženjem sa kompjuterski navođenim fantomima - lutkama za simulaciju.

II. Klasifikacija simulatora po vernosti simulacije:

1. Najprostiji oblik simulacije je rešavanje kliničkih problema uz pomoć papira i olovke u studentskoj učionici na osnovu stručnih tekstova u vidu pisanih prikaza bolesnika, fotografija, dostupnih laboratorijskih rezultata, terapijskih lista i lista vitalnih parametara. Pristup polaznika simulacija je pasivan sa razvijanjem kognitivnih funkcija. Ovakvim vidom simulacija se rešavaju problemi u dijagnostikovanju i lečenju kao i proceni stanja bolesnika. Nedostaci se ogledaju u nerealističnom pristupu, bez interaktivnosti, a prednost u niskoj ceni edukacije i mogućnosti edukacije većeg broja studenata u isto vreme. Primer za to je učenje gasnih analiza ili EKG-a ili tumačenje laboratorijskih analiza na osnovu podataka dobijenih iz medicinske dokumentacije bolesnika. Ovakav oblik simulacije se može izvoditi i preko teksta na kompjuterskom monitoru sa mogućnošću odabira jednog od ponuđenih odgovora. Na osnovu odabranog odgovora, dobija se novi tekst sa daljim razvijanjem kliničke situacije. Na primer ako se radi o scenariju u kome pacijent ima glavobolju, studentu se može ponuditi opcija da mu ordinira analgetik bez ikakvih daljih pretraga ili da nastavi sa daljom dijagnostikom slanjem pacijenta na CT ili druge dijagnostičke pretrage.

2. Drugi oblik simulacije su 3D modeli - statični fantomi u prirodnoj veličini ili modeli delova ljudskog tela za simulacije niske vernosti. Na ovakvim modelima učesnici razvijaju psihomotorne funkcije - stiču praktične, manuelne veštine. Na tzv. fantomu ili pacijent simulatoru niske vernosti mogu se izvesti izvesne tehničke radnje, ali su one veoma ograničene i nemaju interaktivnih mogućnosti ili softvere za rad. Ovakav oblik simulacija se izvodi u prostoru fantom sala ili studentskih učionica u koje se donose fantomi ili modeli a omogućava demonstraciju i sticanje praktičnih veština. Interaktivnost je i ovde malo zastupljena a prednost je u niskoj ceni koja zahteva samo fantome i modele uz mogućnost edukacije većeg broja studenata u isto vreme. Primer za to je fantom za učenje endotrahealne intubacije, fantomi za vežbanje plasiranja CVK, uvežbavanje BLS mera kardiopulmonalne reanimacije (tzv. "Resusci" lutke).

3. Treći oblik simulacija su one koje se izvode preko kompjuterske opreme i prate na ekranu kompjutera po tipu kompjuterske grafičke animacije kojom se mogu prikazati fiziološki, farmakokinetički i dinamički procesi izazvani ordiniranjem određenih lekova. Za rad na ovakvim simulatorima student koristi samo tastaturu i miša i prati promene na monitoru. Imaju veliku primenu zbog niske cene koštanja i održavanja, praktično zahtevaju samo kompjuter sa osnovnom opremom i odgovarajućim softverom. Oblasti kao što je kardiologija i pulmologija gde se znanja stiču na osnovu auskultacije srčanih tonova ili disajnih šumova kao i gledanja određenih slika ili animacija su posebno pogodna za primenu ovih oblika simulacija. Danas praktično ne postoji predklinička ili klinička grana medicine gde se ne koristi ovaj oblik simulacije. Daje mogućnost sticanja kliničkih znanja i uglavnom su fokusirani na individualno odlučivanje u određenim okolnostima. Moguće ih je izvoditi u posebnim laboratorijama sa multimedijalnim kompjuterima. Ipak pristup kod ovog oblika simulacija nije dovoljno realističan i ponekad stvara probleme zbog nesnalaženja u korišćenju kompjuterskih programa. Prednosti se ogledaju u mogućnosti samostalnog učenja i povratnih informacija koje mogu dobiti tokom učenja. Primer za to je Gas Man Anesthesia Simulator.

4. Sledeći nivo simulacije predstavljaju tzv "standardizovani ili simulirani pacijenti". To su obično uvežbani izvođači - glumci koji simuliraju različita klinička stanja i bolesti i u komunikaciji sa studentima ih kroz anamnestičke podatke i određene segmente fizikalnog pregleda navode na postavljanje dijagnoze bolesti koju simuliraju. Naravno, nije moguće odglumiti neke kliničke znake kao što su temperatura, krvni pritisak ili puls. Od uvođenja ove metode (Barrovs, 1968., Harden 1975, i dr) "standardizovani ili simulirani pacijenti" su najviše korišćena simulacija za edukaciju u medicini (Barrovs 1993) Ovakav pristup je delimično interaktivni omogućava sticanje kognitivnih, psihomotornih i interpersonalnih znanja i iskustava bez mogućnosti izvođenja invazivnih procedura. Rezervisan je za male grupe studenata u isto vreme oko jednog

"pacijenta". Pristup je realističan, omogućava razvijanje veština komunikacije, kao i multiprofesionalni pristup.

5. Viši nivo simulacije koji podrazumeva kompjuterski kontrolisane i programirane simulatore sa delimično interaktivnim pristupom. Omogućava sticanje kognitivnih, psihomotornih i interpersonalnih znanja i iskustava. Zahteva postojanje sobe za simulaciju ili "in situ" simulacije (objašnjene u daljem tekstu). Znanja koja se stiču su slična prethodnom nivou uz usvajanje invazivnih veština i tehnika u zavisnosti od osmišljenih scenarija. Za ovakva scenarija moraju da postoje sofisticirani programi, polaznici prethodno moraju da budu dobro upoznati sa opremom, a rad je moguć samo u malim grupama. Primer za to su Ambu Man ili SimMan.

U ovu grupu simulatora spada i ultrazvučni simulator koji funkcioniše kao pravi ultrazvučni aparat sa kompletnom kontrolnom tablom i realističnim fantomom - lutkom. Koristi se za učenje ultrazvučnih pregleda različitih organskih sistema i patoloških promena (abdominalnih, ginekološko akušerskih, uključujući i endovaginalni pristup, pregled dojke, vaskularnog sistema itd). Ultrazvučni simulator je postao standardno sredstvo u edukaciji na medicinskim fakultetima u Americi i Kanadi. U ovu grupu se može svrstati i simulator AED sa ručnim navođenjem od strane instruktora. Minimalno invazivne hirurške procedure su sve prisutnije i zahtevaju od hirurga kontinuirano sticanje novih znanja. Na polju endoskopije, slične tehnike se primenjuju u oblasti gastroenterologije, bronhoskopije, atroskopije - pa su i u tim oblastima razvijeni simulatori koji se koriste u edukaciji.

6. Najviši nivo simulacija predstavljaju kompjuterizovani interaktivni pacijent simulatori. Polaznicima omogućavaju razvijanje kognitivnih, psihomotornih i interpersonalnih sposobnosti. Pored kompjuterske opreme i softvera, zahtevaju i audio i video opremu. Visoko verni pacijent simulatori su osetljivi, skupi i teško se transportuju. Omogućavaju najverniji i najrealističniji prikaz kliničke situacije kroz okruženje tzv. virtuelne realnosti. Virtuelna realnost se definiše kao sistem koji omogućava da se jedan ili više korisnika kreću i reaguju na kompjuterski simulirano okruženje. Tehnički, pravu virtuelnu realnost predstavlja potpuno veštačko okruženje, gde se informacije za sva čula dobijaju preko kompjutera. Rad sa ovakvim simulatorima i u ovakvom okruženju obezbeđuju mogućnost multiprofesionalnog treninga i evaluacije posle završenog scenarija na osnovu audio i video zapisa i kritičkog osvrta članova tima polaznika i instruktora. Ovaj nivo simulacije zahteva postojanje dobro opremljenog Centra za simulaciju sa komandnom sobom. Takođe se može instalirati u različitim kliničkim okruženjima - "in situ" simulacija (reanimaciona ambulanta, Jedinica intenzivne lečenja, operaciona sala itd).

Visoko verodostojni simulatori koriste celo telo fantoma koji se ponaša kao pravi pacijent sa mogućnošću da razgovara sa studentima dok ne izgubi svest, diše sa mogućnošću praćenja parametara plućne funkcije, na njemu se može palpirati puls i izmeriti krvni pritisak, auskultirati

srčani tonovi i disajni šumovi, meriti diureza, postoji mogućnost pokretanja očnih kapaka, reagovanja zenica na svetlost, može se izvesti endotrahealna intubacija, plasirati CVK, torakalni dren, moguć je monitoring neuromuskularne transmisije korišćenjem klasičnog nervnog stimulatora, simuliranje kompartment sindroma ekstremiteta, zatim kompjuterski navođeni tipovi ventilacije, razmene gasova i kardiopulmonalne funkcije. Srčani ritam se može pratiti na pacijent monitoru. Ordiniranje lekova od anestetičkih gasova, do vazopresina, narkotika, mišićnih relaksanata i infuzionih rastvora dovodi do adekvatnog fiziološkog odgovora u zavisnosti od programiranog pola, uzrasta i kg tt na fantomu. Nivo treninga i uključivanja u klinički problem se može povećati kreiranjem realnog radnog okruženja kao što je simulaciona JIT ili operaciona sala sa mogućnošću video snimanja scenarija u cilju evaluacije i poboljšanja uizvođenju manuelnih veština i tehnika tokom treninga. Kompjuterizovani interaktivni pacijent simulatori se mogu kontrolisati sa kratkog rastojanja direktnim ili bežičnim putem ili direktnom konekcijom opreme sa komandnim pultom. Bar kodom obeleženi špricevi iintravensko davanje lekova omogućavaju prepoznavanje datog leka od strane kompjutera i automatsku promenu vitalnih simptoma i znakova. Respiratori, defibrilatori, oprema za brzu transfuziju, aparati za anesteziju i druga oprema se lako povezuju sa savremenim interaktivnim pacijent simulatorima.

Kliničko stanje se kod kompjuterizovanog interaktivnog pacijent simulatora može dizajnirati preko kompjutera koristeći različite podatke kao što su telesna težina, krvni volumen, stanje srčanog mišića. Kao i u filmskoj ili pozorišnoj umetnosti da bi simulacija bila verna, instruktor mora da obezbedi adekvatnu scenografiju (prostor, fantome i opremu), osmisli dobar scenario i uvežba tehničko i stručno osoblje kako bi bili postignuti prethodno definisani rezultati. Instruktor obično obezbeđuje glas fantomu i obezbeđuje odvijanje scenarija preko kompjutera i opreme. Za vreme izvođenja simulacije komunicira sa studentima, a posle završene simulacije na osnovu napravljenih video snimaka vrši evaluaciju na osnovu čega utvrđuje greške o kojima razvija konstruktivnu diskusiju sa učesnicima simulacije. U visoko vernoj simulaciji, važna uloga instruktora je i da psihički pripremi učesnike pre simulacije kako bi oni prihvatili tehnološka ograničenja (pacijent simulatora i opreme) i okruženje (svesni su da se radi o vežbi). Potrebno je napraviti psihološku atmosferu u kojoj se oseća da je važan i ljudski faktor i faktor vreme, gde su prisutni elementi stresa, a okruženje što bliže realnoj kliničkoj situaciji. Stvaranje realistične atmosfere tokom scenarija ističe i utvrđivanje kvaliteta timskog rada. Ono pomaže otkrivanju loše dinamike tima, problema u komunikaciji, vođstvu ili čak odsustva protokola.

Centar za simulaciju, simulacija in situ i simulacija na daljinu

U razvijenim evropskim zemljama gotovo svaka bolnica ili medicinska nastavna institucija ima raazvijen sistem edukacije zasnovan na simulaciji. Poslednjih 15 godina gotovo je nezamislivo

sprovoditi edukaciju studenata medicine i zdravstvenih radnika bez nekih od napred pomenutih simulacionih tehnika i metoda.

U zavisnosti od ekonomskog razvoja sredine, nivoa i organizacije zdravstvene zaštite, planova i programa edukacija na medicinskim fakultetima i zdravstvenim institucijama, kao i entuzijazma i stručnosti instruktora visoko verne simulacije u virtuelnoj realnosti u medicini se mogu prostorno izvoditi na tri načina u:

1. Centrima za simulaciju
2. Simulaciji "in situ" i
3. Simulaciji na daljinu

1. CENTAR ZA SIMULACIJU

Razvoj simulacionih centara je globalni fenomen koji treba da je prilagođen nastavnim planovima i programima koji su metodološki izvodljivi i ekonomski isplativi. Obično se radi o prostornim rešenjima u sklopu medicinskih fakulteta, škola ili zdravstvenih institucija. Pored neohodne opreme, koja podrazumeva modele - lutke različitog stepena vernosti, kompjuterske i audio - videoopreme i odgovarajućih softvera neophodan je i adekvatan prostor. Prostor Centra za simulaciju treba da poseduje učionicu za pripremu studenata za nastavnu jedinicu, najmanje jednu sobu za simulaciju (npr simulacija jedinice intenzivne terapije, sobe za reanimaciju ili operacione sale) i komandne sobe koja je providnom pregradom povezana sa sobom za simulaciju.

Idealno bi bilo da se kod izgradnje Centra za simulaciju vodi računa da npr. operaciona sala u kojoj se izvode simulacije bude što sličnija sali u kojoj zdravstveni radnici svakodnevno obavljaju svoje profesionalne aktivnosti. U vazduholovstvu piloti treniraju svakih 6 meseci u simulatoru kokpita aviona koji u potpunosti imitira pilotsku kabinu aviona.

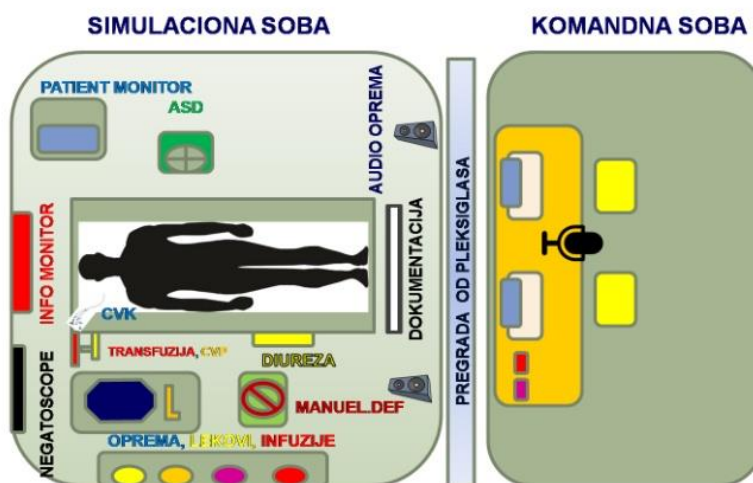
Prostorno, tehničko, kadrovsko i organizaciono rešenje jednog Centra za simulaciju u medicini u našim uslovima smo opisali na primeru Centra za simulaciju koji funkcioniše pri Medicinskom fakultetu Priština - Kosovska Mitrovica.

Centar za simulaciju je nastao kao rezultat potrebe za savremenim pristupom u edukaciji studenata medicine, stomatologije i zdravstvene nege iz oblasti različitih urgentnih kliničkih stanja sa kojima se ne sreću često u realnim uslovima tokom studija. U regionu smo jedan od prvih medicinskih fakulteta koji je uveo ovaj način obrazovanja studenata medicinskog fakulteta

zahvaljujući entuzijazmu i kreativnosti grupe naših nastavnika, a zbog realnih potreba savremenog obrazovanja.

Centar za simulaciju predstavlja prostor od oko 100 m² koji se nalazi u bolničkom krugu u neposrednoj blizini Medicinskog fakulteta i nastao je adaptacijom neiskorišćenog skladišnog prostora. Sastoji se iz sale za uvodna predavanja sa 30 mesta sa kompjuterskom i audio-video opremom, kancelarije za administrativne potrebe i pripremu instruktora, dve fantom sale, komandne sobe, sale za simulaciju, dva mokra čvora i skladištenog prostora za opremu.

U sali za uvodna predavanja istruktori sa polaznicima teorijski obrađuju tematske jedinice predviđene za simulaciju, obezbeđuju ili preporučuju literaturu u elektronskoj ili štampanoj verziji i upoznaju ih sa specifičnostima rada u Centru za simulaciju. Takođe, sala za uvodna predavanja se može pretvoriti u trenažni centar za obuku iz Prve pomoći za studente prve godine medicine, stomatologije i zdravstvene nege, gde na strunjačama uvežbavaju osnovne mere u pružanju Prve pomoći.



Slika 1. Shematski prikaz komandne sobe i simulacione sale u Centru za simulaciju na našem fakultetu

U fantom salama su raspoređeni statični fantomi/lutke za BLS mere KPR, fantomi za parenteralno ordiniranje lekova (intravensko, intramuskularno, subkutano), oprema za oksigenoterapiju, a u jednom delu je smešten i aparat za anesteziju gde uz odgovarajuću pripremu fantoma i opreme studenti stiču osnovna znanja iz opšte anestezije. Poseban punkt čine mesta obuke za izvođenje ET intubacije na fantomu, plasiranje orofaringealnog i

nazofaringealnog tubusa, laringealne maske i kombi tube. Pre ulaska u salu za simulaciju svi studenti su u obavezi da savladaju osnovne manuelne veštine i tehnike u fantom sali a koje su im neophodne za rešavanje problema tokom simulacionih scenarija.

Prostor za izvođenje simulacionih scenarija se sastoji iz komandne sobe iz koje se preko providnog stakla, video i audio opreme komunicira sa studentima u sali za simulaciju koja se po potrebi transformiše u Jedinicu intenzivne terapije (najčešće), reanimacionu ambulantu, nemonitorovanu jedinicu bolnice ili operacionu salu. Komandna soba raspolaže kompjuterskom opremom i odgovarajućim softverima, EKG simulatorom i simulatorom AED-a koji se nalaze u



komandnoj sobi.

Slika 2. Realni prikaz komandne sobe i simulacione sale u Centra za simulaciju na našem fakultetu

U sobi za simulaciju centralno mesto zauzima fantom pacijent u bolesničkom krevetu koji je povezan sa monitorom na kome se simulira monitoring EKG-a, sistolnog i dijastolnog krvnog pritiska, pulsa i pulsne oksimetrije. Fantom ima plasiran CVK povezan sa infuzionim rastvorima i sistemom za merenje CVP. Pored toga postoji mogućnost merenja satne diureze, ordiniranje transfuzija i derivata krvi.

U fantome je ugrađena audio oprema koja omogućava auskultaciju srčanih tonova i disajnih šumova. Negatoskop na zidu omogućava tumačenje Rtg snimaka, a poseban deo čini klinički pregled dece i kompletna oprema za tu namenu.

Postoji mogućnost simulacije KPCR, urgentnih stanja u kardiologiji, poremećaja srčanog ritma, urgentnih stanja u pulmologiji, grudnoj hirurgiji i pedijatriji. Na fantomu je moguće simulirati i pneumotoraks sa mogućnošću pleuralne punkcije i aktivne drenaže. Laboratorijske analize se prikazuju na ekranu monitora

kao i na bolesničkoj listi uz odgovarajuću terapiju. Pored bolesničkog kreveta se nalazi i manuelni i automatski spoljašnji defibrilator. U saradnji sa fakultetom tehničkih nauka u pregovorima smo da napravimo specifične kompjuterske programe prilagođene našoj opremi za simulaciju, različitih urgentnih kliničkih stanja au planu nam je nabavka i novih fantoma i opreme.

2. "In - situ" simulacija

Iako simulacija postaje sve više popularna u oblasti medicinske edukacije, veliki problem na nekim fakultetima i zdravstvenim ustanovama je kako organizovati simulacione vežbe bez postojanja Centara za simulaciju koji još uvek nisu dostupni iz finansijskih razloga. Zbog toga mnoge medicinske ustanove koje se bave edukacijom pribegavaju modelu mobilnih treninga unutar radnog okruženja medicinskih radnika i uz opremu koju svakodnevno koriste, bez skupih i tehnološki zahtevnih Centara za simulaciju - što predstavlja tzv. "IN-SITY" simulaciju". Njene prednosti pored ekonomskog faktora su i humaniji i relaksiraniji pristup medicinskom osoblju koje se edukuje u svom dobro poznatom svakodnevnom radnom okruženju, kao i mogućnost realnog sagledavanja propusta u sistemu zdravstvene zaštite u realnim uslovima.

Poznato je da odrasli uče bolje kada predmet njihovog učenja ima direktan uticaj na njihov profesionalni rad. Originalnost "in situ" simulacije je da se ne odvija u Centru za simulaciju već u realnom kliničkom okruženju. Weinstock i sar. i Paige i sar. su njeni najveći pobornici. U stvari, "in situ" simulacija omogućava zdravstvenim radnicima da uče i razvijaju iskustva na istom mestu gde leče svoje bolesnike, primenjuju svoja znanja i koriste svoje iskustvo u cilju najboljeg lečenja bolesnika. Dokazano je da simulacija "in situ" poboljšava timski rad i komunikaciju u toku zbrinjavanja trauma. Theilen i sar. su pokazali da "in situ" simulacija poboljšava reagovanje tima za urgentno zbrinjavanje pedijatrijskih bolesnika čije se stanje pogoršava. Sam i sar. predlažu da simulacija "in situ" postane deo univerzitetskog obrazovanja studenata medicine i zdravstvene zaštite. Smatra se da će planiranje simulacija "in situ" uskoro i formalno biti jedan od uslova za dobijanje dozvole za rad i akreditacije novih zdravstvenih ustanova.

Mobilna "in-situ" simulacija omogućava kretanje instruktora i dela opreme i materijala do mesta gde se realno leče bolesnici kako bi došle do izražaja prednosti realnog kliničkog okruženja. Simulacione sesije takođe mogu biti obavljene i u prehospitlnim uslovima kao npr. u sanitetskim vozilima ili helikopteru. Simulacija sa timom polaznika koji inače rade zajedno čini scenario realističnim i pojačava efekat učenja.

Bez znanja polaznika, u scenariju se namerno može koristiti neispravna oprema, ili oni mogu dobiti netačne ili nepotpune informacije kako bi bili dovedeni u zabludu, pa čak mogu biti uključeni i drugi akteri - članovi lekarskog tima ili porodice koji mogu poremetiti sesiju baš kao i

u realnom životu. Scenario onda odražava stvarnost u najvećoj mogućoj meri i daje sliku "prirodne simulacije".

Prednosti, prepreke i izazovi "in situ" simulacije

Glavna prednost simulacije "in situ" je odsustvo potrebe za stalnom lokacijom za obavljanje obuke. Jedino što je potrebno je mesto za skladištenje materijala u vreme kada se ne koristi.

Druga prednost u pogledu učenja i evaluacije je da ceo sistem u radnom okruženju bude uključen u obuku i da bude testiran sopstvenom opremom i u svakodnevnom radu. Delac i sar. predlažu da se sesije za uvežbavanje sestrijskih timova za kardiopulmonalnu reanimaciju održavaju svakog meseca. Brooks-Buzza program predlaže da se simulacione sesije za urgentna stanja održavaju stomatolozima.

"In situ" simulacija se može koristiti i za primenu novih protokola lečenja kako bi se osigurala njihova primenljivost i otkrili potencijalni problemi koji nisu prethodno bili razmotreni ili nisu otkriveni u toku realnog kontakta sa bolesnikom.

Kod "in situ" simulacije se očekuje da ceo tim učesnika tokom trajanja simulacije bude oslobođen od profesionalnih obaveza kako ne bi propustili priliku za edukaciju. Međutim, to je u praksi ponekada teško izvodljivo posebno na urgentnim odeljenjima bolnice gde se ne može planirati priliv pacijenata i obim posla.

Prednosti simulacije "in situ" u odnosu na Centre za simulaciju

Visoko verna simulacija u Centrima za simulaciju zahteva značajnu finansijsku ulaganja u adekvatan prostor, skupu opremu i naravno profesionalni medicinski i tehnički osposobljen tim instruktora.

Opremanje sobe za simulaciju je često skupo i nedostižno. U uslovima finansijskih prepreka i ograničenog budžeta, simulacija in-situ može biti veoma održiva opcija.

Simulaciju in-situ ne treba posmatrati kao inferiorni pristup ili korak unazad u odnosu na simulaciju koja se odvija u Centrima za simulaciju. Više je treba gledati kao "povratak u budućnost" gde se zdravstveni radnici edukuju u svom prirodnom radnom okruženju ali na standardizovanim pacijentima ili fantomima vodeći računa o bezbednosti pacijenata.

3. Simulacija na daljinu

Simulaciona obuka nije dostupna u mnogim institucijama i često postoji nedostatak obučenih instruktora (moderatora) što predstavlja barijeru za razvoj ove vrste edukacije. Prepoznato je da

je kvalitet instruktora simulacije jedan od najvažnijih faktora za uspešnu simulacionu obuku pa često polaznici i instruktori treba da odlaze u mnogo iskusnije centre kako bi učestvovali u visoko-kvalitetnim obukama. Međutim, putovanje zahteva vreme, ulaganje dodatnog napora kao i finansijske troškove što ograničava šire korišćenje simulacije u medicinskoj edukaciji.

Takođe visoka cena koštanja ograničava pojedine medicinske institucije za razvoj savremenih Centara za simulaciju.

Zahvaljujući savremenoj kompjuterskoj, elektronskoj i komunikacionoj tehnologiji u savremenom svetu je moguće obezbediti daljinski-kontrolisano učenje zasnovano na simulaciji "remote-facilitated simulation". Simulacija na daljinu zahteva postojanje komandnog simulacionog centa iz koga se upravlja simulacijama koje se mogu organizovati na udaljenim mestima, stotinama kilometara daleko. To naravno zahteva sofisticiranu opremu, kompjutere, softvere, audio i video opremu kao i inter/intranet velike brzine. Kompjuterska oprema iz komandnog centra je povezana sa visoko vernim simulatorima u simulacionoj jedinici, a instruktori iz komandnog centra prate rad studenata i komuniciraju sa njima preko web kamera i mikrofona. Primenom ovog sistema, daljinskom kontrolom može se upravljati simulatorom i obezbediti simulaciona obuka polaznika kao i završna evaluacija. Svaka daljinski kontrolisana simulaciona sesija treba da se sastoji iz uvodnog dela u kome se učesnici upoznaju sa opremom i načinom komunikacije sa instruktorima na daljinu, dobro organizovane simulacione vežbe i na kraju evaluacije i konstruktivnog kritičnog osvrta sa ukazivanjem na greške i učešćem svih učesnika u diskusiji. Simulaciona sesija se snima na lokaciji obuke i video fajl se prenosi do udaljene lokacije instruktora. Pored softvera za funkcinisanje visoko vernih simulatora potrebno je da postoji i dobar komunikacijski softver koji omogućava učesnicima i instruktorima da interaktivno komuniciraju u toku svih sesija. Istraživanja o primeni simulacije na daljinu pokazuju da je ekonomski isplativija od formiranja Centara za simulaciju a edukativnom smislu predstavlja kombinaciju simulacije "in situ" i Centra za simulaciju. Ovakav daljinski sistem ima i nekih tehničkih ograničenja. Mali broj fiksiranih web kamera može otežati instruktoru da prepozna suptilne pokrete i neverbalnu komunikaciju polaznika. Bilo bi idealno da postoji više kamera koje bi omogućile instruktoru da vidi veći broj tačaka iz više uglova. Postojala je bojazan kod instruktora da moraju da obrate veću pažnju kako se učesnici osećaju tokom debriefinga i da će biti teško da prepoznaju njihove izraze lica. Još jedno pitanje u vezi tehnologije je brzina internet veze što može stvarati ograničenja. Jednom nabavljena oprema i softveri sa razvijenom mrežom "in situ" simulacija i malim brojem dobro edukovanih instruktora može pokriti edukaciju velikih regiona. Ovakav centralistički pristup omogućava ujednačen sistem edukacije ogromnog broja zdravstvenih radnika po usvojenim planovima i programima zemlje ili regiona u kome se sprovodi.

Priprema simulacionog scenarija

Pripremi svakog scenarija prilazimo sistematično i uz ekipni rad instruktora uz prilagođavanje skromnim tehničkim mogućnostima. Pre izvođenja svake simulacije studenti imaju interaktivno predavanje u toku redovne ili izborne nastave gde se upoznaju sa tematskom jedinicom i literaturom.

Prilikom izbora svakog scenarija moraju se definisati pedagoški ciljevi i ciljne grupe polaznika, pitanja koja se razmatraju u simulaciji, dizajnirati simulacioni model, obezbediti didaktička sredstva, aparati, instrumenti, oprema, potrošni materijal, video i audio fajlovi neophodni za izvođenje simulacije.

Svaka simulacija se sastoji iz dve komponente: pacijenta i scenarija.

Podatke o pacijentu student dobija na osnovu unapred pročitanoog teksta u formi istorije bolesti, očitavanjem vitalnih znakova na pacijent monitoru, dobijanjem informacija o vitalnim simptomima direktnim kontaktom sa pacijentom (kome obično pozajmljuje glas instruktor ili demonstrator), na osnovu podataka sa info monitora, očitavanjem podataka sa terapijske liste, liste vitalnih parametara, laboratorijskih analiza i dostupnih dijagnostičkih pretraga i dekursusa u pacijentovoj dokumentaciji.

Svaki scenario je podeljen u "mini scenarija" tj "stanja" koja omogućavaju razvijanje scenarija. Kretanje od jednog do drugog "stanja" je izazvano okidačem (trigerom) koje može biti vreme, ordinirani lek ili izvedena manuelna radnja od strane polaznika simulacije.

Pre započinjanja scenarija instruktor priprema i proverava kompjutersku i audio opremu i uvežbava pripremljeni scenario simulacije. Svaki scenario zahteva detaljnu pripremu potrebnih podataka koji se pojavljuju na ekranima info i pacijent monitora navođenim iz komandne sobe, audio i video informacijama, fajlovima srčanih tonova i disajnih šumova.

U slučaju da je u simulaciju uključen glumac kao jedan od aktera scenarija, potrebna je dobra uvežbanost u stvaranju realističnih situacija u kojima se očekuje dijagnostička ili terapijska odluka učesnika simulacije.

U toku simulacione vežbe studenti imaju zadatakda se preko info i pacijent monitora kao i dostupne dokumentacije upoznaju sa kliničkim problemom, postave dijagnozu i blagovremeno reaguju:

Odgovorima na pitanja i kontaktom sa instruktorom preko audio opreme

- Manuelnim veštinama i tehnikama korišćenjem opreme i aparata
- Ordiniranjem medikamentozneterapije uz pomoć medicinske sestre – učesnika simulacije

Zadatak instruktora je da tokom simulacije preko kompjutera, info i pacijent monitora kao i audio opreme simulira faze scenarija.

Instruktor tokom simulacije ocenjuje polaznike na osnovu:

- Snalaženja u očitavanju i interpretiranju vitalnih znakova i simptoma, istorije bolesti, ostale dokumentacije
- Postavljanja dijagnoze, diferencijalne dijagnoze
- Snalaženja u urgentnom lečenju pacijenta, izvedenih manuelnih veština, ordiniranje terapije
- Komunikacionih sposobnosti
- Sposobnosti za timski rad
- Rukovanja opremom

Svaka simulacija se snima video kamerom. Nakon završene simulacije instruktor okuplja učesnike i izvodi "debriefing" - sažetu verbalnu analizu tj, rekonstrukciju sadržaja simulacije uz kritički osvrt na postupke članova tima, iznosi svoje ocene i odgovara na pitanja i uz interaktivni pristup sa učesnicima analizira video zapis simulacije i razrešava situacije koje nisu bile jasne tokom izvođenja scenarija. Na kraju izvodi evaluaciju tj. ocenjuje efikasnost, efektivnost, održivost i važnost konkretnog simulacionog scenarija u kontekstu sticanja znanja na osnovu plana studijskog programa.

Posle završene simulacije studenti popunjavaju anketni obrazac gde ocenjuju izbor teme za simulaciju, organizaciju, trajanje i dinamiku edukacije, način i metode rada, prostorne i tehničke uslove u Centru za simulaciju, predlažu teme, predavače i metode za sledeće edukacije, daju svoje posebne primedbe i sugestije.

Formiranjem prvo "fantom" sale pre desetak godina, a zatim i Centra za simulacionu medicinu 2014. god Medicinski fakultet Priština sa sedištem u Kosovskoj Mitrovici je postao sedište prvog simulacionog centra u regionu i pionir u primeni simulacione medicine u edukaciji na ovim prostorima.

Junior projekat " Primena i značaj medicinske simulacije u edukaciji na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Prištini - Kosovskoj Mitrovici" želimo da sistematizujemo znanja i iskustva iz oblasti simulacione medicine koja smo stekli u prethodnom desetogodišnjem periodu i da radimo dalje na primeni i unapređenju simulacionih modela i scenarija

na našem fakultetu.

To ćemo organizovati kroz:

- Osmišljavanje novih simulacionih scenarija za različita klinička stanja i bolesti posebno u oblasti urgentne medicine
- Razvijanjem multidisciplinarnog učešća nastavnika i saradnika sa svih kliničkih katedri i predmeta u rad simulacionog centra
- Formiranje simulacionih timova od strane nastavnika, saradnika, demonstratora, doktoranata i studenata
- Nabavka savremenih fantoma, opreme i softvera
- Organizovanje seminara u vezi simulacione medicine
- Objavljivanje radova na temu simulacione medicine u referentnim časopisima
- Povezivanje sa razvijenim Centrima za simulaciju u Evropi, edukacija instruktora,
- Povezivanje sa povezivanje sa drugim fakultetima (Fakultet Tehničkih nauka, Pedagoški fakultet) – interdisciplinarni pristup
- Povezivanje sa kolegama sa drugih Medicinskih fakulteta i zdravstvenih ustanova u Srbiji i regionu
- Uključivanje u međunarodne projekte i fondacije

Provera korisnosti primene simulacije u edukaciji će biti vršena kroz:

- Anketne listiće koje će studenti ispunjavati pre i posle izvođenja simulacionih scenarija (Lkertova skala)
- Teorijsku proveru znanja preko test pitanja u vezi zadate oblasti. Za svaki scenario će biti napisan poseban test pitanja za proveru znanja.
- Proveru manuelnih veština sa bodovanjem (brzina i spremnost za izvođenje veštine, broj bezuspešnih pokušaja, timski rad)
- Provera naučenih znanja i veština u kliničkom radu sa pacijentima pod kontrolom mentora

Predlozi za organizovanje scenarija:

1. BLS I ALS mere CPR odraslih i dece
2. Respiratornu insuficijenciju
3. Anafilaktički i hemoragični sok
4. Skor ranog upozorenja
5. Vazdušnu emboliju
6. Manipulacije sa CVK i merenje CVP-a
7. Tenzioni pneumotoraks
8. Auskultaciju srčanih tonova i šumova
9. Tireotoksicnu oluju
10. Transfuziji krvi i krvnih derivata

Saradnici na projektu će biti nastavnici i saradnici sa kliničkih katedri i predmeta, kao i studenti posle diplomskih studija koji žele aktivno da učestvuju u radu i daljem razvoju Centra za simulaciju Medicinskog fakulteta u Prištini - K. Mitrovici.

Ideja rukovodioca Centra za simulaciju je da u rad uključi i studente demonstratore sa završnih godina studija koji bi aktivno učestvovali u pripremi i izvođenju scenarija kao i u ulozi "standardizovanih" pacijenata.

LITERATURA

1. Rashmi D, Upadhyay KK, Jaideep CN: Simulation and its role in medical education. Medical Journal Armed Forces India. 2012;68(2):167-172. doi: 10.1016/S0377-1237(12)60040-9
2. Ker J, Bradley P. Simulation in Medical Education. In: Swanwick T, editor. Understanding Medical Education: Evidence, Theory and Practice. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell, 2010. p. 164-180. doi: 10.1002/9781118472361.ch13
3. Owen H. Early Use of Simulation in Medical Education. Simulation in healthcare: Journal of the Society for Simulation in Healthcare. 2012; 7(2):102-116. doi: 10.1097/SIH.0b013e3182415a9
4. Morriss-Kay GM. The evolution of human artistic creativity. J Anat. 2010;216(2):158–176. doi: 10.1111/j.1469-7580.2009.01160.x
5. Schnorrenberger CC. Anatomical roots of Chinese medicine and acupuncture. J Chin Med. 2008;19:35-63.
6. Russell KF. Ivory anatomical manikins. Med Hist. 1972; 16(2):131–142.
7. Bause S. Antique Chinese diagnostic dolls. Anesthesiology. 2010;112:513.
8. H29. de Ceglia FP. The rotten, the disembowelled woman, the skinned man: Body images from Eighteenth century Florentine wax modelling. JCOM. 2005;4:1-7.
9. Carty E. Educating Midwives with the World's First Simulator: Madame du Coudray's Eighteenth Century Mannequin. Can J Midwifery Res Pract. 2010;9:35-45.
10. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. Qual Saf Health Care. 2004;13 Suppl 1: I11-18. doi: 10.1136/qshc.2004.009886

11. Bradley P. The history of simulation in medical education and possible future direction. *Medical Education*. 2006;40:254-262. doi:10.1111/j.1365-2929.2006.02394.x
12. Jones F, Passos-Neto CE, Braghiroli OFM. Simulation in Medical Education: Brief history and methodology. *PPCR*. 2015;1(2):56-63.
13. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care*. 2008;23(2):157-166.
14. Weller MJ, Nestel D, Marshall DS, Brooks MP, Conn JJ. Simulation in clinical teaching and learning. *Med J Aust* 2012;196(9):594. doi: 10.5694/mja10.11474
15. Hssain I, Alinier G, Souaiby N. In-situ simulation: A different approach to patient safety through immersive training. *Mediterranean Journal of Emergency Medicine*. 2013;15:17-28.
16. Ikeyama T, Shimizu N, Ohta K: Low-cost and ready-to-go remote-facilitated simulation-based learning. *Simul Healthc*. 2012;7(1):35-39. doi: 10.1097/SIH.0b013e31822eacae
17. Pavlović A, Kalezić N, Trpković S, Videnović N, Šulović Lj. The application of simulation in medical education - our experience "from improvisation to simulation". *Srp Arh Cel Lek* 2018;146(5-6):338-344.
18. Pavlović PA. *Kardiopulmonalno cerebralna reanimacija*. 3rd ed. Beograd; Obeležja; Beograd; 2011.
19. Pavlović PA, Trpković VS, Videnović DN, Šulović SLJ. Primena simulacije u medicinskoj edukaciji. *SEE Journal of Emergency Medicine* [Internet]. 2015 [cited 2016 May 29]; 1(1):22-29. Available from: http://www.seejournal.rs/pdf_see_izdanja/SSEJournal_2015_1.pdf
20. Pavlovic A, Trpkovic S, Videnovic N. Development of simulation medicine in Serbia. *Proceedings of the 1th Belgrade Anaesthesia Forum; 2016 Apr 1-2; Belgrade, Serbia*. Lajkovac: La-pressing; 2016. p. 25-39.
21. Pavlovic A, Trpkovic S, Kalezic N. Edukacija zdravstvenih radnika u zbrinjavanju urgentnih stanja u medicini - simulaciona medicina. In: Kalezic N, editor. *Inicijalni tretman urgentnih stanja u medicini*. Beograd: La-pressing;2016. p. 939-967.
22. Pavlovic A. From improvisation to simulation [Internet]. 2015 Jun 18.. [cited 2016 May 29]; Kampus Medicinski Fakultet Pristina - Kosovska Mitrovica. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=85K-AwR_ENQ
23. Jeffrey M. Taekman, M.D. (Human Simulation and Patient Safety Center, Duke University Medical Center). *Template for Simulation Patient Design*. last Modified: December 2, 2003.