



Prednosti učenja s pomočjo simulacije v medicini

Advantages of simulation-based learning in medicine

Vesna Novak Jankovič,¹ Gregor Norčič²

Izvleček

Medicinske napake se kljub izjemnemu tehnološkemu napredku v medicini še vedno dogajajo. V dobi moderne tehnologije začetno učenje neposredno na bolnikih ni več etično. Simulacijsko učenje se je začelo uvajati v medicino zato, da bi se zmanjšalo število zapletov, izboljšala varnost bolnikov ter kakovost dela zdravstvenih ustanov. Učenje tehničnih in mehkih veščin s pomočjo simulacijskega učenja povečuje šolajočim se samozavest in izboljšuje učni proces. Študentje so to odlično sprejeli.

Ob hitrem razvoju umetne inteligence se uvajajo tudi nove izobraževalne metode, ki omogočajo še učinkovitejše usposabljanje. Simulacijsko učenje ne predstavlja le pedagoškega orodja ključnega pomena, temveč tudi etični imperativ. Ker sodobni izobraževalni sistemi po vsem svetu uvajajo simulacijsko izobraževanje v svoje kurikule, je odgovornost učiteljev in vodilnih delavcev v slovenskem zdravstvu, da ga vključijo v izobraževalne programe in omogočijo njegov trajni razvoj.

Abstract

Medical errors persist despite remarkable technological advancements in medicine. In the age of modern technology, initial direct learning on patients is no longer ethical. Simulation-based learning has been introduced into medicine to reduce complication rates, improve patient safety, and enhance the quality of healthcare institutions. Learning technical and soft skills enhances self-confidence and improves the learning process. Trainees have welcomed it enthusiastically.

With the rapid development of artificial intelligence, new educational methods are emerging that are facilitated by AI, enabling even more effective training. Simulation-based learning represents not only a key pedagogical tool but also an ethical imperative. Modern educational systems worldwide are integrating simulation-based education into their curricula. Thus, it is the responsibility of educators and healthcare leaders to incorporate it into educational programs and ensure its sustainable development.

¹ Medicinski simulacijski center, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

² Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Vesna Novak Jankovič, e: vnovakjankovic@gmail.com

Ključne besede: simulacijsko učenje; medicinsko izobraževanje; varnost bolnikov; umetna inteligenca v zdravstvu; usposabljanje v zdravstveni oskrbi

Keywords: simulation-based learning; medical education; patient safety; artificial intelligence in healthcare; healthcare training

Prispelo / Received: 14. 2. 2025 | **Sprejeto / Accepted:** 30. 6. 2025

Citirajte kot/Cite as: Novak Jankovič V, Norčič G. Prednosti učenja s pomočjo simulacije v medicini. Zdrav Vestn. 2025;94(7–8):202–11.

DOI: <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3615>



Avtorske pravice (c) 2025 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

1 Uvod

V zadnjih desetletjih je medicina doživela izjemen razvoj na področju tehnologije, preventive, diagnostiranja in zdravljenja. Kljub temu še vedno prihaja do medicinskih napak. Čeprav obstaja antični rek *Errare humanum est*, si morajo zdravstveni delavci neprestano prizadevati za čim manj napak pri zdravljenju (1).

Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije v visoko razvitih državah kar 10 % hospitaliziranih doživi med zdravstveno oskrbo različne zaplete, pri čemer bi jih bilo mogoče kar 50 % preprečiti. Leta 2016 je izšel alarmantni članek, ki je razkril, da so medicinske napake tretji najpogostejši vzrok smrtnosti v Združenih državah Amerike (2). V razvitem svetu medicinske napake in neželeni dogodki povečujejo stroške bolnišničnega zdravljenja za 15 %.

Osnovna naloga zdravstvenih delavcev je zagotavljanje varnosti bolnikov, preprečevanje napak in zmanjševanje škode na najnižjo možno raven (3). Eden od učinkovitih pristopov za izboljšanje varnosti bolnikov je simulacijsko učenje (4). Skrb za izboljšanje kakovosti dela in s tem varnosti bolnikov je spodbudila razvoj simulacijskega poučevanja v medicini (5-7).

2 Zgodovina

Zgodovina simulacijskega učenja ima bogato izročilo ter sega še v antične čase, ko so se urili bojevniki. Že v srednjem veku so bojevniki trenirali borilne veščine na simulacijskih napravah (*quintain*), ki so posnemale bojno situacijo (8).

S simulacijskim poučevanjem v sodobnosti so prvi začeli v letalstvu, vojski ter v vesoljskih in nuklearnih panogah. Leta 1930 je v Združenih državah Amerike nastal prvi simulator za usposabljanje letenja. Pozitivna izkušnja učenja s simulacijo v letalstvu se je že pred več kot 40 leti prenesla v medicino, kjer so s to obliko učenja prvi začeli anesteziologi. Leta 1984 je bila ustanovljena Fundacija za varnost bolnikov v anesteziji, ki skrbi za varnost bolnikov med anestezijo in pridobiva sredstva za razvoj ter vzpostavitev prvih simulacijskih centrov (9).

3 Definicija

Simulacijsko učenje je pedagoška metoda, ne zgolj tehnologija, ki dopolnjuje in nadomešča resnične izkušnje s simulacijsko tehniko vodenimi izkušnjami, ki poustvarjajo bistvene vidike resničnega sveta na

popolnoma interaktiven način (10).

Simulacijsko poučevanje v medicini uporablja tehnološke pripomočke za ustvarjanje različnih kliničnih situacij in kriznih dogodkov v nadzorovanih pogojih.

4 Cilji

Cilj izobraževanja v medicini je usposobiti zdravstvene delavce za strokovno, odgovorno, vestno in varno obravnavo bolnikov. S pomočjo simulacijskih metod je možno izboljšati zdravstveno varstvo bolnikov in jim zagotoviti varno oskrbo z visoko usposobljenim in samozavestnim zdravstvenim osebjem v učinkovitem in kakovostnem zdravstvenem sistemu. Naš cilj je tudi prispevati k razvijanju in doseganju najvišjih standardov medicinske stroke ter zdravniške etike na področju simulacijskega izobraževanja v medicini v Republiki Sloveniji. Simulacijsko učenje mora postati obvezni pedagoški in etični standard (11).

Etični kodeks mora spodbujati, krepiti in podpirati etično kulturo med vsemi, ki se ukvarjajo s simulacijskim poučevanjem. Simulacijsko učenje mora ohranjati najvišje standarde integritete, vključno s poštenostjo in z verodostojnostjo. Simulacijsko učenje ne sme škodovati nikomur, ne ljudem ne živalim ali okolju.

Med učenjem je treba ohraniti medsebojno spoštovanje, dostojanstvo, empatijo in odgovoren pristop za vse, ki so vključeni v dejavnosti simulacije.

5 Simulacijske metode

S simulacijskimi metodami lahko izboljšamo ne le ročne spretnosti, temveč tudi kritično razmišljanje, komunikacijske veščine in razumevanje vloge vodje ter sodelavcev v timu.

V nadzorovanem okolju na simulacijskih pripomočkih ustvarjamo kritične situacije in vnaprej pripravljene scenarije, pri katerih se udeleženci srečujejo s kriznimi dogodki. Napake in scenariji se v procesu tovrstnega učenja lahko po potrebi ponavljajo, a brez škode za bolnika. To izboljšuje učni proces in krepi samozavest udeležencev izobraževanja (12).

Simulacija omogoča izobraževanje in vadbo na 3 ravneh:

- psihomotorični (učenje tehničnih spretnosti);
- kognitivni (sprejemanje odločitev, določanje priorit, kritično razmišljanje);

- čustveni (interaktivno vedenje v timu in med različnimi timi, komunikacijske veščine, vloga vodje tima in timsko delo).

Usposabljanje s simulacijo bolnikom ne škoduje. Napake so dovoljene in jih je mogoče celo predvideti in vključiti v učni proces. To je odvisno od ciljev učenja, ciljne populacije, njihovega predznanja, specializacije in okolja usposabljanja.

Simulacijsko učenje omogoča, da postopek prekinemo, analiziramo in ga ponovimo. V primeru napak lahko postopek izvajamo večkrat, dokler se ne izvede pravilno, kar pri praktičnem delu z bolniki v bistvu ni mogoče. Usposabljanje na podlagi simulacije povečuje učinkovitost učnega procesa v varnih in nadzorovanih pogojih.

Za vsako ciljno skupino izobraževanja se vnaprej pripravijo scenariji z jasnimi cilji. Stopnja realizma simulacije se razvršča v 3 ključne kategorije, ki se med seboj prepletajo:

1. Resničnost opreme – stanje, v katerem je simulator podoben resnični napravi.
2. Resničnost okolja – v letalstvu npr. simulator ustvari enake učinke kot letalo med poletom, in sicer od hrupa do občutka pospeševanja, nagibanja itd.
3. Psihološka resničnost – omogoča učencu, da se v simulacijo poglobi in iz zavesti odstrani elemente, ki bi motili občutek realnosti (13).

Eden najpomembnejših delov simulacijskega učenja je pogovor po simulaciji (*angl.* debriefing). Pogovor odločilno prispeva k uspešnosti učenja (14). Standardna in zelo pomembna faza simulacijskega učenja je analiza opravljenega postopka na podlagi avdiovizualnega posnetka. V razpravi se pod vodstvom inštruktorja, ki je strokovnjak na področju simulacij, analizira, kaj je bilo narejeno dobro, kaj ne in kako bi bilo lahko opravljeno bolje.

Pogovor po simulaciji se deli v 3 faze:

1. Faza odziva – udeleženci se lahko razbremenijo, z vprašanji pa ugotavljamo, kako se počutijo in kakšno je njihovo razumevanje poteka dogodkov.
2. Analiza dogodkov – razpravljanje in refleksija o dogajanju.
3. Faza povzetka – ključne ugotovitve in sporočilo za nadaljnje učenje (13).

Uporabljajo se različne tehnike pogovora, ki jih morajo mentorji dobro poznati (15). Evropski svet za reanimacijo in Ameriško združenje za srce sta pogovor po simulaciji vključila v svoja priporočila, saj je dokazano,

da v realnosti izboljšuje uspešnost reanimacij in povečuje preživetje (13).

5.1 Nove metode simulacijskega učenja

V zadnjem času se z razvojem novih tehnologij v simulacijsko učenje uvajajo tudi napredne metode učenja, kot so:

1. Virtualna resničnost (*angl.* Virtual Reality, VR)
2. Obogatena resničnost (*angl.* Augmented Reality, AR)
3. Umetna inteligenca (*angl.* Artificial Intelligence, AI)

5.1.1 Virtualna resničnost (VR)

VR je uporaba računalniške simulacije, ki osebi omogoča interakcijo z umetnim tridimenzionalnim (3D) senzoričnim okoljem (Slika 1). Aplikacije VR poglobijo uporabnika v računalniško ustvarjeno okolje, ki simulira realnost z uporabo interaktivnih naprav, kot so očala, slušalke, rokavice ali posebne obleke. Napredni sistemi VR uporabljajo sledenje telesa, naglavne zaslone in ročne krmilnike, da ustvarijo realistično in interaktivno virtualno okolje (16).

5.1.2 Obogatena resničnost (AR)

AR je interaktivna izkušnja, ki združuje fizični svet in računalniško ustvarjeno 3D vsebino. Vključuje različne čutne zaznave, kot so vid, sluh, dotik in celo vonj. AR lahko definiramo kot sistem s 3 temeljnimi lastnostmi:

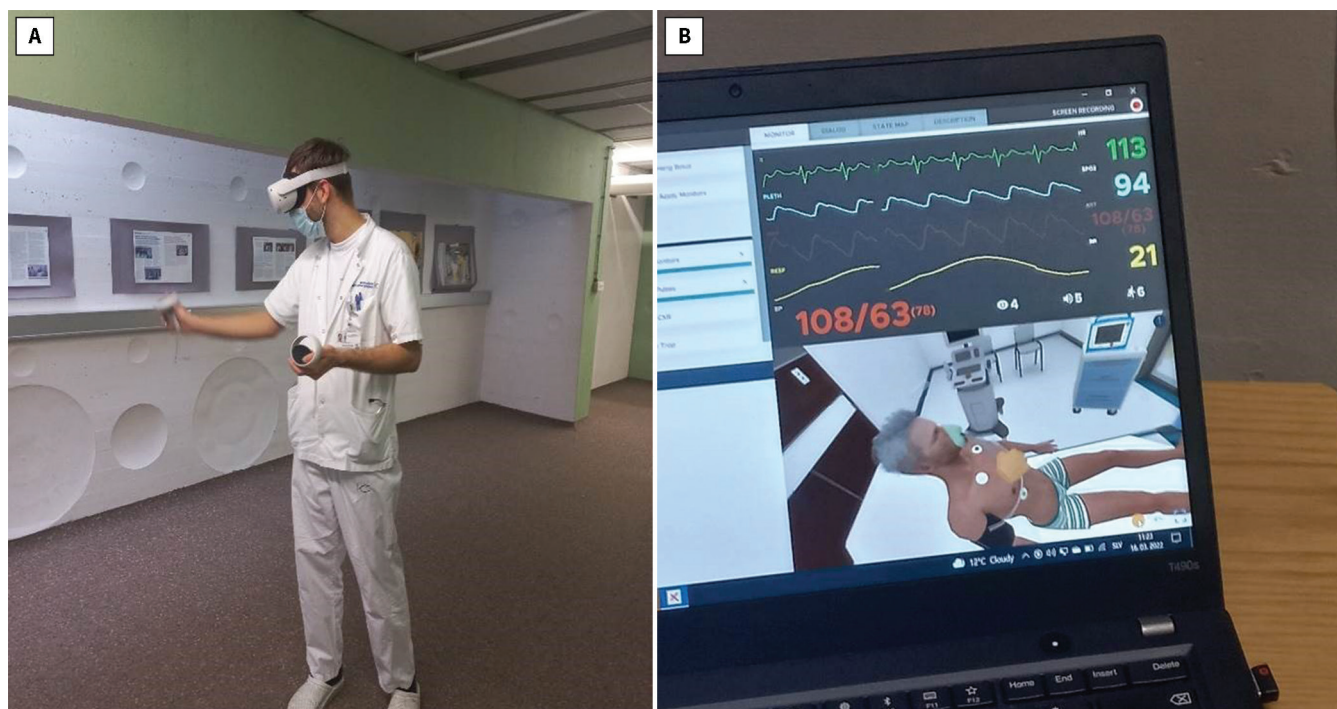
- kombinacija realnega in virtualnega sveta,
- interakcija v realnem času,
- natančno 3D registriranje virtualnih in realnih objektov (16).

AR omogoča digitalno nadgradnjo realnega okolja, kar izboljšuje uporabnikovo zaznavo in interakcijo.

5.1.3 Umetna inteligenca (AI)

AI omogoča računalnikom, da izvajajo naloge, ki zahtevajo človeške sposobnosti, kot so logično razmišljanje, učenje, načrtovanje in ustvarjalnost (17).

Napredne rešitve na področju medicinskega izobraževanja združujejo VR, AR in AI s preverjenimi medicinskimi algoritmi. Tako ustvarjajo avtentično 3D okolje, kar omogoča uporabnikom soočanje z dejanskimi zdravstvenimi zapleti v varnem in nadzorovanem okolju.



Slika 1: Simulacija z virtualno resničnostjo. (A) – Delo z naglavnim zaslonom in ročnima krmilnikoma. (B) – Slika računalniško ustvarjenega okolja.

Vir: arhiv Medicinskega simulacijskega centra, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

Te metode so še posebej učinkovite pri treniranju komunikacije, odločanja in timskega dela. VR omogoča predstavitev različnih virtualnih oddelkov, bolnikov, njihovih svojcev in zdravstvenega osebja, s katerim lahko uporabniki komunicirajo tako kot v resničnem svetu. V primerjavi z uporabo visoko tehnoloških simulacijskih lutk je ta metoda bistveno cenejša, vendar ne omogoča vadbe ročnih spretnosti.

V prihodnosti bo AI igral ključno vlogo pri nadaljnjem razvoju simulacijskega učenja (17).

Simulacijsko izobraževanje zdravnikov in medicinskih sester in drugega zdravstvenega osebja lahko poteka tudi z uporabo različnih digitalnih orodij za simulacijo kliničnih stanj in postopkov, z uporabo delnih telesnih simulatorjev ali z uporabo napredne visokotehnološke lutke, ki deluje s posebno mehansko in programsko opremo ter posnema realnega bolnika.

Simulacijska lutka, ki je računalniško vodena, simulira vse osnovne fiziološke funkcije, kot so: dihanje, delovanje srčno-žilnega in živčnega sistema ter reakcija zenic na svetlobo. To lutko lahko povežemo z monitorji za nadzor življenjskih funkcij, ki so enaki tistim, ki jih uporabljamo pri bolnikih v vsakodnevni klinični praksi. Na ta način lahko odčitavamo EKG, merimo krvni tlak, tlak v srčnih votlinah, parametre dihanja, zasičenost arterijske krvi s kisikom ter stopnjo blokade

motorične ploščice.

Na tem realistično zasnovanem simulatorju dejanskega bolnika lahko izvedemo tudi različne invazivne in neinvazivne posege, kot so (Slika 2):

- vzdrževanje proste dihalne poti z različnimi pripomočki,
- izvajanje krikotomije,
- dreniranje področja srca, trebušne votline in prsne ga koša,
- defibrilacija srca.

6 Pripomočki za učenje s pomočjo simulacije

Z uporabo delnih telesnih simulatorjev, kot so na primer simulatorji epiduralne in spinalne anestezije, usposabljammo specializante za izvajanje regionalne anestezije. Pri tem jih seznanjamo z uporabo ultrazvoka (UZ) in UZ vodenih tehnik za regionalno anestezijo.

V simulacijskih centrih se udeleženci usposabljaajo z različnimi pripomočki za (Slika 3):

- vstavitve osrednjih venskih katetrov,
- vzdrževanje proste dihalne poti,
- osnove porodništva,
- oživljanje odraslih in otrok,
- zunajtelesno membransko oksigenacijo (ECMO).



Slika 2: Simulacija srčnega zastoja med anestezijo na računalniško vodeni lutki v Medicinskem simulacijskem centru Univerzitetnega kliničnega centra v Ljubljani.

Vir: arhiv Medicinskega simulacijskega centra, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

Metode simulacijskega učenja so prilagodljive in skoraj neomejene, kar je odvisno od opremljenosti simulacijskih centrov.

Hiter tehnološki napredek odpira nove možnosti za razvoj vedno bolj sofisticiranih simulatorjev.

Uporaba umetne inteligence (AI) prinaša revolucionarne priložnosti za razvoj izobraževanja.

7 Simulacijski centri

Obseg veščin, znanj, postopkov in protokolov, ki jih mora obvladati zdravstveni delavec, se hitro povečuje, prav tako pa tudi število ljudi, ki nujno potrebujejo ustrezno izobraževanje.

V razvitih državah se še posebej zavedajo nujnosti simulacijskega učenja, saj simulacijske centre odpirajo na novo v številnih bolnišnicah in na fakultetah.

Tega se zavedamo tudi v Sloveniji. Simulacijski centri že delujejo v UKC v Ljubljani (UKCL), na Medicinski fakulteti v Ljubljani in Mariboru, na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani in Mariboru ter v Zdravstvenem domu Ljubljana-Center. V zadnjem času se odpirajo



Slika 3: Delavnica zunajtelesne membranske oksigenacije (ECMO) v Medicinskem simulacijskem centru Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana.

Vir: arhiv Medicinskega simulacijskega centra, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

tudi novi centri, npr. v Splošni bolnišnici v Novi Gorici.

V UKCL so 29. junija 2011 uradno odprli Medicinski simulacijski center (MSC).

MSC je multidisciplinarni center, namenjen različnim oblikam izobraževanja zaposlenih zdravstvenih delavcev UKCL, pa tudi zdravstvenega osebja iz drugih slovenskih in tujih zdravstvenih ustanov.

V marcu 2020 je Svetovna zdravstvena organizacija razglasila pandemijo covid-19. Pandemija je potisnila svet v najglobljo recesijo v zgodovini. V času pandemije covid-19, ko je po vsem svetu prišlo do motenj v delovanju izobraževalnih ustanovah, smo v MSC organizirali številne tečaje, ki so kolegom pomagali v boju proti pandemiji.

V MSC smo to uspešno dosegli s kombinacijo spletnega sinhronega poučevanja na daljavo. Z objavo posnetih predavanj in kratkih izobraževalnih filmov na intranetu UKCL smo kolegom omogočili tudi asinhrono izobraževanje.

V 13-letnem obdobju do konca leta 2024 se je v MSC izobraževalo več kot 33.000 udeležencev.

8 Ustanovitev Slovenskega združenja za simulacijsko učenje v medicini

Zanimanje za simulacijsko učenje med zdravstvenimi strokovnjaki je tako veliko, da se je že pojavila potreba po ustanovitvi krovne organizacije v Sloveniji, ki bi spodbujala razvoj, postavljala standarde, smernice, priporočila in protokole za simulacijsko učenje v medicini.

Zato smo naslovili prošnjo Glavnemu strokovnemu svetu Slovenskega zdravniškega društva, da podpre ustanovitev Slovenskega združenja za medicinsko simulacijo.

Dne 13. marca 2024 je bil v Ljubljani, v skladu s sklepom, sprejetim na 30. redni seji Glavnega strokovnega sveta Slovenskega zdravniškega društva, potrjen statut Združenja in registriran v Register statutov strokovnih združenj in sekcij Slovenskega zdravniškega društva.

Polno ime združenja je Slovensko zdravniško društvo – Slovensko združenje za simulacijsko učenje v medicini, skrajšano ime pa Slovensko združenje za simulacijsko učenje v medicini (SZSUM).

Osnovni namen delovanja SZSUM sta razvoj in promocija ter uvajanje simulacijskega učenja v zdravstveni in širši javnosti.

Temeljni cilji in naloge SZSUM:

1. Skrb za razvoj in napredek medicinskega simulacijskega učenja v Sloveniji (vzdrževanje medicinske doktrine).
2. Krepitev pomena in vloge medicinskega simulacijskega učenja v Sloveniji in Evropi.
3. Organizacija podiplomskega izobraževanja na področju medicinskega simulacijskega učenja.
4. Povezovanje slovenskih zdravnikov, ki se ukvarjajo s simulacijskim učenjem.
5. Promocija slovenskega Kodeksa zdravniške etike ter zagotavljanje kakovostne in varne obravnave bolnikov (www.szd.si).

9 Uvedba simulacijskega učenja v kurikulum specializacij in izobraževanj

Specializacija je učni in izobraževalni proces, v katerem zdravnik specializant pridobi tako teoretična kot praktična znanja na določenem področju.

Dokazano je bilo, da specializanti, ki se usposabljaajo z napravami, ki simulirajo psihomotorične veščine, potrebne za klinične postopke, te naloge v praksi opravijo hitreje in z manj napakami kot njihovi kolegi brez tovrstnih predhodnih izkušenj (18,19).

To je bil eden od razlogov, da smo v Sloveniji uvedli simulacijski pouk v učni načrt specializacije

anesteziologije. V številnih drugih specializacijah v Sloveniji, kot so ginekologija in porodništvo, pediatrija, kirurgija, interna medicina itd., se že izvaja simulacijsko učenje, čeprav še ni vključeno kot obvezni del kurikula specializacij.

Smo prva specializacija v Sloveniji in ena od 8 evropskih držav, kjer je simulacijsko učenje obvezni del kurikuluma specializacije iz anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine (ARPIM) (20,21). S simulacijskim učenjem v okviru 6-letnega modularnega programa (2 modula letno) izboljšamo znanje na področju anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine, ročne spretnosti in uporabo sodobnih tehničnih pripomočkov ter opreme bodočih specialistov ARPIM. Prenovo specializacije ARPIM so potrdili in sprejeli Zdravniška zbornica Slovenije, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije in Slovensko zdravniško društvo ter je veljavna od 1. 1. 2017.

Kurikulum je usklajen z evropskimi zahtevami za usposabljanje (*angl.* European Training Requirements). 12 modulov je organiziranih izmenično v MSC UKCL in Simulacijskem centru Medicinske fakultete Univerze v Mariboru.

Simulacijsko izobraževanje specializantov poteka z uporabo:

- računalniških aplikacij za obravnavo različnih kliničnih stanj in procesov,
- simulatorjev posameznih delov telesa,
- visokotehnološko razvite lutke, ki deluje na podlagi posebne mehanske in programske opreme ter posnema resničnega bolnika.

Specializanti pridobivajo znanje v MSC na predavanjih, vajah posebnih manevrov in postopkov z uporabo delnih simulatorjev ter s celovitimi simulacijami kliničnih situacij.

Pred kratkim smo uvedli tudi poučevanje s simulacijo VR. Simulacijski trening je organiziran postopno in z naraščajočo zahtevnostjo. Med prvim obiskom MSC se specializanti seznani z anestezijsko v realistično opremljeni operacijski dvorani. Učijo se in vadijo uporabo anestezijskega aparata, različnih monitorjev, perfuzorjev, ultrazvočnih naprav itd.

Regionalna anestezija zahteva izjemno natančno izvajanje postopkov, saj so ciljni živci v neposredni bližini vitalnih struktur (krvnih žil, plevre, organov in živcev). Zaradi tega je vključitev simulacijskega učenja v kurikulum zelo koristna.

Poleg tega je uvedba UZ v prakso regionalne anestezije povečala povpraševanje po tovrstnem

usposabljanju (22). Ameriško združenje za regionalno anestezijo in zdravljenje bolečin (ASRA) ter Evropsko združenje za regionalno anestezijo in zdravljenje bolečin (ESRA) sta objavili smernice za usposabljanje za UZ vodeno regionalno anestezijo. Te smernice potrjujejo, da igra simulacija ključno vlogo pri izobraževanju (23). Naš program specializacije je usklajen s temi smernicami (24).

Dobre povratne informacije specializantov ARPIM in njihovo zadovoljstvo spodbujajo vodstvo in učitelje modulov k še višji kakovosti dela ter nenehnemu izboljševanju vsebin in metod poučevanja.

Med programom specializacije iz anestezije ne uporabljamo simulacije zgolj kot metodo usposabljanja, temveč tudi kot metodo ocenjevanja znanja specializantov ARPIM.

Kljub svojemu pomenu se izobraževanje in usposabljanje iz anestezije na podlagi simulacij v mnogih državah, vključno z večino evropskih držav, izvaja le delno ali bolj slabo. Na sestanku strokovnjakov v Utsteinovem slogu je bil dosežen strokovni konsenz, podprt s Kernovim 6-stopenjskim teoretičnim pristopom k razvoju učnega programa.

Opredelili so 10 specifičnih področij, za katera bi bilo treba uporabiti simulacijo: začetno usposabljanje, oskrba dihalnih poti, regionalna anestezija, uporaba UZ, porodniška anestezija, pediatrična anestezija, travma, intenzivna nega, kritični dogodki ter profesionalnost in težki pogovori.

Za vsako področje so opredelili učne cilje, strategijo poučevanja in metode ocenjevanja.

Nove smernice simulacijskega učenja v anesteziologiji in intenzivni medicini, ki so bile oblikovane na podlagi najnovejših raziskav in konsenza strokovnjakov, poudarjajo pomen standardizacije simulacijskih metod. Ključni vidiki vključujejo integracijo simulacij v kurikulum specializacij, razvoj ocenjevalnih metod

in širšo uporabo tehnologij, kot sta VR in AI (25).

AI omogoča personalizacijo učenja tako, da lahko analizira vedenje posameznega uporabnika ter prilagodi scenarije in težavnost glede na njegove sposobnosti in napredek.

AI poganja realistično simulacijo virtualnih bolnikov, ki se odzivajo na posege v realnem času. Ti lahko simulirajo različne fiziološke reakcije, bolezni in zaplete, kar omogoča študentom varno vadbo diagnosticiranja in zdravljenja.

AI ponuja platforme za realistične igre, ki so obetavne učne metode, saj uporabljajo računalniške zmogljivosti današnje mladine (t. i. generacije digitalnih domorodcev) (26).

Informacijska in računalniška tehnologija se vse bolj vključuje v vsakdanje življenje mlajših generacij. Domneva se, da ima to pozitivne učinke na učenje (27).

AI se pogosto uporablja skupaj s tehnologijami VR/AR za še bolj poglobljene simulacije, kot poteka npr. pri tečajih oživljanja.

Študija, ki je primerjala učenje kardiopulmonalnega oživljanja (KPO) z VR v primerjavi s klasičnim učenjem je pokazala primerljive vplive učnih metod na tehnične in mehke veščine (28).

Študija z uporabo VR je pri KPO pokazala pozitiven odziv glede zadovoljstva udeležencev usposabljanja. Ker je simulacijo z VR široko sprejela večina uporabnikov, bi lahko izboljšala izobraževalne učne cilje (29).

Vendar je bila v študiji, ki je primerjala učenje KPO z VR in klasičnim načinom, učinkovitost in globina srčne masaže boljša pri klasičnem poučevanju (30).

Klasični tečaj KPO s seminarjem in vajami se zdi boljši od VR pri poučevanju tehničnih veščin. Vendar pa je bil skupni učni učinek z VR večji (31). Prihodnji tečaji KPO bi morali upoštevati integracijo tehnike VR s klasičnim usposabljanjem za oživljanje ali obratno, da bi izkoristili prednosti obeh učnih tehnik (Tabela 1).

Tabela 1: Učenje kardiopulmonalnega oživljanja s pomočjo navidezne resničnosti.

Prednosti	Pomanjkljivosti	Avtor (št.reference)
Izboljšanje samozvesti udeležencev.		Creutzfeld (26)
Predhodni treningi z VR izboljšajo znanje na tečajih KPO.		Creutzfeld (27)
Pri študentih je sprejeto pozitivno.		Perron (29)
	Globina in učinkovitost srčne masaže je slabša.	Nas (30)
Skupni učinek je boljši.	Tehnične veščine so slabše.	Issleib (31)

Legenda: KPO – kardiopulmonalno oživljanje; VR – virtualna resničnost.

Tradicionalno učenje kirurških veščin je potekalo pod vodstvom mentorja, ki je mladega kirurga učil izvajanja ročnih kirurških veščin. V dobi umetne inteligence in moderne tehnologije je začetno učenje kirurgije neposredno na bolniku postalo neetično. Usposabljanje na simulatorjih omogoča pridobivanje kirurških veščin na varen in nadzorovan način.

Legendarni kirurg William Stewart Halsted naj bi bil utemeljitelj reka, da mora mladi kirurg najprej videti eno operacijo, nato jo izvajati, šele potem lahko uči druge (*angl.* See one, do one, teach one) (32). Jasno je, da Halstedov pristop ne sodi več v 21. stoletje. In razlogov za to je več. Na prvem mestu moramo zagotoviti varnost bolnikov, ki si ne želijo, da bi mladi, neizkušeni kirurgi prav na njih vadili določen kirurški poseg. Tudi kirurgi sami želijo zmanjšati tveganje odgovornosti, saj je pravna kultura in bolnikova varnost danes bistveno drugačna kot v preteklosti (33).

Laparoskopska kirurgija je ena najzahtevnejših vej kirurgije. Pri laparoskopskem pristopu kirurg operira skozi majhne zareze v telesu prek troakarjev, uporablja posebne instrumente in endoskopsko kamero. Kirurg je omejen pri gibanju instrumentov, lahko ima tremor rok, poleg tega pa njegov ergonomski položaj ni optimalen. Zaradi posebnih tveganj in kompleksnosti vizualno-prostorskih odnosov je učna krivulja dolga, zato se še posebej priporoča učenje laparoskopskih veščin v simulacijskih centrih.

Študija je pokazala, da stres močno vpliva na tehnične veščine specializantov kirurgije. Zato jim je nujno treba zagotoviti varno okolje v simulacijskih centrih, kjer bi se učili endoskopskih in drugih kirurških veščin (34).

Številne raziskave so dokazale, da je trening v simulacijskih centrih učinkovit način učenja tehničnih veščin v optimalnem okolju, ki je neprimerno varnejši za bolnike. Primerjalne študije simulacijskega učenja laparoskopskih veščin so statistično dokazale manj zapletov pri delu udeležencev, ki so opravili simulacijske tečaje,

kot pri kontrolni skupini posameznikov, ki takšnega usposabljanja niso opravili. Najboljše rezultate so dosegli udeleženci, ki so se usposabljali na simulatorjih virtualne resničnosti in laparoskopskih simulatorjih. Avtorji študij so ugotovili, da so ti posamezniki bistveno izboljšali psihomotorične veščine (35).

Pregledni članek z metaanalizo govori o tem, da je učenje s pomočjo simulacije povezano z velikimi pozitivnimi učinki v primerjavi z učenjem brez simulacijskih metod (36).

Rezultati študij kažejo, da usposabljanje s pomočjo VR pri minimalno invazivnih kirurških posegih zagotavlja hitrejšo pridobivanje tehničnih veščin, izboljšuje učne krivulje in zagotavlja večje zadovoljstvo pri udeležencih izobraževanja (Tabela 2) (37-40).

Prav tako je študija pokazala, da učenje s pomočjo robota pri minimalno invazivnih kirurških posegih izboljšuje tehnične veščine in učne krivulje (41).

Iz vsega prikazanega izhaja, da je naša osnovna dolžnost omogočiti dostop do simulacijskega učenja.

Simulacijsko učenje odpira nove meje in področja v poučevanju na vseh področjih medicine in zdravstvene nege. Čeprav je izobraževanje v simulacijskih centrih organizacijsko, kadrovsko in finančno zahtevno, je treba poudariti, da gre za dolgoročno investicijo v kakovost zdravstvene obravnave bolnikov. Zato naj se vključi v dosedanja klasični način izobraževanja na vseh področjih medicine in zdravstvene nege.

Kljub oklevanju vodilnih struktur in pomanjkanju finančnih sredstev je dolžnost učiteljev in vodstva zdravstvenih ustanov, da zagotovijo sredstva, ki bi zdravstvenim delavcem omogočila tovrstno izobraževanje.

10 Zaključek

Temeljna naloga simulacijskih centrov je omogočiti dostop do simulacijskega učenja zaposlenim različnih strokovnih profilov. Obseg znanj in veščin, ki jih mora

Tabela 2: Primerjava različnih metod učenja minimalnih invazivnih kirurških tehnik na končni izid.

Avtor (št.reference)	Metoda	Izid
Jordan JA et al. (37)	VR vs model	Izboljšanje tehničnih veščin.
Torkington J et al. (38)	VR vs model	Izboljšanje učne krivulje in tehničnih veščin.
Hamilton EC et al. (39)	VR vs model	Izboljšanje učne krivulje, tehničnih veščin in zadovoljstva.
Stefanidis D et al. (40)	VR vs model	Izboljšanje tehničnih veščin in zadovoljstva.
Stefanidis D et al. (41)	delo z robotom	Izboljšanje učne krivulje in tehničnih veščin.

Legenda: VR – virtualna resničnost.

obvladati zdravstveni delavec, se namreč hitro povečuje, prav tako pa tudi število posameznikov, ki nujno potrebujejo ustrezno izobraževanje.

Izvajalci zdravstvenih storitev, ki so opravili simulacijsko usposabljanje, so samozavestnejši pri soočanju s kliničnimi situacijami, hitreje prepoznajo in rešujejo težave, zmanjšajo možnost zapletov pri zdravljenju in s tem prispevajo k varnejši obravnavi bolnikov. Zato se izboljšuje tudi splošna kakovost zdravstvene oskrbe.

Naše 13-letne izkušnje kažejo, da so udeleženci simulacijskega učenja izjemno zadovoljni. Mnogi pa so izrazili željo po nadaljevanju usposabljanja in vključitvi novih učnih metod.

Simulacijsko izobraževanje je draga, a dolgoročno izjemno koristna investicija, saj zmanjšuje zaplete pri zdravljenju, znižuje stroške bolnišničnega zdravljenja ter povečuje varnost bolnikov. Hkrati prispeva k večji strokovni odličnosti in ugledu zdravstvenih ustanov.

Za nadaljnji razvoj simulacijskega učenja bi bilo smiselno vzpostaviti spletne platforme z vsebinami, kot so predavanja, katalogi znanj, protokoli, kurikulu-mi, video predstavitve, scenariji, izpiti ter laboratoriji z

navidezno resničnostjo.

Današnja generacija učiteljev je odgovorna za nadaljnji razvoj simulacijskega izobraževanja in njegovo integracijo v medicinsko usposabljanje s ciljem izboljšati kakovost oskrbe in varnosti bolnikov.

Čeprav je simulacijsko učenje finančno zahtevno, postaja strokovna dolžnost in etični imperativ.

Vodilni kadri v zdravstvenih ustanovah so odgovorni, da omogočajo trajnostni razvoj simulacijskega izobraževanja z jasno vizijo in s strateškim načrtovanjem.

Za lažje izvajanje in trajnost je treba vključiti lokalne, nacionalne in globalne politične in upravne voditelje s predanostjo in stalno finančno podporo.

Razviti zdravstveni sistemi po svetu že vključujejo obvezno simulacijsko usposabljanje v kurikulumu različnih specializacij. Tudi v Sloveniji bi morali slediti temu trendu, ne le zaradi izboljšanja kakovosti zdravstvene oskrbe, temveč tudi zaradi dolgoročnega optimiziranja stroškov zdravljenja.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorja nimava navzkrižja interesov.

Literatura

- Higham H, Baxendale B. To err is human: use of simulation to enhance training and patient safety in anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2017;119:i106-14. DOI: [10.1093/bja/aex302](https://doi.org/10.1093/bja/aex302) PMID: 29161386
- Makary MA, Daniel M. Medical error-the third leading cause of death in the US. *BMJ*. 2016;353:i2139. DOI: [10.1136/bmj.i2139](https://doi.org/10.1136/bmj.i2139) PMID: 27143499
- Novak-Jankovič V, Buček-Hajdarevič I. Strategija varnosti pacientov na Kliničnem oddelku za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok. *Acta Anaesthesiol Emonica*. 2019;2(1):72-4.
- Al-Elq AH. Simulation-based medical teaching and learning. *J Family Community Med*. 2010;17(1):35-40. DOI: [10.4103/1319-1683.68787](https://doi.org/10.4103/1319-1683.68787) PMID: 22022669
- Salas E, Wilson KA, Lazzara E, King HB, Augenstein JS, Robinson DW, et al. Simulation-based training for patient safety: 10 principles that matter. *J Patient Saf*. 2008;4(1):3-8. DOI: [10.1097/PTS.0b013e3181656dd6](https://doi.org/10.1097/PTS.0b013e3181656dd6)
- Naik VN, Brien SE. Review article: simulation: a means to address and improve patient safety. *Can J Anaesth*. 2013;60(2):192-200. DOI: [10.1007/s12630-012-9860-z](https://doi.org/10.1007/s12630-012-9860-z) PMID: 23239487
- Green M, Tariq R, Green P. Improving patient safety through simulation training in Anesthesiology : where are we? *Anesthesiol Res Pract*. 2016;2016. DOI: [10.1155/2016/4237523](https://doi.org/10.1155/2016/4237523) PMID: 26949389
- Good ML, Gravenstein JS. Anesthesia simulators and training devices. *Int Anesthesiol Clin*. 1989;27(3):161-8. DOI: [10.1097/00004311-198902730-00005](https://doi.org/10.1097/00004311-198902730-00005) PMID: 2670770
- Schwid HA. A flight simulator for general anesthesia training. *Comput Biomed Res*. 1987;20(1):64-75. DOI: [10.1016/0010-4809\(87\)90019-x](https://doi.org/10.1016/0010-4809(87)90019-x) PMID: 3549134
- Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004;13(Suppl 1):i2-10. DOI: [10.1136/qshc.2004.009878](https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009878) PMID: 15465951
- Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med*. 2003;78(8):783-8. DOI: [10.1097/00001888-200308000-00006](https://doi.org/10.1097/00001888-200308000-00006) PMID: 12915366
- Howard NM, Cook DA, Hatala R, Pusic MV. Learning Curves in Health Professions Education Simulation Research: A Systematic Review. *Simul Healthc*. 2021;16(2):128-35. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000477](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000477) PMID: 32675731
- Vlahović D. Simulacijsko učenje. In: Novak-Jankovič V, Paver-Eržen V, Buturovič-Ponikvar J, ur. In: 10 let Medicinskega simulacijskega centra v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana. 1. izd. Ljubljana: Medicinski simulacijski center UKCL; 2021. pp. 49-58.
- Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, Raemer DB. There's no such thing as "nonjudgmental" debriefing: a theory and method for debriefing with good judgment. *Simul Healthc*. 2006;1(1):49-55. DOI: [10.1097/01266021-200600110-00006](https://doi.org/10.1097/01266021-200600110-00006) PMID: 19088574
- Sawyer T, Eppich W, Brett-Fleegler M, Grant V, Cheng A. More Than One Way to Debrief: A Critical Review of Healthcare Simulation Debriefing Methods. *Simul Healthc*. 2016;11(3):209-17. DOI: [10.1097/SIH.0000000000000148](https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000148) PMID: 27254527
- Al Gerafi MA, Zhou Y, Oubibi M, Wijaya TT. Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics (Basel)*. 2023;12(18):3953. DOI: [10.3390/electronics12183953](https://doi.org/10.3390/electronics12183953)
- Dai CP, Ke F. Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2022;3. DOI: [10.1016/j.caeai.2022.100087](https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100087)
- Murray DJ. Current trends in simulation training in anesthesia: a review. *Minerva Anesthesiol*. 2011;77(5):528-33. PMID: 21540808

19. Lorello GR, Cook DA, Johnson RL, Brydges R. Simulation-based training in anaesthesiology: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2014;112(2):231-45. DOI: [10.1093/bja/aet414](https://doi.org/10.1093/bja/aet414) PMID: [24368556](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24368556/)
20. Savoldelli GL, Østergaard D. Simulation-based education and training in anaesthesia during residency in Europe: where are we now?: A survey conducted by the European Society of Anaesthesiology and Intensive Care Simulation Committee. *Eur J Anaesthesiol*. 2022;39(6):558-61. DOI: [10.1097/EJA.0000000000001667](https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001667) PMID: [35190515](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35190515/)
21. De Hert S. European simulation-based education and training in anaesthesiology and intensive care: still a long way to go? *Eur J Anaesthesiol*. 2022;39(6):487-8. DOI: [10.1097/EJA.0000000000001687](https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001687) PMID: [35608875](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35608875/)
22. Kim TE, Tsui BC. Simulation-based ultrasound-guided regional anesthesia curriculum for anesthesiology residents. *Korean J Anesthesiol*. 2019;72(1):13-23. DOI: [10.4097/kja.d.18.00317](https://doi.org/10.4097/kja.d.18.00317) PMID: [30481945](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30481945/)
23. Sites BD, Chan VW, Neal JM, Weller R, Grau T, Koscielniak-Nielsen ZJ, et al. The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine and the European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy joint committee recommendations for education and training in ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35(2):S74-80. DOI: [10.1097/AAP.0b013e3181d34ff5](https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3181d34ff5) PMID: [20216029](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20216029/)
24. Novak-Janković V. Simulation-based training of regional anaesthesia. *Acta Clin Croat*. 2022;61:155-9. DOI: [10.20471/acc.2022.61.s2.21](https://doi.org/10.20471/acc.2022.61.s2.21) PMID: [36824628](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36824628/)
25. Savoldelli GL, Burlacu CL, Lazarovici M, Matos FM, Østergaard D; Utstein Simulation Study Group. Integration of simulation-based education in anaesthesiology specialist training: Synthesis of results from an Utstein Meeting. *Eur J Anaesthesiol*. 2024;41(1):43-54. DOI: [10.1097/EJA.0000000000001913](https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001913) PMID: [37872824](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37872824/)
26. Creutzfeldt J, Hedman L, Heinrichs L, Youngblood P, Felländer-Tsai L. Cardiopulmonary resuscitation training in high school using avatars in virtual worlds: an international feasibility study. *J Med Internet Res*. 2014;15(1):e9. DOI: [10.2196/jmir.1715](https://doi.org/10.2196/jmir.1715) PMID: [23318253](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23318253/)
27. Creutzfeldt J, Hedman L, Felländer-Tsai L. Effects of pre-training using serious game technology on CPR performance—an exploratory quasi-experimental transfer study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2012;20(1):79. DOI: [10.1186/1757-7241-20-79](https://doi.org/10.1186/1757-7241-20-79) PMID: [23217084](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23217084/)
28. Hubail D, Mondal A, Al Jabir A, Patel B. Comparison of a virtual reality compression-only Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) course to the traditional course with content validation of the VR course - A randomized control pilot study. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022;73. DOI: [10.1016/j.amsu.2022.103241](https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103241) PMID: [35079374](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35079374/)
29. Perron JE, Coffey MJ, Lovell-Simons A, Dominguez L, King ME, Ooi CY. Resuscitating Cardiopulmonary Resuscitation Training in a Virtual Reality: Prospective Interventional Study. *J Med Internet Res*. 2021;23(7). DOI: [10.2196/22920](https://doi.org/10.2196/22920) PMID: [34326040](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34326040/)
30. Nas J, Thannhauser J, Vart P, van Geuns RJ, Muijsers HE, Mol JQ, et al. Effect of Face-to-Face vs Virtual Reality Training on Cardiopulmonary Resuscitation Quality: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*. 2020;5(3):328-35. DOI: [10.1001/jamacardio.2019.4992](https://doi.org/10.1001/jamacardio.2019.4992) PMID: [31734702](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31734702/)
31. Issleib M, Kromer A, Pinnschmidt HO, Süß-Havemann C, Kubitz JC. Virtual reality as a teaching method for resuscitation training in undergraduate first year medical students: a randomized controlled trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2021;29(1):27. DOI: [10.1186/s13049-021-00836-y](https://doi.org/10.1186/s13049-021-00836-y) PMID: [33526042](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33526042/)
32. Cameron JL. William Stewart Halsted. Our surgical heritage. *Ann Surg*. 1997;225(5):445-58. DOI: [10.1097/00006558-199705000-00002](https://doi.org/10.1097/00006558-199705000-00002) PMID: [9193173](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9193173/)
33. Grosek J, Tomažič A. Novak-Janković V, Paver-Eržen V, Buturović-Ponikvar J ur. In: 10 let Medicinskega simulacijskega centra v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana : 2011-2021. 1. izd. Ljubljana: Medicinski simulacijski center UKCL; 2021. pp. 186-93.
34. Tjønnås MS, Das A, Våpenstad C, Ose SO. Simulation-based skills training: a qualitative interview study exploring surgical trainees' experience of stress. *Adv Simul (Lond)*. 2022;7(1):33. DOI: [10.1186/s41077-022-00231-2](https://doi.org/10.1186/s41077-022-00231-2) PMID: [36273197](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36273197/)
35. Hawlina S. Učenje laparoskopskih uroloških tehnik na osnovnem in naprednem nivoju v Medicinskem simulacijskem centru UKCL : 2011-2021. In: Novak-Janković V, Paver-Eržen V, Buturović-Ponikvar J. , ur10 let Medicinskega simulacijskega centra v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana. 1. izd. Ljubljana: Medicinski simulacijski center UKCL; 2021. pp. 49-58.
36. Cook DA, Hamstra SJ, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Comparative effectiveness of instructional design features in simulation-based education: systematic review and meta-analysis. *Med Teach*. 2013;35(1):e867-98. DOI: [10.3109/0142159X.2012.714886](https://doi.org/10.3109/0142159X.2012.714886) PMID: [22938677](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22938677/)
37. Jordan JA, Gallagher AG, McGuigan J, McGlade K, McClure N. A comparison between randomly alternating imaging, normal laparoscopic imaging, and virtual reality training in laparoscopic psychomotor skill acquisition. *Am J Surg*. 2000;180(3):208-11. DOI: [10.1016/S0002-9610\(00\)00469-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(00)00469-4) PMID: [11084131](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11084131/)
38. Torkington J, Smith SG, Rees BI, Darzi A. Skill transfer from virtual reality to a real laparoscopic task. *Surg Endosc*. 2001;15(10):1076-9. DOI: [10.1007/s004640000233](https://doi.org/10.1007/s004640000233) PMID: [11727073](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11727073/)
39. Hamilton EC, Scott DJ, Fleming JB, Rege RV, Laycock R, Bergen PC, et al. Comparison of video trainer and virtual reality training systems on acquisition of laparoscopic skills. *Surg Endosc*. 2002;16(3):406-11. DOI: [10.1007/s00464-001-8149-z](https://doi.org/10.1007/s00464-001-8149-z) PMID: [11928017](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11928017/)
40. Stefanidis D, Haluck R, Pham T, Dunne JB, Reinke T, Markley S, et al. Construct and face validity and task workload for laparoscopic camera navigation: virtual reality versus videotrainer systems at the SAGES Learning Center. *Surg Endosc*. 2007;21(7):1158-64. DOI: [10.1007/s00464-006-9112-9](https://doi.org/10.1007/s00464-006-9112-9) PMID: [17149551](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17149551/)
41. Stefanidis D, Wang F, Korndorffer JR, Dunne JB, Scott DJ. Robotic assistance improves intracorporeal suturing performance and safety in the operating room while decreasing operator workload. *Surg Endosc*. 2010;24(2):377-82. DOI: [10.1007/s00464-009-0578-0](https://doi.org/10.1007/s00464-009-0578-0) PMID: [19536599](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19536599/)