

Simulacija u medicini i edukaciji zdravstvenih djelatnika

Župetić, Jurica

Professional thesis / Završni specijalistički

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:367032>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-19**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Jurica Župetić

**Simulacija u medicini i edukaciji zdravstvenih
djelatnika**

ZAVRŠNI SPECIJALISTIČKI RAD



Zagreb, prosinac 2020.

Ustanova u kojoj je rad izrađen: Katedra za internu medicinu KBC Rebro Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj rada: izv. prof. dr. sc. Robert Likić

*Zahvaljujem se mentoru, izv. prof. dr. sc. Robertu Likiću na stručnoj pomoći, savjetima i uloženom trudu tijekom izrade ovog završnog rada.
Veliko hvala i svim nastavnicima te kolegama koji su mi na bilo koji način pomogli tijekom studiranja te pri izradi ovog rada.*

Popis kratica

ASSH – eng. Australian Society for Simulation in Healthcare

CTG – Kardiotokografija

CORD – eng. The Council of Residency Directors

EKG – Elektrokardiogram

HPS- eng. Human patient simulator

IMSH -eng. International Meeting on Simulation in Healthcare

SOP – Standardna operativna procedura

SSH- eng. Society for Simulation in Healthcare

SIM Centar – Simulacijski centar

SEASAM – Society in Europe for Simulation Applied to Medicine

SADRŽAJ

1.SAŽETAK

2.ABSTRACT

3.OPĆI DIO

- 3.1. Simulacija – pojam i uloga
- 3.2. Potreba za simulacijom u medicini i edukaciji zdravstvenih djelatnika
- 3.3 Simulacija u medicini
- 3.4.Cilj rada

4. PODJELA SIMULATORA U MEDICINI

- 4.1.Treneri vještina za jednostavne postupke
- 4.2. Programi za korištenje preko zaslona
- 4.3. Hibridni simulatori
- 4.4. Napredni simulatori
- 4.5. Virtualna stvarnost
- 4.6. Stvarni modeli za trening vještina

5. PROJEKTIRANJE SIMULACIJSKOG CENTRA

- 5.1. Struktura simulacije
 - 5.1.1. Planiranje
 - 5.1.2. Priprema za trening simulacije
 - 5.1.3. Informiranje (facilitacija)
 - 5.1.4. Simulacija -testiranje
 - 5.1.5. Evaluacija – davanje povratne informacije
 - 5.1.6. Diskusija i zaključak
- 5.2. Struktura simulacijskog centra
 - 5.2.1. Arhitektonska izvedba
 - 5.2.2. Namjenske prostorije
- 5.3. Tehnologija
- 5.4. Upravljanje i management simulacijskog centra
 - 5.4.1. Administrativni dio
 - 5.4.2. Održavanje simulatora
 - 5.4.3. Organizacija podataka
 - 5.4.4 Vođenje baze slučajeva
 - 5.4.5. Raspored i planiranje treninga
 - 5.4.6. Kontrola publiciteta i javna slika

6. RASPRAVA

7. ZAKLJUČAK

8. LITERATURA

1.SAŽETAK

Simulacija u medicini i edukaciji zdravstvenih djelatnika

Simulacija u medicini je način treninga gdje se u sigurnom i kontroliranom okruženju sa adekvatnom opremom konstruira dio ili čitav klinički scenarij. Simulacija kao koncept treninga potječe iz zrakoplovne industrije, a u medicini se pojavila 70-tih godina 20 stoljeća u polju anestezije. Razvojem tehnologije i same grane simulacije u medicini došlo je do integracije i dostupnosti modela koji su postali dovoljno realni i adekvatni da zamjene u potpunosti ili doprinesu osjećaju pravog pacijenta. Razvoj simulacije proizašao je prije svega zbog potrebe za očuvanjem sigurnosti pacijenta, ali i zdravstvenog djelatnika prilikom usvajanja znanja. Sve kompliciranija oprema koja se koristi u modernoj dijagnostici i postupcima, zahtjeva praktično iskustvo koje klinika često zbog obima posla ne može kvalitetno nadomjestiti dopuštajući djelatniku individualizirani pristup i dovoljno vremena za usvajanje znanja. Nedovoljan broj prilika za usavršavanje dovelo je do razvoja specifičnih kabineta za trening vještina koji se kreću od jednosobnih prostorija pa do tehnički naprednih simulacijskih centara koji vjerno opisuju moderno kliničko okruženje. Razvijaju se modeli za trening koji prate potrebe djelatnika s obzirom na njihove kompetencije, od osnovnih modela za trening vještina pa do naprednih kirurških i virtualnih simulatora koji omogućuju simulaciju složenih postupaka. Na svjetskoj razini od strane internacionalnih društava za simulaciju u medicini razvijaju se standardi za funkcioniranje modernih simulacijskih centara i novi pristupi simulacijskog učenja. Metoda rada u simulacijskom centru detaljno je razrađena te prati model učenja kroz iskustvo „learning by doing“, s naglaskom na prilagodbi polazniku i davanju konstruktivne informacije tijekom čitavog procesa. Pravna, ali i tehnička ograničenja uvelike ograničavaju trenutačnu edukaciju neiskusnih zdravstvenih djelatnika stoga je učenje, trening i redovito usavršavanje vještina kroz koncept medicinske simulacije budućnost koja postaje dio medicinskih kurikuluma, ali i troškovno te edukativno isplativa. U ovom preglednom radu će se prikazati razvoj, svrha te ključni elementi simulacije kao edukativne metode u zdravstvenoj djelatnosti s ciljem da se osigura radna atmosfera koja će pružati osjećaj rada što sličniji na pravom pacijentu.

Ključne riječi: Simulacija u medicini, simulacijski centar, simulator, edukacija zdravstvenih djelatnika, scenarij

2.ABSTRACT

Simulation in medicine and education of healthcare workers

Medical simulation is a concept of training where the artificial clinical scenario is created in a safe and controlled environment using the adequate equipment. Simulation as a term comes from aviation industry, and it found its way in medicine back in the early 70s through the anaesthesiology field. With technology advancement and a merger with simulation concept, various high-fidelity models were developed that brought realistic experience in the training comparable to that of a real life patient. Development of medical simulation as a discipline begun mostly because of the need for patient and trainee safety during the learning process of the unskilled doctors. New and sophisticated equipment present in the modern clinical environment demands practical experience and adequate learning curve which is not usually possible to achieve in the work overloaded departments. That represents the problem for the physicians' capacity to master the new technology and develop the skills at their own individual pace. In reflection to that, various training facilities started to develop, ranging from the simple skill labs to the high fidelity simulation centres which are intended to replicate the real clinical scenarios in all aspects. Training methods started to develop that are tailor made for the participants in regard to their skill level, expertise and competencies. From the basic skill trainers to the modern surgical and virtual reality simulators capable of reconstructing various clinical scenarios. On the global scale, societies for the simulation in healthcare have started to define the guidelines and recommendations for the simulation centre development and the teaching process itself.

In the simulation environment, participants learn by doing and by total immersion in the experience with scenarios adjusted to their level of knowledge and with constructive feedback they get all the way. All the legal and technical issues that are tied to traditional learning model based on the real patient are limiting the education of the young doctors. That highlights medical simulation as a way of learning that will become integral part of medical curriculums in the near future and the real necessity. This review work will show the development, purpose, place and key concepts of medical simulation in healthcare education. The ultimate goal of medical simulations is to create environments that will resemble as much as possible those where work with the real patients is being done.

Keywords: Simulation in medicine, Simulation center, simulator, education of the healthcare professionals, scenario

3.OPĆI DIO

3.1. Simulacija – pojam i uloga

Pojam simulacija podrazumijeva svaki pokušaj imitacije određenog procesa, događaja ili objekta koji se zbiva u određenom prostoru i vremenu, sa svrhom ispitivanja (1). Događaji koji se simuliraju mogu biti stvarne ili virtualne prirode te u kontroliranim ili nekontroliranim uvjetima. Simulaciju se ponekad uspoređuje i sa klasičnim eksperimentalnim metodama, a u konačnici im je cilj isti -dokaz određene hipoteze, pretpostavke ili povratna informacija o nekom postupku u kontroliranim i sigurnim uvjetima (2). Začetak ove discipline potječe iz avio industrije i simulatora leta koji su se razvijali od početka 20 stoljeća pa sve do danas kada se radi o uređajima u vrijednosti i do 20 milijuna dolara. Sa sigurnošću možemo reći da se temeljni principi simulacijskog učenja razvijeni u avio industriji danas mogu pronaći i u ostalim industrijama. To su standardizacija modela, analiza podataka i povratne informacije koju daje simulator, akreditacija centara koji provode vježbe na simulatorima te brzi i funkcionalni transfer znanja sa simulatora na stvarnu situaciju (3)

Simulacija se može koristiti iz brojnih razloga, od kojih su najčešći: provjera sigurnosti, optimizacija procesa, provjera učinkovitosti, Izbjegavanje opasnosti, smanjenje troškova, edukacija, zabava (4). Simulacija nastoji dati određenu povratnu informaciju, a koja da bi imala stvarnu primjenu zahtjeva primjenu legitimnih izvora informacija u izradi modela, upotrebu jednostavnih aproksimacija te pretpostavki unutar istoga modela. Ovim pristupom se postiže ušteda troškova i smanjenje opasnosti neželjenih događaja, ali i krivulju usvajanja znanja čini kraćom. Ključni uvjet za simulaciju je postojanje sigurne okoline koja se može postići i podešavati ponajviše kompjuterskom tehnologijom i modernim elektroničkim uređajima. Prednost koju tehnologija donosi u ovakav oblik ispitivanja je osjetljivost povratnih informacija o procesu ili aktivnosti koju se pokušava simulirati.

Da bi simulacija imala učinkovito djelovanje u postizanju nekog cilja, najčešće zahtjeva prisutnost nekoliko elemenata (5):

Vizualna komponenta: podrazumijeva svaki vizualni stimulans korisnika simulacije koji je generiran u obliku fizičkog objekta ili virtualnog kroz kompjutersku simulaciju u jednoj ili tri dimenzije. Audio komponenta: Zvučni sustavi koji stvaraju iluziju zvučnog signala u prostoru Haptička (kinestetička) komponenta: Drugi naziv je i povratna sila, a sa krajnjom svrhom da daje osjećaj dodira u prostoru tijekom simulacijskog procesa.

Vestibularna komponenta: Daje osjećaj pokreta tijekom simulacije i stvara percepciju gibanja unutar vozila ili specifičnog prostora.

3.2. Potreba za simulacijom u medicini i edukaciji zdravstvenih djelatnika

U dokumentu koji je analizirao uzroke smrtnosti u zdravstvenom sustavu ističe se članak „To err is human“, a u kojem je naglašena uloga liječničke pogreške u doprinosu sveukupnom mortalitetu pacijenata u zdravstvenom sustavu SAD-a (6). Izvještaj je pokazao da je liječnička pogreška u pozadini i do 7.5 milijuna slučajeva godišnje, a što rezultira i do 320.000,00 smrtnih slučajeva te utroškom od 9 milijardi američkih dolara za američki zdravstveni sustav. Prema drugoj američkoj studiji iz 2016 , pokazalo se da je liječnička pogreška čak treći uzročnik smrti u SAD-u, odmah nakon srčanog zatajenja i malignih bolesti, sa brojkom od 250.000,00 smrtnih slučajeva (7). Podaci ukazuju na jedan problem koji bi se mogao puno lakše riješiti u odnosu na određene kronične ili smrtonosne bolesti. Posebice uz novu tehnologiju koja je dostupna te koja omogućuje sve vjerniju replikaciju virtualnog pacijenta i učenje bez posljedica. Detaljnija istraživanja o uzrocima liječničke pogreške pokazala su da je jedan od ključnih problema komunikacija među medicinskim osobljem, a posebice različitih struka koje međusobno surađuju tijekom određenog zahvata (8). Avioindustrija iz koje je preuzeto većina principa u medicinskoj simulaciji, prepoznala je navedeni problem u komunikaciji 70 tih godina prošlog stoljeća nakon analize određenog broja avionskih nesreća. Slijedom toga je razvijem CRM sustav (crew resource managment) koji sadrži algoritme ponašanja, razgovora i komunikacije među djelatnicima u kokpitu. Na temelju toga rađeni su pokušaji preslikavanja sličnih algoritama i u medicini, konkretno u području anestezije i kirurgije (9). Ovaj model se pokazao uspješan, ali nedovoljno iskorišten te je komunikacija i dalje ostala zapostavljeni aspekt treninga medicinskog osoblja. Konstrukcija specifičnih algoritama s analizom ponašanja koje vodi dobroj praksi vrlo lako bi se mogla implementirati u ponudu usluga koja je dostupna u modernom simulacijskom učenju.

Dosadašnja edukacija zdravstvenih djelatnika se odvijala tradicionalnim putem učenja u kliničkom okruženju i direktno na pacijentima. U današnje vrijeme kvalitetno izvođenje ovakvog oblika nastave postaje sve teže i radi se nedovoljno da bi se zadovoljila potreba za kompetentnosti brojnih mladih zdravstvenih djelatnika. Učenje na greškama je limitirano u kliničkom okruženju, te mu često ne predstoji diskusija i kvalitetna povratna informacija uz adekvatan broj repetitivnosti u izvođenju postupaka (10)

3.3 Simulacija u medicini

Simulacija u medicini podrazumijeva granu simulacije koja se bavi edukacijom zdravstvenih radnika određene specijalnosti. Prvi put se javlja od strane specijalista anestezije koji su uveli u svoju redovitu edukacijsku praksu trening rizičnih procedura s ciljem smanjenja grešaka tijekom uspavlivanja i održavanjem pacijenta u sediranom stanju. (11). Iskustva iz 70-tih godina su pokazala da 2 ključna čimbenika doprinose kritičkim incidentima – nedovoljno iskustvo i nedovoljno poznavanje opreme. S tom spoznajom i implementacijom simulacije došlo je do razvoja ovog oblika medicinskog treninga.

Kliničke vještine koje zdravstveni radnik treba savladati u svojoj struci mogu se kretati od jednostavnih vještina poput vađenja krvi, čitanja nalaza i rezultata određenih uređaja, pa do kompleksnih zahvata koji zahtijevaju pamćenje raznih algoritama i integraciju znanja iz različitih područja. Tradicionalni način učenja dosada se temeljio na podjeli određenog postupka na jednostavnije i vježbanje istih do postizanja određenog stupnja kompetentnosti. Ovaj pristup iako donekle učinkovit ipak se pokazao nedostatnim zbog konteksta kojeg čini svaki pacijent sa svojim zdravstvenim stanjem, te se pokazalo da poznavanje tehničkog dijela nekog postupka ne garantira njegovu upotrebljivost u realnim situacijama koje donose i dodatne varijable poput stresa, uvjeta okoline, suradljivosti pacijenta, kliničkog stanja u kojem se taj pacijent nalazi (12). To je doprinijelo razvoju i integraciji dodatnih alata poput modela pacijenata, konstrukciji posebnih prostora u kojem se izvode određeni zahvati ili scenariji, virtualnim monitorima i dijagnostičkim aparatima, a sve sa ciljem da se što više učenje približi stvarnom scenariju. Dodatno otežavajući faktor u učenju vještina u zdravstvu predstavljao je i sami pacijent. Učenje na pacijentu iako je najbolji mogući način za učenje, iznimno ograničava pojava grešaka te ponavljanje postupka do njegovog usvajanja od strane pojedinca. U simulaciji se za razliku od stvarne kliničke situacije može napraviti pauza tijekom postupka u bilo kojem trenutku te se po potrebi i održati razgovor sa sudionicima, a bez povrede prava pacijenta ili ugrožavanja zahvata.

Učenje kroz simulaciju je našlo iznimnu primjenu posebice u području hitne medicine, na temelju čega je CORD (The Council of Residency Directors) postavio temeljne principe simulacijskog učenja koji leže i u pozadini većine drugih specijalnosti sa blagim varijacijama (13).

Temeljni principi su:

1. Trening kroz simulaciju je efikasan način za postizanje kompetencija u određenim vještinama od kojih se primarno ističu briga za pacijenta, manualne vještine, interpersonalne vještine i bolje razumijevanje teorije.
2. Simulacija se može iskoristiti za praćenje usvajanja određenih znanja u struci, ali su potrebna dodatna istraživanja da bi se certifikacija polaznika obavila isključivo na temelju samostalnog korištenja simulacije u procjeni znanja.
3. Potrebno je standardizirati testove praćenja učinkovitosti sa simulacijom na nivou globalnih smjernica određene struke
4. Testovi i postupci koji se koriste u procjeni znanja trebaju biti izvedeni u obliku koji dopušta instruktorima mjerenje parametara, reproducibilnost rezultata te pouzdanost mjerenja.

3.4 Društvo za simulaciju u medicini (SSH – Society for simulation in healthcare)

Razvoj simulacije u medicini pod utjecajem nove tehnologije i sve većih potreba od strane brojnih struka, doveo je do formiranja društva na svjetskoj razini koje je isključivo posvećeno promociji i razvoju metode učenja kroz simulaciju u medicinskim djelatnostima. Društvo za simulaciju u medicini (SSH) osnovano je 2004 u New Yorku i od tada se nametnulo kao krovna organizacija koja formira smjernice i definira trendove u razvoju ove grane edukacije. Pod svojim okriljem drži Europsko društvo za simulaciju u medicini (SESAM) te Australско društvo (ASSH). SSH je organizator najvećeg svjetskog kongresa simulacije u medicini IMSH (International Meeting on Simulation in Healthcare) koje okuplja brojne renomirane stručnjake, organizira panel rasprave te predstavlja nove smjernice i spoznaje iz ovog područja. Kongres se održava svake godine u SAD-u. SSH posjeduje prava i izdaje jedini znanstveni časopis s objavama radova iz medicinske simulacije *Simulation in Healthcare*. Kroz svoj dugogodišnji rad, SSH gostuje i održava brojne forume diljem zemlje i na brojnim kongresima s tematikom simulacije u medicini. Nositelj je brojnih certifikacijskih programa za osposobljavanje djelatnika u ovom području rada, te je nositelj prava na akreditaciju simulacijskih centara diljem svijeta. Kroz svoj rad SSH se pozicionira kao principijelna organizacija za provođenje edukacija, promociju istraživanja te distribuciju primjenjivih informacija u zdravstvenoj edukaciji.

U Europi je aktivno Europsko društvo za simulaciju u medicini SESAM (Society in Europe for Simulation Applied to Medicine) koje djeluje od 1994. Društvo nastoji svojim

aktivnostima i internacionalnim događajima doprinijeti razvoju i promociji ovog oblika edukacije na Europskom prostoru.

3.5 Cilj rada

U radu će se pokušati odgovoriti na pitanje da li simulator može zamijeniti pravog pacijenta u edukacijskom procesu te pod kojim uvjetima da bi se stekla kompetencija zdravstvenog radnika i smanjila incidencija liječničkih pogrešaka. Kako dizajnirati trening i osigurati uvjete koji će osigurati osjećaj stvarnog doživljaja koristeći modernu opremu i spoznaje iz dosadašnje prakse medicinske simulacije.

U prvom djelu će se prikazati podjela simulatora u medicini koji se najčešće koriste te imaju postojeću primjenu u zdravstvenom edukacijskom sustavu Republike Hrvatske. To je u nekim specijalnostima propisano postojećim kurikulumom, dok je u drugima jednostavno stvar mogućnosti. Ustanove su često ograničene prostorom i financijskim sredstvima u korištenju pojedinih simulatora stoga je primjena ograničena uglavnom na jednostavnije modele.

Uvidom u široki portfelj simulatora koji se koriste u edukaciji zdravstvenih djelatnika, moći će se isplanirati daljnji razvoj postojeće opreme koju korisnik trenutačno posjeduje te postaviti temelji modernog simulacijskog učilišta.

U drugom djelu rada prikazat će se struktura simulacijskog centra i elementi koji ga čine, a u skladu sa preporukama društva za simulaciju u medicini (SSH). Navedena struktura prikazuje sve bitne elemente koji su potrebni da daju puni efekt simulacijskog učenja te se može iskoristiti kao predložak projekta u kreiranju vlastitog simulacijskog centra. Navedeni elementi zaokružuju cjelokupno simulacijsko iskustvo učenja te što se više implementiraju u praksu moći će se osigurati realnija atmosfera učenja i iskoristivost postojeće opreme.

4. PODJELA SIMULATORA U MEDICINI

Predmeti za vježbu koji simuliraju pacijenta ili neki njegov dio se nazivaju trenerima vještina. Ti su predmeti neizostavni dio osnovnih obrazovnih ustanova kao što su medicinske ili auto škole, medicinski fakulteti ili krajnje profesionalnih ustanova poput bolnica i vojske. U osnovi se mogu podijeliti na mobilne i statične (14). Razvoj bežične tehnologije omogućio je mobilnost i kontrolu sa udaljenog mjesta. Integracija novih silicijevih baterija je omogućila veću neovisnost o izvoru napajanja. Sve osjetljiviji senzori doprinijeli su boljoj povratnoj informaciji od samog simulatora. Simulatori mogu imati po potrebi i simulirani krvožilni sustav u jednom djelu ili u cijelom tijelu s umjetnom krvlju, likvorom ili znojem. Dodaju se silikonski umjetni organi kako bi se omogućile procedure karakteristične za određenu specijalnost.

Može se reći da modeli za simulaciju usko prate razvoj tehnologije te usporedno s time postaju realniji, osjetljiviji i izdržljiviji. Cijena je uvijek bila ograničavajući faktor, ali s pojavom novih proizvođača i padom cijena kompjuterske tehnologije, sve je dostupnija nabava medicinskih simulatora za vježbu. Simulatori se najčešće klasificiraju prema stupnju i mjeri u kojoj repliciraju stvarnu situaciju. Unatoč tome što su simulatori sve realniji, treba naglasiti da se „ljudski element“ i osjećaj rada s pravim čovjekom do sada još nije uspio postići u potpunosti te nema idealnog simulatora.

Simulator je još uvijek samo alat u rukama osobe koja vodi edukaciju i ne može sam zamijeniti profesionalca u podučavanju određene vještine. Razvojem i implementacijom umjetne inteligencije i strojnog učenja omogućit će se veća samostalnost simulatora što će doprinijeti manjoj potrebi za prisutnošću instruktora uz simulator.

Modeli za trening su osnovni alat koji se koristi kao temelj za izgradnju i projektiranje simulacijskog centra, a s obzirom na složenost i razinu tehnologije koju sadrže, često uvjetuju i razinu treninga koji se može provoditi u simulacijskom centru.

S obzirom na namjenu i složenost treneri vještina se mogu podijeliti u nekoliko grupa (14).

4.1. Treneri vještina za jednostavne postupke

Karakteristični su za trening točno određene vještine ili postupka. Opisuje ih jednostavnost u izvedbi i održavanju, izdržljivost u korištenju te najčešće niska cijena. Ovi modeli čine glavninu inventara u medicinskim školama ili jednostavnim kabineta vještina. Brzo se

savladavaju te omogućuju izrazitu ponovljivost rezultata. S obzirom na postupke koji se na njima izvode, dijele se na nekoliko grupa:

- model za oslobađanje dišnog puta
- model ruke ili noge za vađenje krvi
- model zdjelice za mušku ili žensku kateterizaciju
- model za lumbalnu punkciju
- model za šivanje
- model za reanimaciju
- modeli rana različite etiologije



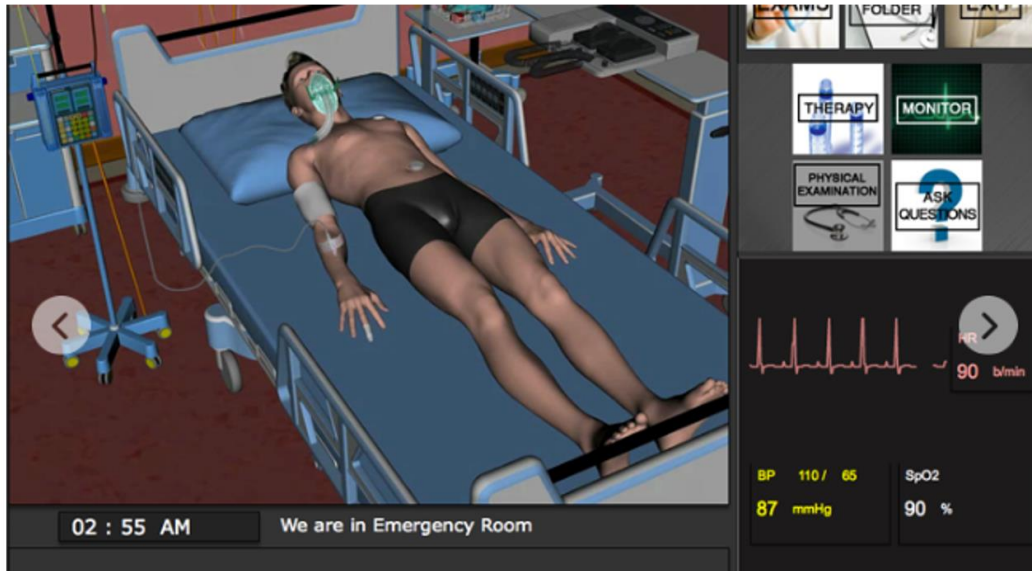
Slika 1: Primjerci modela za trening vještina

4.2. Programi za korištenje preko zaslona

Podrazumijevaju različite programske pakete koji se mogu instalirati na osobno ili tablet računalo, pametni uređaj ili su integrirani u specifični uređaj sa zaslonom. Najčešće su zaštićeni licencom koja se plaća na vremenskoj razini ili se kupuje. Ne zahtijevaju servis već samo redovito ažuriranje od strane vlasničke kompanije. Prednost im je što se mogu najčešće instalirati na više računala odjednom i time koristiti za evaluaciju znanja ili pripremu za predavanje. Ovi simulatori za polaznika predstavljaju prijelazni korak između teorije i praktičnog rada. S obzirom na procese koje simuliraju mogu se podijeliti na:

- programi za simulaciju virtualnog pacijenata
- programi za simulaciju postupaka anestezije
- programi za simulaciju algoritama za hitne postupke
- anatomski atlasi

- simulator EKG-a, CTG-a
- radiološki simulatori



Slika 2: Interaktivni program za izvođenje algoritama u hitnoj medicini

4.3. Hibridni simulatori

Simulatori ili dijelovi tijela koji se koriste na način da se integriraju na stvarnu osobu koja sudjeluje u simulaciji određenog scenarija. Primjer jednog od simulatora je i ovratnik koji se postavi oko vrata te omogućuje izvođenje traheotomije na stvarnoj osobi. Prednost im je prihvatljiva cijena, laka prenosivost te mogućnost postizanja visokog nivoa simulacije koju inače pružaju tehnološki superiorniji simulatori. Hibridni simulator bi svojom izvedbom trebao pružiti što realniji osjećaj stvarnog postupka posebice stoga što se aplicira na stvarnoj osobi. Preporuka je da se vizualno što bolje uklopi sa nositeljem, a što se postiže kozmetičkim preparatima najčešće.

Primjeri hibridnih simulatora:

- inserti za IV kanulaciju
- hlače ili majica sa potporom od kevlaru za razne kirurške procedure
- simulatori defibrilatora ili monitora pacijenta
- simulator auskultacije srčanih i plućnih zvukova



Slika 3: Hibridni simulatori koji se integrišu na postojeći model ili čovjeka

4.4. Napredni simulatori

Podrazumijevaju najviši oblik simulacije u medicini. Sadrže senzore koji omogućuju povratnu informaciju na stvarnim dijagnostičkim uređajima. Dolaze sa integriranim programima koji omogućuju izradu scenarija i manipulaciju vitalnim znakovima po potrebi treninga.

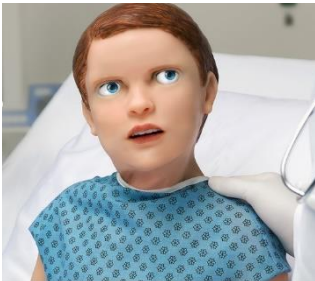
Omogućuju vrlo preciznu povratnu informaciju polaznicima koji na njima rade te time oslobađaju instruktora od potrebe da djeluje kao „živi senzor“. Instruktor se umjesto na praćenje postupka može više osloniti na podučavanje. Zbog svojih mogućnosti prati ih visoka cijena i duža krivulja učenja kako bi se iskoristio njihov potencijal te uklopilo u program koji se podučava.

Ovdje valja istaknuti primjer HPS (Human patient simulator), koji slovi kao najnapredniji simulator pacijenta na svijetu (15). Osim svih vitalnih znakova (EKG, ECG, puls, tlak, disanje) koje pokazuje na pravoj opremi, integrirani senzori omogućuju reakciju na virtualne farmakokinetičke pripravke koji se principom barkoda apliciraju na lutku. Lijek u potpunosti mijenja sve potrebne fiziološke parametre lutke, a što je odmah vidljivo i na instrumentima (16). Napredni simulatori se mogu klasificirati u sljedeće kategorije:

- lutke za hitne postupke i napredno održavanje života
- lutke za porod
- simulatori kirurških procedura (laparoskopski, endoskopski, neurokirurški)
- simulatori dijagnostičkog ultrazvuka
- simulatori za izvantjelesnu cirkulaciju



Slika 4: HPS™ (Human Patient simulator). Napredni simulator za anesteziju



Slika 5: HAL S2225™ Prvi simulator u svijetu sa integriranom mimikom lica i sposobnošću pokazivanja emocija

4.5. Virtualna stvarnost

Temelji se na kompjuterski izrađenoj virtualnoj slici u koju je polaznik uključen direktno ili indirektno. Virtualna stvarnost je nadolazeća tehnologija koja će obilježiti 21 stoljeće, a koja spaja nekoliko tehnologija sa svrhom generiranja stvarnog doživljaja. Dijeli se na virtualnu stvarnost koja je u potpunosti generirana kompjuterom te na unaprijeđenu stvarnost koja se bazira na stvarnim objektima koji sadrže dodane virtualne objekte koji se vide gledajući kroz određeni dio opreme. Prvi počeci korištenja u edukaciji zdravstvenih djelatnika datiraju početkom 2000 godine kada se razvojem interneta omogućila bolja interakcija između sveučilišta te zajednički rad koristeći naprednije programe i tehnologiju (17). Prednost koju virtualna stvarnost ima nad standardnom opremom je što korisnik ne treba imati fizički postojeću opremu, niti specifično uređeno mjesto za trening. Kroz virtualnu stvarnost se

generira specifično okruženje, pacijent te bilo koja promjena ili mjesto koji su potrebni za simulaciju. Dodatak audio-vizualnih te haptičkih (taktilnih) senzora omogućuje korisniku stvaran osjećaj slike, zvuka, dodira, a u novije vrijeme i mirisa. Nedostatak je za sada cijena i početak razvoja tehnologije te njene primjene koja je za sada u području medicinske simulacije zastupljena od strane nekoliko proizvođača, uključujući i Microsoft sa tehnologijom Hololens™.



Slika 6: Prikaz upotrebe Microsoft Hololens™ tehnologije u kreiranju virtualne stvarnosti na modelu lutke za dijagnostički ultrazvuk.

4.6. Stvarni modeli za trening vještina

Biološki modeli, laboratorijske životinje, volonteri i stvarni pacijent su bili način kako se do početka 21. stoljeća izvodila većina medicinske edukacije (18). Ograničena financijska sredstva, nepostojanje i nedostupnost tehnički adekvatne opreme, ali i odgovarajućih kurikuluma koji su to zahtijevali, stavilo je fokus edukacije na biološke modele. Pod etičkim uslovom modeli su se koristili u kontekstu treninga određenog postupka medicinskog osoblja. Neki od standardnih modela koji se još i danas koriste su:

- kadaveri
- profesionalni/amaterski glumci pacijenata
- anestezirani pacijent
- laboratorijske životinje
- dijelovi životinjskog mesa



Slika 7: Prikaz stvarnih modela koji se mogu koristiti u edukaciji

5. PROJEKTIRANJE SIMULACIJSKOG CENTRA

5.1. Struktura simulacijskog procesa

Trening medicinskog osoblja koji se temelji na simulaciji, može se odvijati u vlastitim kabinetima vještina, improviziranim prostorima, prirodi ili u posebno za to dizajniranim simulacijskim centrima (19). Bez obzira na mjesto i opseg treninga, proces pripreme se odvija kroz nekoliko koraka koji su prikazani niže u tekstu. Ovisno o veličini ustanove ili grupe koja radi simulacijski trening neki od koraka se mogu i preskočiti jer se odvijaju u prostorima koji nemaju svu adekvatnu opremu ili je razina treninga temeljna pa se niti ne očekuje izvođenje napredne simulacije kroz sve navedene korake. Opseg simulacije je definiran najčešće kurikulumom obrazovne ustanove koja je provodi na razini srednjoškolskog obrazovanja ili fakulteta kroz studentsko ili specijalističko usavršavanje (20). Simulaciju u treningu i izučavanju osim medicinskog osoblja koristi i vojno osoblje, vatrogasci, razne spasilačke službe te sve djelatnosti koje uključuju određeni rad sa cijelim ili dijelom ljudskog tijela i koji imaju vlastite algoritme djelovanja. Bez obzira na razlike među njima, navedena struktura je najčešća kod svih djelatnosti uz određene modifikacije koje uključuju ili isključuju određeni korak. Predložena je od strane Društva za simulaciju u medicini koje je ujedno i nositelj dozvole za akreditaciju simulacijskih centara. Postojeća oprema navedena u prethodnom poglavlju često uvjetuje broj koraka koji su u ovom poglavlju opisani te samim time i veličinu simulacijskog centra.

U daljnjem tekstu će se prikazati osnovni elementi simulacijskog procesa i mjesta za provođenje simulacije.

5.1.1. Planiranje

Planiranje je najvažniji korak u procesu provođenja simulacijskog scenarija i ovim korakom se nastoji prije svega osigurati izvedba programa te ukloniti eventualne nedostatke koji bi mogli utjecati na željeni trening. U ovom koraku voditelji simulacije se upoznaju sa opremom i procjenjuju mogućnosti koje su im na raspolaganju te da li su adekvatne potrebnom treningu. Planiranje simulacije može biti definirano internacionalnim smjernicama koje se trebaju zadovoljiti i integrirati u proces treninga ili pak može biti izvedeno prema vlastitoj procjeni voditelja. Proces započinje i do nekoliko tjedana prije samog treninga kako bi se na vrijeme riješila administracija, rezervirala oprema, pripremili certifikati, osigurala adekvatna

prehrana, kreirale kontrolne liste. Planiranje i izrada scenarija ovisi o nekoliko faktora koji definiraju duljinu, trošak i tip opreme koja će se koristiti u vježbama simulacije:

1. Specijalnost i potrebe sudionika – Definirati sa korisnicima složenost treninga polaznika te nivo znanja i kompetencija koji se želi postići. Prilagoditi okruženje i opremu željenim parametrima ako je moguće.

2. Opseg treninga – zahtjeva li korisnik usluge jednu namjensku sobu ili čitav simulacijski prostor radi kreiranja mobilnog scenarija. Uključuje li to posebno vanjsko specifično mjesto ili dodatnu tehničku opremu koju je potrebno instalirati.

3. Vrijeme trajanja treninga – kod dužih tečajeva ili vikend tečajeva simulacijski centar se zatvara ili prilagođava za potrebe drugih organizacija, a što često zahtijeva modifikacije programa ostalih korisnika centra, promjene u javnom rasporedu i oglašavanju.

5.1.2. Priprema za trening simulacije

Podrazumijeva fizičku pripremu prostora kroz podešavanje audio – vizualne opreme, prostorne prilagodbe mjesta za vježbu, razgovor sa klijentima o njihovim potrebama i opsegu vježbe (21). Priprema nastoji što vjernije simulirati uvjete potrebne za što realnije savladavanje scenarija ili određene vještine. Uključuje kalibraciju instrumenata i postojeće opreme, instaliranje i provjeru željenih scenarija, pripremu simulatora i testno izvođenje simulacije prije dolaska sudionika.

O detaljima pripreme ovisi i trošak samog izvođenja simulacije, a posebice kada se izvodi u unajmljenim simulacijskim centrima ili prostorijama sa opremom. Pripremu definira klijent tj. voditelj simulacije sukladno zahtjevima programa ili kurikuluma koji se nastoji izvježbati. S obzirom da se najčešće simulacija u medicini provodi u bolničkom okruženju, potrebno je osigurati namještaj, medicinske instrumente i uređaje koji će doprinijeti realnosti izvođenja vježbe, a što zahtjeva dodatne investicije i povećava trošak.

5.1.3. Informiranje (facilitacija)

Temelji se na detaljnom informiranju sudionika simuliranog scenarija o zadacima i cilju treninga na simulacijskoj opremi. U ovoj fazi je ključno definirati nekoliko stvari (22).

-Što je potrebno znati ili naučiti da bi se uspješno pristupilo i savladao zadatak

-Koji zadaci će se trebati izvršiti

-Kako će simulirani scenarij i rješavanje istog utjecati na rad polaznika u kliničkoj praksi

-Kako koristiti opremu

- Koje se vještine i sposobnosti očekuje od polaznika da demonstriraju
- Kako efikasno demonstrirati potrebne vještine i sposobnosti da bi doprinijele prolaznosti
- Kako će se vršiti evaluacija i ocjenjivanje polaznika
- Što će polaznici naučiti nakon uspješno izvršenog zadatka

Ovo je vrlo bitna faza koja će doprinijeti realnosti treninga jer osim pojašnjenja procesa učenja i jasnog komuniciranja što se očekuje, priprema polaznike na ispravan stav tijekom treninga. Cilj je osigurati da se polaznik osjeća sigurno te da ima povjerenje u instruktora, ali i samoga sebe zbog dobre pripreme te da pristupi opremi i modelu na kojem radi kao da se radi o stvarnom pacijentu. U određenim situacijama preporuča se i demonstracija rada ili čitavog scenarija kako bi se grupa na taj način pripremila na zadatak.

5.1.4. Simulacija -testiranje

Polaznici se stavljaju u simulirani scenarij kako bi riješili specifičan zadatak koji je predstavljen u prethodnom koraku – facilitaciji. U stvarnoj situaciji pacijent svojim stanjem, ali i okruženjem diktira parametre liječenja te može staviti zdravstvenog radnika u tešku situaciju tijekom procedure. U simuliranom scenariju težinu situacije diktira voditelj te procjenjuje vrijeme, tempo i težinu razvoja situacije pacijenta te ga može u bilo kojem dijelu prilagoditi trenutnom polazniku ili grupi polaznika (23). Time se stvara personalizirani pristup učenju koji je jedinstven samo za simulaciju u edukaciji. Realnost izvedbe simulacije ovisi o dostupnoj opremi koja može uključivati osim tehničke opreme i stvarne osobe posebno utrenirane da igraju određene uloge. Prostor koji se koristi može biti i dislociran od simulacijskog centra kako bi se postigli specifični uvjeti okoline i sl.

5.1.5. Evaluacija – davanje povratne informacije

Evaluacija sudionika se vrši tijekom čitavog postupka provođenja simulacije kroz praćenje definiranih pokazatelja uspjeha i u skladu sa pravilima koja su definirana algoritmom, smjernicama ili temeljnim načelima spomenutim u koraku facilitacije. Povratna informacija se prema procijeni može dati u bilo kojem trenutku simulacijskog scenarija kako bi se polaznika ohrabrilo ili ukazalo na korekcije koje je potrebno unijeti u proces. Proces davanja povratne informacije bi trebao biti konstruktivan i ohrabrujući, potičući sigurno radno okruženje za polaznika. Ovdje dolazi do izražaja vještina instruktora i poznavanje procesa prenošenja znanja. Povratna informacija treba biti specifična, jasna i bez generalizacija. Proces koji se

preporučuje prema modernim metodama učenja i najčešće se koristi u simulacijskom učenju po završetku scenarija, definiran je od strane Pendelton i suradnika (24):

- Pita se polaznika što misli da je učinio dobro
- Instruktor sa polaznikom raspravi o stvarima koje su učinjene dobro
- Pita se polaznika što je moglo biti bolje
- Instruktor sa polaznikom raspravi što je moglo biti bolje

5.1.6. Diskusija i zaključak

Sudionicima se prezentiraju rezultati testiranja te se zajedničkom diskusijom nastoji ukazati na dobre strane, ali i stvari koje bi mogle biti bolje. Diskusija nadilazi pozitivnu i konstruktivnu povratnu informaciju te joj je cilj stvoriti okruženje neutralnog konteksta gdje se vrši rasprava između ideja, situacija, problematike te se nastoji sve povezati u jednu cjelinu, lekcije i zajednički zaključak. Umjesto da instruktor završi diskusiju sa ključnim porukama, ključne poruke generira grupa te ih se prikazuje kao lekcije koje su se zajedno postigle i primjenjive su na svakodnevni rad. Unatoč tome što su glavni ciljevi postavljeni na tečaju od strane organizatora, svaki sudionik bi trebao završiti nakon diskusije sa vlastitim ciljevima u daljnjoj osobnoj edukaciji koje je definirao kroz uvide u svoje djelovanje koristeći opremu u simulacijskom centru. Takvim ishodom puno je vjerojatnije da će tečaj ovakve vrste biti korisniji za sudionike.

5.2. Struktura izgradnje simulacijskog centra

Simulacijski centar predstavlja prostor u kojem se odvija edukacija koja uključuje određeni oblik simulacije u konstruiranim i sigurnim uvjetima. Može biti različitog stupnja kompleksnosti te izveden u jednostavnijem obliku poput kabineta vještina ili trening sobe ili kompleksnijem obliku sa više međusobno povezanih prostorija. Konstrukcijom navedenih elemenata nastoji se postići odgovarajuće kliničko okruženje kako bi se potaknuo osjećaj realnosti, ali i omogućila bolja iskoristivost prostora u izradi kompleksnijih treninga. Valja spomenuti da se simulacijski centar ne koristi samo za edukaciju na umjetnim modelima čovjeka i za potrebe simulacijskog treninga, već se često koristi za testiranje i promociju raznih medicinskih uređaja koji se planiraju testirati u bolnici ili prezentirati od strane pojedine kompanije, a zahtijevaju određeni vid kliničkog okruženja. Moderan simulacijski centar je samoodrživa jedinica u kojoj često rade i stalni zaposlenici koji se bave održavanjem opreme, davanjem tehničke podrške, ali i marketingom simulacijskog centra kao proizvoda na

tržištu medicinske edukacije. Kroz najam opreme, prostora i stručnog osoblja, centar može biti dodatni izvor prihoda ustanovi ili pojedincu koji ga vodi.



Slika 8: Prikaz aktivnosti rada modernog simulacijskog centra

U konstrukciji modernog simulacijskog centra posebnu pažnju treba obratiti na 3 ključna elementa: Arhitektonska izvedba, namjenske prostorije i tehnologija .

5.2.1. Arhitektonska izvedba

Ključan aspekt u planiranju simulacijskog centra koji ako je moguće treba arhitektonski izvesti od samog početka imajući na umu 2 koncepta - multidisciplinarnost i povezivost. Multidisciplinarnost znači da centar može pružati usluge velikom broju zdravstvenih struka; od anestezije, kirurgije, sestrinstva, vojne medicine, hitne medicine, primaljstva. Osim široke namjene, prostorije trebaju biti isprojektirane na način da se mogu povezati po potrebi u jednu jedinicu ako to zahtjeva tip simulacije koji se provodi. To se postiže konstrukcijom pomičnih zidova ili vratima u svakoj sobi poštujući standarde veličina u normalnom kliničkom okruženju. Ako se centar nalazi na više katova ili iznad prizemlja, lift je vrlo bitna značajka. Osnovni elementi opće namjene koji bi se trebali zadovoljiti u svrhu arhitektonske izvedbe prilagođene optimalnom simulacijskom iskustvu su:

5.2.1.1 Soba za pauzu

Važan aspekt, a koji se često zanemaruje u konstrukciji simulacijskog centra su sobe za pauzu i odmor. Centralna kantina ili više soba za pauzu su neophodne s obzirom da je centar multidisciplinarno mjesto namijenjeno za korištenje od strane različitih grupa u isto vrijeme.

5.2.1.2. Centralni hodnik

Zajednički hodnik koji će omogućiti cirkulaciju između soba bez ometanja drugih grupa je jedan od bitnih elemenata prilikom planiranja centra i ako je moguće izvodi se po sredini ili obliku slova U prolazeći kroz središte ustanove.

5.2.1.3. Soba za tehničku opremu

Soba za tehničku opremu i centralni server bi trebala činiti zasebnu jedinicu odvojenu od svih ostalih soba kako se ne bi ometala simulacija tijekom pripreme drugih soba ili tehničkih servisa.

5.2.1.4. Skladište

Skladište bi trebalo činiti minimalno 10 % zapremnine prostora sa mogućnošću ekspanzije u budućnosti ako se planira širiti centar u vidu dodatne opreme. Česti je slučaj da vanjski korisnici osiguraju vlastitu opremu i uređaje koji mogu biti visoko sofisticirani te zahtijevaju uklanjanje neke standardne opreme i preraspodjelu soba.

5.2.1.5. Sanitarni čvor i garderoba

Na ulazu je preporuka da se postavi recepcija ili prijem za doček, registraciju i garderobu sudionika te da centar bude pokriven sa solidnim sanitarnim čvorem koji je odvojen od ostalih ustanova ako se zgrada u kojoj je smješten dijeli sa drugima. Svaka soba bi trebala imati dostup vodi i dovoljan broj utičnica za struju kako bi se omogućila fleksibilnost u postavljanju simulatora i medicinske opreme koje zahtijevaju električno napajanje.



Slika 9: Primjerak arhitektonske izvedbe modernog simulacijskog centra

5.2.2 Namjenske prostorije

Broj soba i veličina će ovisiti o mogućnostima i dostupnosti prostora. Prostorija može biti zasebna, višenamjenska ili izvedena na način da se po potrebi vrlo brzo preoblikuje spajanjem prostora međusobno. Prilikom definiranja namjenskih soba potrebno je već poznavati opremu koju će sadržavati ili dobiti u bliskoj budućnosti. U modernom simulacijskom centru nekoliko je standardnih soba:

5.2.2.1. Operacijska soba

Namjena sobe je da simulira različite scenarije u operacijskoj sali s pacijentom i sofisticiranom opremom. Operacijska soba je najvažnija i tehnički najopremljenija soba u cijelom simulacijskom centru te zahtijeva blisku povezanost sa kontrolnom sobom. Sadrži simulatore za kirurške procedure i napredne lutke za trening anestezije i respiracije. U operacijskoj sobi se nalaze anesteziološki aparat, respirator, infuzijske pumpe te napredni monitoring pacijenta. Površina ovog prostora bi trebala biti 40 – 50 m², kao i regularne operacijske sobe. Uvjeti poput klimatizacije, električne izolacije i osvjetljenja ne trebaju biti identični stvarnima već dovoljno slični da pružaju realistično iskustvo. Aparati mogu biti u potpunosti funkcionalni ili samo za potrebe tehničkog treninga. To će ovisiti i o lutkama koje

se koriste te njihovoj mogućnosti da se spoje na određenu aparaturu. Određeni napredni modeli lutaka poput HPS (Human patient simulator) koji reagiraju na medicinske plinove doći će s dodatnom vlastitom opremom i serverom koji će zahtijevati zaseban prostor.

5.2.2.3. Kontrolna soba

Zaseban prostor koji je namijenjen za upravljanje tehničkom opremom i trenutačno aktualnim scenarijem. Kontrolna soba sadrži svu namjensku tehničku opremu te je zvučno i vizualno povezana s cijelim simulacijskim centrom. U sobi se nalazi voditelj simulacije s pomoćnim osobljem koji prati vježbe i pažljivo vodi evaluaciju, ali i utječe na tijek samog scenarija. Soba bi trebala biti odmah uz operacijsku sobu te odvojena neprozirnom staklenom stijenom koja omogućuje jednosmjerno praćenje od strane operatera u sobi. Zvučna izolacija se preporučuje kako ne bi bilo ometanja tijekom simuliranog scenarija. Služi za nadgledanje cijelog simulacijskog centra i u idealnom slučaju prilikom arhitektonske izvedbe bi se trebala pozicionirati u sredini kako bi bila u doticaju sa što je više mogućih prostorija fizički.

5.2.2.4. Sobe za trening vještina

Sobe definirane specifičnom opremom koju sadrže. To su zasebne jedinice s modelima za jednostavne fizičke procedure kao što su ruka za vađenje krvi, modeli za kateterizaciju, lutke za reanimaciju ili oslobađanje dišnog puta. Mogu biti i namjenske po potrebi za trening opstetricije, hitnih postupaka, njege pacijenta. Sadrže slikovne prikaze anatomskih modela i algoritama karakterističnih za određenu struku ili proceduru. Preporuka je da imaju manji stol, kompjuter i sjedeća mjesta za grupe koje će obavljati trening ili slušati poduke instruktora. Međusobna prostorna povezivost soba je poželjan arhitektonski element za postizanje već spomenute multidisciplinarnosti simulacijskog centra. Ove sobe su karakteristične po svojoj mobilnosti i mogućnosti da se brzo po potrebi pretvore u namjensku sobu u skladu sa zahtjevima scenarija.

5.2.2.5. Soba za diskusiju i edukaciju

U idealnom slučaju radi se o dvije ili više odvojenih soba koje su opremljene tehničkom opremom za održavanje prezentacije i sjedećim mjestima za slušateljstvo. U sobi za diskusiju

se preporučuje stol U oblika ili veći okrugli stol koji će omogućiti grupnu povezanost i poticati na diskusiju sudionika. Soba je video linkovima povezana na Internet i ostale sobe simulacijskog centra kako bi se omogućila namjena za telekonferenciju ili grupnu diskusiju tijekom praćenja simulacije koja je u tijeku. Soba za edukaciju ako to prostor dozvoljava, najčešće je izvedena u obliku kino postave sa slušateljstvom prema predavaču. Na taj način se osigurava maksimalna iskoristivost prostora i povećava kapacitet slušateljstva.

5.2.2.6. Soba za „E-učenje“

Sadrži tehničku opremu u vidu prijenosnih računala ili tableta na kojima sudionici mogu koristiti različite oblike medicinskih programa za edukaciju ili evaluaciju znanja. Sa sve većom dostupnosti virtualne stvarnosti u edukaciji, adekvatna oprema za potrebe ovakvog treninga može biti smještena u navedenoj sobi.

5.2.2.7. Vanjske trening jedinice

Tematske sobe ili trening jedinice koje uključuju određeno vozilo, okruženje, prirodu ili specifičnu opremu izvan centra. Prostor je povezan preko video veze s kontrolnom sobom te se može pratiti, evaluirati i snimati tekući scenarij direktno iz simulacijskog centra unatoč prostornoj dislociranosti grupe.

5.3. Tehnologija

Tehnološki aspekti koji uključuju klimatizaciju, osvjetljenje, sigurnost i ostale tehničke elemente doprinose doživljaju i realnosti iskustva koje se dobiva koristeći pojedine dijelove simulacijskog centra. Zvučna izolacija svake pojedine trening jedinice se preporučuje koliko god je to moguće kako bi se osigurao neometan rad grupa. S obzirom na korištenje brojne opreme koja funkcionira bežično, postojanje vlastitog interneta je izrazito preporučljivo, a što se postiže instalacijom centralnog servera i prijamnika samo za potrebe simulacijskog centra. Danas postoje razni programski paketi za upravljanje simulacijskim centrom koji uključuju programsku podršku i svu tehničku opremu (kamere, zvučnici, prijemnici), a koji se nude od strane specijaliziranih tvrtki. Takvi specijalizirani sistemi su posebice dizajnirani da se prilagode potrebama prostora i simulacijskog scenarija, omogućuju snimanje, dodavanje komentara u video i slike te brojne druge alate koji se mogu koristiti u diskusiji ili za potrebe tele/video konferencije.

Osvjetljenje se preporuča u rasponu od 800-1000 Luxa s mogućnošću podešavanja nijansi svijetla posebice u operacijskoj dvorani. Preporuča se korištenje troškovno isplativog osvjetljenja uz moguću nadogradnju profesionalnim lampama koje se mogu koristiti samo za potrebe simulacije i doživljaja, no ne i biti funkcionalne. Klimatizacija je poželjna u cijelom centru s posebnim naglaskom na operacijsku sobu gdje je moguća izvedba određenih procedura i na kadaverima ili pravom mesu. Tehnički aspekti su najčešće zanemarivani dio u planiranju i gradnji simulacijskog centra te uglavnom ovise o preostalom ili ograničenom budžetu. Da bi se osigurala trajnost i maksimalna iskoristivost uz što manje troškove, zaposlenici centra trebaju voditi računa oko stalnog održavanja i provjere tehničke opreme.

5.4. Upravljanje i management simulacijskog centra

S obzirom na veličinu simulacijskog centra, rukovodstvo zahtijeva jednu ili nekoliko osoba koje će biti odgovorne za normalno funkcioniranje svih komponenti. Kako se radi o zasebnoj jedinici u kojoj se isprepliću djelatnosti nekoliko rukovodećih disciplina učinkovito vođenje podrazumijeva nadzor i implementaciju dobre prakse u slijedećim procesima:

5.4.1. Administrativni dio

Administrativna procedura koja prati simulacijski proces dijeli se na 3 djela. Uključuje administraciju prije, tijekom i nakon procesa simulacije. Započinje s planiranjem nekoliko dana prije vježbi kako bi se osigurala sva potrebna oprema, dozvole, usklađivanje sa smjernicama prema kojima se provodi edukacija, te adekvatni materijali za polaznike. Kako se proces simulacije snima potrebno je osigurati i dodatne privole sudionika prije samog treninga u skladu s postupcima GDPR-a na području zemalja EU, ali i osigurati korištenje opreme s potpisom o odgovornom ponašanju i eventualnom osiguranju od štete od strane korisnika opreme.

5.4.2. Održavanje simulatora

Lutke, modeli i simulatori su potrošni materijal u simulacijskom centru čija trajnost i funkcionalnost ovisi o pravilnom rukovanju i redovitom održavanju. Vlasnik opreme treba izrazito dobro poznavati prednosti i slabosti modela kako bi ispravno mogao informirati korisnike o pravilnoj upotrebi. Konstantna prisutnost osoblja ili odgovorne osobe za opremu tijekom vježbi je izrazito preporučljiva zbog polaznika različite vještine znanja i

kompetentnosti. Redovito održavanje, a posebice visoko sofisticiranih modela treba raditi prema uputama proizvođača uz kreiranje liste za praćenje sa svim koracima. Održavanje se preporučuje raditi redovito, uz dodatnu provjeru svih funkcija modela nekoliko dana prije održavanja simulacijskog treninga. Veći servis se pruža od strane za to ovlaštenih tvrtki, a što su najčešće prodavatelji opreme

5.4.3. Organizacija podataka

Funkcionalan simulacijski centar je podložan redovitim unutarnjim i vanjskim kontrolama koje prate kvalitetu i način rada. Kontrola može biti unutar ustanove ako je centar dio bolnice ili neke zdravstvene jedinice. Vanjska kontrola je najčešće iz područja financijskog ili poreznog sektora ako je centar uključen u bilo kakav oblik novčanih transakcija i poslovanja. Dodatna kontrola se vrši u slučaju postupka akreditacije ili održavanja specifičnih certifikata kojih osoblje ili centar mogu biti nositelji. U tu svrhu neophodno je konstantno prikupljanje podataka o aktivnostima centra, korisnicima, zahtjevima i tipovima treninga. Na temelju dobre prakse kreiraju se interni obrasci postupanja (SOP), a koji su temelj za dobivanje akreditacija različitog stupnja. Centar može participirati i u znanstvenim te kliničkim istraživanjima sa svojim podacima koje prikuplja tijekom tečajeva stoga se preporuča korištenje centralnog tvrdog diska za pohranu podataka te redoviti „backup“.

5.4.4. Vođenje baze slučajeva

Baza ili enciklopedija slučajeva se odnosi na visoko sofisticirane simulatore koji sadrže programsku komponentu u vidu scenarija tj. specifičnog slučaja pacijenta ili etiologije bolesti. Scenariji se kreiraju u posebnim za to namijenjenim programima i primjenjivi su samo na operativnom sustavu proizvođača opreme. Kreiranje zahtjeva bolje poznavanje programskog jezika lutke, ali i kliničkog znanja kako bi se obje komponente integrirale u fiziologiju simulatora. Lutka, model ili oprema se vrednuje ne samo na temelju karakteristika koje ima, već i na temelju stanja pacijenta koje može prikazati. Često proizvođač nudi dodatno posebne pakete stanja pacijenta koji su unaprijed pripremljeni i samo se instaliraju na postojeću opremu. Ovo dodatno povećava trošak opreme, ali i doprinosi kompetentnosti simulacijskog centra te je jedan od investicijskih kanala koji se trebaju uzeti u obzir tijekom planiranja razvoja simulacijskog centra kroz vrijeme.

5.4.5. Raspored i planiranje treninga

Centar koji je otvoren za vanjska poduzeća i društva treba imati javno dostupan kalendar o trenutačnim aktivnostima i djelatnostima. Komunikacija oko rezervacije i termina bi trebala biti temeljena na što učinkovitijem elektroničkom sučelju. Ako je centar dio kliničke ustanove, onda se poštuje pravilo prioriteta i namjena se prije svega planira prema potrebama ustanove, a potom se omogućuju termini za vanjske korisnike. Osim planiranja tečajeva, u redoviti plan simulacijskog centra trebalo bi uključiti edukaciju djelatnika, termine za održavanje opreme te redoviti servis simulatora. Za obnavljanje akreditacije očekuje se redovita edukacija zaposlenika i održavanje određenog stupnja kompetencije, a koje su propisane smjernicama od strane SSH. Navedeno se odvija najčešće dolaskom inozemnih instruktora u simulacijski centar djelatnika i rad s vlastitom opremom.

5.4.6. Kontrola publiciteta i javna slika

Javna slika simulacijskog centra je neophodan alat kako bi se pokazao rad centra i njegova uloga. Klinike koje imaju vlastiti simulacijski centar često ga ističu kao stvar prestiža i stupnja razvijenosti. Često klinike koje su referentni centar za određenu djelatnost su nositelji specifičnih kabineta ili centara za simulaciju u navedenoj disciplini. Web stranica i stranice na socijalnim medijima se koriste ako je simulacijski centar u svojoj djelatnosti okrenut i prema vanjskim korisnicima. Moguće je da centar ima ako je dovoljno velik i zasebnu osobu namijenjenu za komunikaciju s medijima te posebne obrasce za komunikaciju o specifičnim temama koji se tiču samog rada centra. Učinkoviti marketing i povezanost s lokalnim i nacionalnim društvima je jedan od preduvjeta samo-održivosti simulacijskog centra i način privlačenja prometa, ali i investicija. Često se uključuju vanjski suradnici za potrebe marketinga ili promociju na javnim i društvenim mrežama

6. RASPRAVA

Simulacija u medicini podrazumijeva proces i prostor kojima se pruža polaznicima brojne prilike koje nadilaze tradicionalnu formu predavanja, prakse ili laboratorijskih vježbi. Može se reći da je simulacija prijelazni oblik učenja između teorije i praktičnog rada.

U okruženju simulacijskog centra, polaznici imaju priliku preuzeti ulogu i eksperimentirati učeći kroz direktno iskustvo, poduzimati rizičnije korake, preuzimati odgovornije uloge te u sigurnom okruženju donositi odluke. Postavlja se pitanje da li nabrojeno opravdava trošak investicije u simulacijsku opremu, ali i povrat u vidu kompetentnosti polaznika u primjeni stečenog znanja u stvarnom svijetu sa stvarnim pacijentima. Da li virtualni pacijent može donekle pružati iskustvo rada kao na stvarnom pacijentu.

Fitts i Posner (25), autori su koncepta usvajanja znanja, a koje bi mogli definirati kao strukturu i glavno načelo koje se nalazi u temelju simulacijskog učenja. Radi se o metodi usvajanja znanja baziranoj na učenju kroz iskustvo i vođenju pojedinca iz faze učenika do kompetentnog izvršitelja. U osnovi, radi se o tri koraka:

Prva faza je faza svjesne inkompetentnosti (kognitivna faza) u kojoj polaznik uči od početka korake određenog postupka te ih pokušava povezati u cjelinu. U simulaciji, treneri vještina za učenje određenog postupka ili programi na računalu za savladavanje nekog algoritma ključni su aspekt u savladavanju ove faze učenja. Djelovanje u sigurnom okruženju na statičnim modelima uz vodstvo instruktora, postera ili video prikaza ubrzat će prolazak ove faze.

Modeli koji se koriste u ovoj fazi trebali bi omogućiti što realniji transfer i primjenu stečene vještine na stvarnog pacijenta, te se stoga treba voditi briga o realnosti simulatora koji se koriste u ovoj fazi. Druga faza je faza svjesne kompetencije (Integrativna faza) u kojoj je polaznik integrirao korake određenog postupka, ali još razmišlja o njima i pokazuje određenu dozu nesigurnosti. Sposoban je riješiti određena odstupanja od rutine i manje probleme koristeći stečenu vještinu. Modeli lutaka cijelog tijela s naprednim mogućnostima te kompjuterski kirurški simulatori su adekvatni za prolazak ove faze učenja. Treća i zadnja faza je faza nesvjesne kompetencije (autonomna faza) u kojoj se želi postići da učenik instinktivno reagira koristeći stečenu vještinu na podražaje i kliničke promjene pred sobom. Sposoban je dijeliti fokus pažnje te raditi i više stvari odjednom. Iako je ovo visoka razina kompetencije, nije oslobođena medicinskih pogreški koje mogu proizaći iz nje. Liječnici i specijalisti na ovoj razini mogu napredovati kroz simulirane treninge na naprednim

simulatorima s posebnim slučajevima koji se snimaju i raspravljaju u grupnim diskusijama.

Ovo je ključan korak u strategiji smanjenja incidencije liječničke pogreške (26).

Za svaki instrument, pa tako i za simulaciju vrijedi da je efikasna u mjeri koliko se adekvatno koristi. Osnovni preduvjet koji se zahtjeva u treningu simulacije je da polaznici prilagode svoja vjerovanja i ponašaju se prema opremi kao da imaju pravog pacijenta pred sobom te da se nalaze u stvarnom kliničkom okruženju. Iako i jednostavniji oblici treninga poput igranja uloga (role play), vježbanje vještina, demonstracije, omogućuju razvoj kompetentnosti, najefikasniji način stjecanja vještine je vježbanje u simulacijskim centrima s visoko sofisticiranim medicinskim simulatorima. Simulacijski centar predstavlja okruženje koje zahvaljujući sofisticiranoj opremi te audio-vizualnom okruženju reflektira stvarne kliničke uvjete, a što doprinosi podizanju nivoa učenja. Brojni radovi definiraju parametre uspješnog funkcioniranja centara koji koriste simulaciju, no najbolje možda sve sumira rad koji je jedan od 10 najcitiranijih članaka iz područja medicinske simulacije, a koji je metaanaliza od 109 članaka iz područja napredne medicinske simulacije (27).

Ključna poruka rada je da simulacija u medicinskoj praksi može biti učinkovita samo ako se primjenjuje po adekvatnim principima:

1. Davanje povratne informacije od strane instruktora i simulatora pokazalo se kao glavni ključ uspjeha u ispravnom provođenju simulacije.
2. Redovita praksa: 39% radova je naglasilo da je konstantna i regularna vježba na simulatorima ključna za ovakav oblik treninga.
3. Integracija u redoviti obrazovni kurikulum kako bi se od samog početka smanjila krivulja učenja i usvajanja znanja mladih zdravstvenih radnika.
4. Mogućnost podešavanja težine treninga kroz prilagodbu simulatora s njegovim opcijama znanju polaznika
5. Mogućnost prilagodbe kliničkom scenariju. Simulator bi trebao imati mogućnost da se svojim karakteristikama može po potrebi prilagoditi programu polaznika umjesto da se program prilagođava simulatoru koji se koristi.
6. Individualizirani pristup. Mogućnost standardiziranih i reproducibilnih iskustava u kojima je pojedinac aktivan sudionik rada u procesu simulacije umjesto da samo prati događaj koji se simulira.

Rađeno je nekoliko studija s pokušajem evaluacije znanja polaznika simulacije u odnosu na polaznike tradicionalnog načina učenja te su rezultati vrlo obećavajući. U kolaborativnoj studiji sveučilišta s Havaja i Novog Meksika, razvijen je poseban program za virtualnu

stvarnost sa scenarijima traume glave i specifičnog modela za zbrinjavanje bubrega. Nakon komparativnih ispitivanja 2 testne grupe su pokazale podjednaku učinkovitost u izvedbi željenog algoritma s obzirom na način učenja i provođenja (fizički i virtualni) (28).

Česta greška koja se javlja u naprednom simulacijskom učenju, posebice iskusnih liječnika na naprednim tečajevima je da se rade simulacije s prikazima zanimljivih scenarija koji su rijetki u praksi. Iako zanimljivi i s vrijednim lekcijama te odlično izvedeni s postojećom opremom, odudaraju od ključnih ciljeva edukacije i promicanja upotrebljivog znanja. Upotrebljivo znanje prije svega podrazumijeva svakodnevne postupke koji imaju prostora za poboljšanje. S obzirom na cijenu takvih tečajeva koja nije mala i koji se većina odvijaju u inozemstvu, polaznici bi prije svega trebali imati željeni cilj i područje specijalnosti koje žele usavršiti kao prioritet pri odabiru treninga na simulatorima (29). Kao glavna prednost simulacijskog učenja se često spominje rasprava uz snimljeni video materijal iz različitih kuteva te mogućnost da tijekom diskusije cijela grupa raspravlja o djelovanju grupe ili pojedinca. Pokazalo se da ovo također može polučiti i suprotni efekt kod pojedinih liječnika u vidu straha od neznanja pred kolegama te izbjegavanju kompromitiranja postojeće slike. Ostali razlozi za izbjegavanje simulacije su nepoznavanje rada s tehničkom opremom ili modernim računalnim programima, neistovjetnost simulatora s pravim pacijentom te mogućnost replikacije stvarne situacije na koju su navikli (30). Ovdje se pokazuje i generacijski jaz koji nastaje zbog redovitog suživota s elektroničkom opremom i brzinom shvaćanja iste od mlađih generacija. To bi moglo implicirati činjenicu da je puno lakše prvo raditi i vježbati na simulatorima pa onda preći na pravog pacijenta, umjesto suprotno. Stoga je ovdje ključna uloga voditelja treninga, koji treba osigurati odgovarajuću radnu atmosferu u kojem se odvija simulacija. Voditelj treba ovakav trening prikazati kao „intelektualno siguran“, naglasiti i pripremiti polaznike unaprijed što mogu očekivati od opreme, te da je i po potrebi sami isprobaju prije korištenja uz stručno vodstvo. Simulacijski trening se treba predstaviti u vidu jednog grupnog rada gdje se očekuju greške čak i kao nešto poželjno kako bi diskusija mogla biti što informativnija i dinamičnija te da je bolje te stvari napraviti na virtualnom pacijentu umjesto na pravom. Ovdje vrlo važnu ulogu ima pojava kognitivne disonance kod polaznika tečajeva. Pojam se odnosi na situaciju/ponašanje koja se dogodila, a koju polaznik ne očekuje ili je nije svjestan. Pregled aktivnosti na audio-vizualnoj opremi često može ukazati polazniku na akcije ili postupke kojih nije svjestan ili su skriveni iza brzine izvođenja postupka. Koristeći stoga kontroliranu atmosferu simulacijskog centra ništa se ne može sakriti ili proći neopaženo.

7. ZAKLJUČAK

Simulatori u medicini imaju potencijal za povećanjem sigurnosti pacijenta i kompetentnosti zdravstvenih radnika po principu „learning by doing“ tj. učenjem kroz iskustvo u sigurnom okruženju koje dopušta greške. Razvojem tehnologije simulatori za trening postaju realniji i jeftiniji, što potiče njihovo povećano korištenje u brojnim edukacijskim ustanovama.

Trenutno postoje još brojni izazovi kako za proizvođače tako i za korisnike opreme koja se koristi u ovome području prenošenja znanja i vještina. Testiranjem, davanjem povratne informacije i sve većom praktičkom, ali i kliničkom evaluacijom modela, postiže se postupno veća učinkovitost u praksi i smanjuju se greške u proizvodnji i korištenju. Adaptacija standardne terminologije u klasifikaciji i pozicioniranju simulatora u medicinskoj edukaciji jedan je od izazova koji će se nastojati riješiti u budućnosti. Standardizacija u primjeni i konstrukciji treninga prema smjernicama vodećih društava za promociju simulacije doprinijeti će većoj ponovljivosti i vjerodostojnosti rezultata ovakvog vida treninga te edukacije zdravstvenih radnika. U skladu s ciljem ovog preglednog rada pokazane su prednosti simulacije u medicini. Simulacija predstavlja neophodan korak u edukaciji zdravstvenih radnika u fazi prelaska s teorije na praksu u stvarnom kliničkom okruženju. Omogućuje personalizirani pristup usvajanju znanja od strane polaznika, a što se postiže manipulacijom kliničkog scenarija ili situacije u kontroliranom prostoru simulacijskog centra od strane instruktora.

Simulacijsko učenje značajno može doprinijeti prevenciji pojave liječničke pogreške te bi odgovarajuća satnica rada u simulacijskom centru trebala postati dio cjeloživotnog učenja i nacionalne strategije za suzbijanje pogreški u tretmanu pacijenata.

Oprema koja se koristi u simulaciji vrijedi onoliko koliko i sposobnost osobe koja vodi simulacijski trening bez obzira gdje se edukacija odvija. Unatoč tehnološkom napretku simulatora, ljudski faktor u edukaciji je još uvijek nezamjenjiv čimbenik i presudan je za učinkovitost medicinske simulacije u edukaciji zdravstvenih radnika.

Simulacijsko učenje zahtjeva dodatnu edukaciju instruktora koji ga provode i koji osim dobrog kliničkog znanja, trebaju poznavati koncepte na kojima se bazira simulacijsko učenje. Najveći izazov ovog područja je osigurati atmosferu (scenarij) koja će omogućiti efikasni transfer stečenog znanja iz simulacijskog okruženja u kliničku praksu. Osigurati polaznicima iskustvo koje će biti što sličnije stvarnoj medicinskoj praksi stoga ostaje i predstavlja najveći izazov ovoga novog načina prenošenja znanja i vještina.

8. LITERATURA

1. Watson K, Wright A, Morris N, McMeeken J, Rivett D, Blackstock F, et al. Can simulation replace part of clinical time? Two parallel randomised controlled trials. *Med Educ*. 2012;46(7):657–67.
2. Cooper JB, Taqueti VR (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Quality and Safety in Health Care* **13**: 11-18.
3. Hamman WR (2004). The complexity of team training: what we have learned from aviation and its applications to medicine. *Qual Saf Health Care* 13 (Suppl. 1):i72-9.
4. Rudolph JW, Raemer DB, Simon R. Establishing a safe container for learning in simulation: the role of the presimulation briefing. *Simul Healthc* 2014; 9: 339–49.
5. Dale E. *Audiovisual Methods in Teaching*. 3rd ed. New York: Dryden Press; 1969. p. 108.
6. Null G. Death by medicine, part I. *E-Healthy News*, 26 November 2003
7. Frellick, Marcia (May 3, 2016). "Medical Error Is Third Leading Cause of Death in US". *Medscape*. Retrieved May 7, 2016.
8. Reader T, Flin R, Lauche K, Cuthbertson B (2006). Non – technical skills in the intensive care unit. *British Journal of Anesthesia* 96: 551-9.
9. Nestel D, MB. *Simulated patient methodology: theory, evidence and practice*. West Sussex: Wiley Blackwell; 2015.
10. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation based medication education: An ethical imperative. *Simulation in Healthcare*. 2006; 1(4): 252-256
11. *Anesthesiology*. 1978 Dec;49(6):399-406. Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeck B.
12. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, et al. Revisiting ‘A critical review of simulation based medical education research: 2003-2009’. *Med Educ* 2016;50(10):986–991.
13. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004;13 Suppl 1:i2–10.
14. "Partial Task Trainers". *Johns Hopkins Medicine* [Internet] [pristupljeno 4.3.2020]. Dostupno na https://www.hopkinsmedicine.org/simulation_center/training/mannequin_based_simulations/partial_task_models.html
15. *Cae Healthcare*, [pristupljeno 10.3.2020] Dostupno na <https://caehealthcare.com/patient-simulation/hps>

16. Gaumard Victoria product page". [pristupljeno 22.3. 2020] Dostupno na <https://gaumardscientific.com/patient-simulation/victoria>
17. Caudell T, Summers KL, Holten IV, et al. (2003) Virtual patient simulator for distributed collaborative medical education. *The Anatomical Record (Part B:New Anat.)* 270B:23-9.
18. Barrows HS (1993). An overview of the uses of standardized patients for teaching and evaluating clinical skills. *AAMC.Acad Med* 68(6):443-51
19. Ericsson KA (2004). Deliberate Practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med* 79(Suppl.10):70-81
20. Bandaranayake RC. *The Integrated Medical Curriculum*. London: Radcliffe; 2011.
21. Biggs J (1999). *Teaching for quality learning at university; What the student does*.Buchingham: Society for Research into Higher Education and Open University Press.
22. Dillon GF, Boulet JR, Hawkins RE, Swanson DB (2004). Simulations in the United States Medical Licensing Examination (USMLE). *Qual Saf Health Care* 13 (Suppl. 1): i41-145.
23. Ladyshevsky R (1995). *Clinical Teaching*. Campbelltown, NSW:Higher Education Research and Development Society of Australasia.
24. Pendelton D, Schofield T, Havelock P, Tate P (1984). *The consultation: an approach to learning and teaching*. Oxford: Oxford University Press.
25. Fitts PM, Posner MI (1967). *Human Performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole
26. Steadman RH, Coates WC, Huang YM, et.al. (2006). Simulation – based training is superior to problem based learning for the acquisition of critical assessment and management skills. *Critical Care Medicine* 34 (1): 151-7
27. Maran NJ, Glavin RJ (2003). Low – to high-fidelity simulation – A continuum of medical education? *Medical Education* 37 (Suppl.1):22-8.
28. Alverson DC, Saiki SM, Jacobs J, et al. (2004). *Distributed Interactive Virtual Environments for Collaborative Experiential Learning and Training Independent of Distance over Internet*.Medicine Meets Virtual Reality 12. Newport Beach, CA.
29. Fish D, Coles C (2005). *Medical Education:Developing a Curriculum for Practice*. Maidenhead (England), Open University Press.
30. Hesketh EA, Laidlaw JM (2002). Developing the teaching instinct:Needs assessment. *Medical Teacher* 24:594-8.

KRATKI ŽIVOTOPIS PRISTUPNIKA

Jurica Župetić rođen je 1985 godine u Zagrebu. Po srednjoj stručnoj naobrazbi nosi zvanje Zdravstveno -Laboratorijski tehničar koji je stekao na Zdravstvenom Veleučilištu u Zagrebu 2004 godine. 2010 po završetku Prehrambeno-Biotehnološkog Fakulteta stječe naziv inženjer Biotehnologije. Od početka karijere radi u farmaceutskoj industriji te stječe iskustva i znanja rada sa lijekovima i medicinskim proizvodima kroz kompanije Abbot, PHOENIX Farmacija i Medis Adria. Trenutno radi kao produktni specijalist u tvrtki Medis Adria od 2014 godine te je uključen u razvoj i implementaciju simulacijskog oblika učenja u brojne zdravstvene ustanove diljem Hrvatske. Nositelj je nekoliko certifikata potrebnih za edukaciju, trening te konzultacije klijenata koji koriste simulaciju u svojem radu.