



Univerza v Mariboru

---

Medicinska fakulteta

# UČENJE OPERACIJE KATARAKTE NA VRMAGIC EYESI OPHTHALMIC SIMULATORJU PRI ŠTUDENTIH MEDICINE

KLARA MASNIK

Delo je pripravljeno v skladu s Pravilnikom o častnih nazivih, nagradah in pohvalah  
Medicinske fakultete Univerze v Mariboru pod mentorstvom:  
izr. prof. dr. Tomaža Gračnerja, dr. med. in asist. dr. Tomislava Šarenaca, dr. med.

Maribor, 2019

## IZVLEČEK

**Namen.** Zaradi kompleksnosti oftalmoloških posegov in velike zahtevane natančnosti, je učenje kirurških veščin velik izziv, zato se v izobraževanje vse pogosteje vpeljuje simulacija. Namenjena je učenju in testiranju, pospešuje učni proces in zmanjša tveganje, ki bi ga prineslo učenje v enaki situaciji v resničnem življenju. Z raziskavo smo želeli validirati in prikazati pozitiven vpliv strukturiranega treninga na VRMagic EYESi Ophthalmic simulatorju na ročne spretnosti študentov medicine.

**Hipoteze.** Naše hipoteze so bile, da bosta kontrolna in eksperimentalna skupina na zadnjem treningu dosegli več točk kot na prvem, da bo eksperimentalna skupina na zadnjem treningu dosegla več točk kot kontrolna in do zadnjega treninga dosegla plato napredka dosežka točk, da moški spol, desničnost in prostočasne aktivnosti pozitivno vplivajo na dosežek točk na simulatorju, da bodo udeleženci, ki jih zanima specializacija oftalmologije, na simulatorju dosegli več točk in da bodo udeleženci po treningu na simulatorju dosegli višji rezultat na kognitivnem testiranju.

**Metode.** V prospektivno randomizirano kontrolirano raziskavo smo vključili 28 študentov medicine (18 žensk in 10 moških) od 1. do 6. letnika, ki so opravili štiritredenski strukturiran trening operacije katarakte na simulatorju. Eksperimentalni del raziskave je bil izveden na Medicinski fakulteti Univerze v Mariboru, v Oftasim simulacijskem centru. Udeležencem sta bila določena najboljša vidna ostrina in globinski vid. Pred prvim in po zadnjem treningu so udeleženci opravili kognitivno testiranje s platformo Cognifit in izpolnili vprašalnik o zahtevnosti opravljenih nalog. Udeleženci so bili naključno razdeljeni v kontrolno in eksperimentalno skupino, tako da med skupinama ni bilo statistično pomembnih razlik v demografski sestavi. Kontrolna skupina je trening na simulatorju opravljala dvakrat (prvi in četrti teden), eksperimentalna skupina pa štirikrat (vse štiri tedne). Vsak trening je bil sestavljen iz treh abstraktnih nalog in dveh kliničnih nalog. Naloga 1 je bila namenjena učenju osnovne navigacije inštrumentov v sprednjem očesnem prekatu, naloga 2 učenju rokovanja z mikrokirurško pinceto in naloga 3 učenju izvajanja krožnega giba v sprednjem očesnem prekatu. Pri kliničnih nalogah je udeleženec moral prijeti reženj in s krožnim gibom v nasprotni smeri urinega kazalca ustvariti kapsulorekso. Pri nalogi 4 je simulator nudil vnaprej pripravljen reženj, pri nalogi 5 je udeleženec reženj napravil sam. Podatki o rezultatih na simulatorju so bili zbrani s simulatorjem The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator. Statistično pomembna razlika je bila definirana s  $p < 0,05$ . Pri primerjavi demografske sestave skupin smo uporabili Mann Whitney test,

pri primerjavi rezultatov treningov znotraj ene skupine t-test odvisnih vzorcev in pri primerjavi rezultatov med kontrolno in eksperimentalno skupino ter pri primerjavi prostočasnih aktivnosti t-test neodvisnih vzorcev.

**Rezultati.** Kontrolna in eksperimentalna skupina sta na zadnjem treningu dosegli več točk in porabili manj časa ter poskusov kot na prvem treningu. Na zadnjem treningu je eksperimentalna skupina dosegla več točk in boljši čas kot kontrolna skupina. Pri nalogah 1, 2 in 3 je dosegla več točk in nalogo 2 končala v krajšem času. Eksperimentalna skupina je najbolj napredovala od prvega do drugega treninga in je izboljšala dosežek točk pri vseh nalogah. Napredek od drugega do tretjega treninga je bil manjši, opažen je bil pri abstraktnih nalogah. Obe skupini sta na kognitivnem testiranju po zadnjem treningu dosegli boljši rezultat kot pred prvim. Kontrolna skupina je na prvem treningu vložila več truda kot na zadnjem in vloženi trud na prvem treningu ocenila višje kot eksperimentalna skupina. Na prvem treningu sta skupini za najtežje naloge izbrali abstraktne naloge. V kontrolni skupini je 58 % udeležencev za najtežjo izbralo nalogo 1, medtem ko je v eksperimentalni skupini 47 % izbralo nalogo 2. Kontrolna skupina je na zadnjem treningu za najtežjo nalogo izbrala nalogo 4.

**Zaključki.** Trening na simulatorju je izboljšal ročne spretnosti študentov medicine. Obe skupini sta na zadnjem treningu dosegli več točk kot na prvem. Napredek eksperimentalne skupine ob koncu treninga je bil večji kot napredek kontrolne skupine. Eksperimentalna skupina je do zadnjega treninga dosegla plato napredka znanja, obe skupini sta po treningu na simulatorju dosegli tudi boljši rezultat na kognitivnem testiranju. Moški spol, ročnost, prostočasne aktivnosti in željena specializacija oftalmologije niso vplivale na višji seštevek točk na simulatorju.

**Ključne besede.** simulacija, oftalmologija, katarakta, strukturiran trening, The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator

## ABSTRACT

**Purpose.** Ophthalmological surgical procedures are complex and they demand high level of precision. Learning ophthalmological procedures is a difficult part of educational process. Recently simulation is supplementing traditional ways of learning. Simulation enables objective testing of ophthalmological skills and facilitates the learning process, thus reducing the number of complications in the operating room. This study validates structured training on VRMagic EYESi Ophthalmic simulator and demonstrates positive influence of structured training on students' eye-hand coordination.

**Hypothesis.** We have compared results of control and experimental group on the first and the last training to prove the following hypotheses: Control and experimental groups will score more points on the last training, while experimental group will score more points compared to the control group on the last training. In addition, we have predicted that experimental group will reach a learning plateau in four repetitions of the training. Further, we have hypothesised that male gender, handedness, musical instrument experience, video-game experience, or higher interest in ophthalmology will not correlate with higher score on the simulator. Lastly, we have predicted that participants who will score more points on the cognitive test will also be more successful on the simulator training.

**Methods.** Prospective randomized controlled study on a sample of 28 medical students (18 female and 10 male) from 1<sup>st</sup> to 6<sup>th</sup> year was performed. Students performed four-week structured training on cataract surgical simulator. Experimental part of the research was done at the Faculty of Medicine, University of Maribor in Oftasim simulation center. Visual acuity and depth perception of all participants was determined. Participants were divided into two groups using stratified randomization. Control group performed training two times (first and fourth week). Experimental group completed training four times (every week). Every training contained three abstract and two clinical tasks. In task 1 participants learned basic instrument navigation in the anterior eye chamber. Purpose of task 2 was to teach microsurgical forceps handling. Task 3 graded participants' ability to follow a circular path in the anterior eye chamber. In clinical tasks participants had to perform capsulorhexis. Participants had to hold the flap, then make a circular path in a counter-clockwise direction. In task 4 flap was already created, but they had to create flap on their own in task 5. Results of participants' performance on the simulator were collected by The

Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator. Prior to the first and after the last training participants performed cognitive test on an internet platform Cognifit. After every training participants filled out a task-load questionnaire. Statistical significance was set to  $p < 0,05$ . Difference in demographic parameters were tested by Mann-Whitney U test. Comparison of intragroup results was done by paired samples t-test, while independent samples t-test was used for intergroup comparison.

**Results.** Control and experimental group scored more points, in shorter time, and less tries on the last training compared to the results of the first training. On the last training experimental group outperformed control group. From the first to the second training experimental group improved their performance of tasks 1, 2, 3, and 5. From the second to the third training their performance of the abstract tasks improved. On the cognitive test both groups performed better after training on simulator. Results of task-load questionnaire showed that the first training was more demanding for the control group compared to experimental group. Abstract tasks were the most demanding part of the training for both groups on the first training. Task 1 was the most demanding on the first training for 58 % of participants in the control group. Meanwhile 47 % of participants in the experimental group chose task 2 to be the hardest part of the first training. Control group picked task 4 to be the most demanding part of the last training.

**Conclusion.** Structured training on simulator improved students' eye-hand coordination. Both groups scored more points on the last training compared to the first one. Improvement of experimental group was greater compared to control group. Experimental group reached a learning plateau. Both groups performed better on the cognitive testing after completing the training programme. There was no correlation between male gender, handedness, musical instrument experience, video-game experience, or higher interest in ophthalmology and higher score on the simulator. There was no correlation between scores on the simulator and performance on the cognitive test.

**Key words.** simulation, ophthalmology, cataract, structured training, The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator

## KAZALO VSEBINE

IZVLEČEK .....	2
ABSTRACT .....	4
1 UVOD .....	9
1.1 KATARAKTA .....	10
1.1.1 RAZVOJ KATARAKTE.....	11
1.1.2 EPIDEMIOLOGIJA.....	12
1.1.3 ZDRAVLJENJE .....	13
1.2 SIMULACIJA .....	14
1.2.1 DEFINICIJA SIMULACIJE V IZOBRAŽEVANJU .....	14
1.2.2 ZGODOVINA SIMULACIJE V IZOBRAŽEVANJU V MEDICINI .....	16
1.2.3 PREDNOSTI UČENJA S SIMULACIJAMI.....	16
1.2.4 POMANJKLJIVOSTI UČENJA S SIMULACIJAMI .....	17
1.2.5 NAPOVEDNI DEJAVNIKI KIRURŠKIH SPOSOBNOSTI.....	17
1.2.6 VPLIV KOGNITIVNIH FUNKCIJ NA REZUTAT NA SIMULATORJU .....	18
1.2.7 SIMULATORJI V OFTALMOLOGIJI .....	19
1.2.8 THE EYESI OPHTHALMIC SURGICAL SIMULATOR .....	20
1.2.9 UPORABA SIMULATORJEV NA MF UM.....	22
1.3 CILJI IN HIPOTEZE .....	24
2 METODE .....	25
2.1 IZBOR UDELEŽENCEV .....	25
2.1.1 RANDOMIZACIJA .....	25
2.2 ZBIRANJE PODATKOV.....	25
2.2.1 UPORABNIŠKI PROFIL .....	26
2.2.2 POTEK TRENINGA OPERACIJE KATARAKTE .....	26
2.2.3 VPRAŠANLIK O ZAHTEVNOSTI OPRAVLJENIH NALOG .....	29
2.2.4 KOGNITIVNO TESTIRANJE.....	29
2.3 ANALIZA PODATKOV .....	29
3 REZULTATI.....	30
3.1 SKUPNI REZULTATI TRENINGOV .....	31
3.2 REZULTATI POSAMEZNIH NALOG .....	34
3.3 POSAMEZNIKOVE LASTNOSTI IN NEKIRURŠKI DEJAVNIKI.....	38

3.4	NAPOVEDNA VREDNOST REZULTATOV PRVEGA TRENINGA NA REZULTATE ZADNJEGA TRENINGA .....	39
3.5	REZULTATI VPRAŠALNIKA O ZAHTEVNOSTI OPRAVLJENIH NALOG .....	40
3.6	REZULTATI KOGNITIVNEGA TESTIRANJA .....	42
4	RAZPRAVA .....	43
4.1	SKUPNI REZULTATI .....	43
4.2	REZULTATI POSAMEZNIH NALOG .....	44
4.3	NAPREDEK REZULTATA GLEDE NA TRENING .....	45
4.4	VPRAŠALNIK O TEŽAVNOSTI NALOG .....	46
4.5	VPLIV DEMOGRAFSKIH LASTNOSTI IN NEKIRURŠKIH DEJAVNIKOV .....	46
4.6	KOGNITIVNO TESTIRANJE .....	48
5	ZAKLJUČEK .....	50
6	LITERATURA .....	51
	ZAHVALA .....	54
	ENOTE IN OKRAJŠAVE .....	55
	PRILOGE .....	56

## KAZALO GRAFOV

Graf 1: Število točk na posameznem treningu .....	32
Graf 2: Časi opravljanja posameznega treninga .....	32
Graf 3: Število poskusov posameznega treninga .....	33
Graf 4: Primerjava doseženih točk pri posamezni nalogi glede na trening .....	34
Graf 6: Primerjava časa potrebnega za dokončanje nalog glede na trening .....	35
Graf 7: Primerjava števila poskusov pri posamezni nalogi glede na trening.....	35
Graf 8: Rezultati vprašalnika zahtevnosti nalog .....	40

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Dejavniki tveganja za razvoj katarakte .....	12
Tabela 2: Demografske značilnosti kontrolne in eksperimentalne skupine .....	30
Tabela 3: Primerjava točk, časa in števila poskusov za posamezno nalogo med prvim in drugim treningom kontrolne skupine .....	36
Tabela 4: Primerjava točk, časa in števila poskusov za posamezno nalogo med prvim in zadnjim treningom eksperimentalne skupine .....	36
Tabela 5: Primerjava doseženih točk, časa in števila poskusov za posamezno nalogo med kontrolno in eksperimentalno skupino med prvim in zadnjim treningom .....	37
Tabela 6: Napredek eksperimentalne skupine glede na dosežene točke, čas in število poskusov med posameznimi treningi .....	37
Tabela 7: Najtežja naloga na treningu glede na vprašalnik o zahtevnosti nalog .....	41

## KAZALO SLIK

Slika 1: Operacija katarakte .....	13
Slika 2: Sestava simulatorja The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator .....	21
Slika 3: Navigation module level 3.....	26
Slika 4: Cataract forceps training level 2 .....	27
Slika 5: Antitremor training level 3.....	27
Slika 6: Capsulorexis A in B .....	28
Slika 7: Potek opravljanja posamezne naloge.....	29



## 1 UVOD

Sodobne metode izobraževanja v medicini se ves čas izboljšujejo, upoštevajo inovacije na področju medicinskega razvoja in tehnologije ter novosti vpeljujejo v izobraževalne programe študentov medicine in zdravnikov. Izobraževanje v medicini v svetu vključuje vedno več praktičnega učenja. Glavni vzroki za to so skrb za bolnikovo varnost, zahteve ACGME (angl. *Accreditation Council for Graduate Medical Education*) in vse bolj zahtevni kirurški posegi (1,2).

Diplomanti medicinskih fakultet šolanje pogosto končajo z dobrim teoretičnim znanjem, manjka pa jim praktično znanje nekaterih kliničnih veščin. Glavni izziv predstavlja prenos teoretičnega znanja v celostno obravnavo bolnika, zato se v izobraževanju v medicini vse pogosteje uveljavljajo problemsko učenje (angl. *problem based learning*) in vaje v laboratorijih kliničnih veščin. V prihodnosti lahko pričakujemo uveljavno učenja s simulacijami (angl. *simulation based learning*), namen katerega je prenos učenja z modela »poglej, naredi, nauči« (angl. *see one, do one, teach one*) na »poglej, vadi, naredi« (angl. *see one, practice many, do one*) (3).

Zaradi kompleksnosti oftalmoloških posegov in velike zahtevane natančnosti je učenje oftalmoloških veščin velik izziv. Simulacija v oftalmologiji je namenjena predvsem učenju kirurških tehnik in manj učenju kliničnega pregleda, komunikacije in profesionalizma. Dolgo je temeljila, in v mnogih izobraževalnih ustanovah še temelji, na delu s kadaverskimi oz. živalskimi očmi. Tovrstna simulacija zahteva oftalmološki mikroskop, delovni prostor, potrebna dovoljenja, inštrumente in nadzornega učitelja (4). Veliko bolj praktična je uporaba simulatorjev, ki omogočajo učenje direktne in indirektne oftalmoskopije, vitreoretinalne operacije in operacije katarakte. Simulatorje, ki omogočajo slednje, imamo tudi na Medicinski fakulteti Univerze v Mariboru (MF UM). V svetu so ti simulatorji večinoma namenjeni izobraževanju specializantov oftalmologije (5). V želji, da bi se simulatorji uporabljali tudi v študijske namene, je potrebna verifikacija uspešnosti treninga na vzorcu študentov medicine.

## 1.1 KATARAKTA

Leča je bikonveksna optično transparentna znotraj očesna struktura, ki skupaj z roženico prepušča in usmerja svetlobne žarke na mrežnico z minimalnim sipanjem svetlobe (6). Katarakta oz. siva mrena sta izraza, s katerima označujemo motnjo v leči, ki onemogoča prehod svetlobnih žarkov do mrežnice in povzroča slabši vid (7). Bolniki s katarakto vidijo, kot bi gledali skozi zamrznjeno steklo, slika je zamegljena, opažajo bleščanje okoli svetil, slabši kontrast in spremembo zaznavanja barv (8). Katarakto lahko delimo glede na čas nastanka, zrelost in morfologijo. Glede na čas nastanka ločimo (8,9):

- **pridobljeno katarakto:**
  - o *senilna katarakta*,
  - o *katarakta v sklopu sistemskih bolezni* (sladkorna bolezen, miotonična distrofija, atopični dermatitis, nefrofibromatoza tipa 2 ipd.),
  - o *sekundarna katarakta* (posledica drugih primarnih očesnih bolezni, najpogosteje kroničnega anteriornega uveitisa, akutne kongestivne zapore zakotja, miopije, dedne distrofije fundusa ipd.),
  - o *pooperativna katarakta*,
  - o *travmatska katarakta* (najpogostejši vzrok enostranske katarakte pri mladih bolnikih, pri penetrantnih in topih poškodbah, električnem udaru, infrardečem in ionizirajočem sevanju),
  - o *toksična katarakta* (dolgotrajna terapija s kortikosteroidi, klorpromazinom, miotoničnimi zdravili, busulfanom ipd.),
- **prirojeno katarakto**
  - o *dedna katarakta* (avtosomno dominantna, recesivna, sporadična ali vezana na X kromosom) in
  - o *katarakta zaradi transplacentarnih okužb* (rdečke, mumps, hepatitis, toksoplazma).

Senilna katarakta je najpogostejša vrsta katarakte, saj predstavlja 90% vseh katarakt. Najpogosteje se klinično izrazi pri ljudeh starejših od 50 let in ni povezana z drugim znanim vzrokom (7,8). Glede na poslabšanje vidne ostrine jo delimo na stopnjo zrelosti (katarakta v razvoju, nezrela katarakta, razvita katarakta in zrela katarakta). Glede na morfologijo jo delimo na nuklearno, kortikalno in subkapsularno katarakto (8). Nuklearna katarakta se začne razvijati med 45. in 50. letom starosti. Epitelne metabolno aktivne celice so podvržene oksidativnemu stresu in prečnem povezovanju.

Te celice na ekvatorju leče tvorijo lečna vlakna, ki so potisnjena proti središču leče, posledica česar sta sklerozacija in zamotnitev leče. Lečno jedro se sprva obarva rumeno, z napredovanjem katarakte tudi rjavo ali črno (6). Kortikalna katarakta se razvije zaradi povečane vsebnosti vode v lečni skorji, kjer nastajajo vakuole in razpoke. Posledica so zamotnitve klinaste oblike. Subkapsularna katarakta se razvije zaradi fibrozne metaplazije lečnega epitela, ki povzroči zamotnitev lečne ovojnice. Pogosto je prisotnih več tipov katarakte hkrati (9).

### *1.1.1 RAZVOJ KATARAKTE*

Razvoj katarakte je odvisen od več dejavnikov. Najpogosteje je odvisen od starosti. V razvoju nuklearne katarakte je pomembna dednost, ki je vzrok za 36-48 % tovrstnih katarakt. Približno 50 % kongenitalnih katarakt ima genetski vzrok. Prepoznanih je 20 lokusov, ki so odgovorni za nastanek kongenitalne katarakte in so največkrat vezani na razvoj leče. Najpogosteje se nagnjenost za razvoj kongenitalne katarakte deduje avtosomno dominantno, redkeje vezano na X kromosom in avtosomno recesivno (6). Dejavniki tveganja za razvoj katarakte so predstavljeni v Tabeli 1 (6,7).

Tabela 1: Dejavniki tveganja za razvoj katarakte (6,7)

<b>spol</b>	ženski
<b>rasa</b>	Afroameričani in Latinoameričani
<b>genetski faktorji</b>	Downov sindrom, Loweov sindrom, sindrom trisomije 13-15, Fabreyjeva bolezen, Marfanov sindrom, Alportov sindrom, prirojene očesne anomalije ipd.
<b>maternalni faktorji</b>	malnutricija, okužbe (rdečke, toksoplazma), alkohol, zdravila (steroidi, talidomid), sevanje ipd.
<b>infantilni faktorji</b>	intrauterina hipoksija v zadnjem trimesečju nosečnosti, distrofična miotonija, ihtioza ipd.
<b>višje koncentracije lipidov in holesterola</b>	Smith-Lemli-Opitz sindrom, mevalonična acidurija, mutacija encimov v metabolizmu holesterola, uporaba statinov ipd.
<b>poškodba</b>	fizična poškodba in diskontinuiteta lečne kapsule
<b>kožne bolezni in alergije</b>	atopični dermatitis, poikiloderma, sklerodermija, folikularna keratoza ipd.
<b>očesne bolezni</b>	glavkom, vnetne bolezni (uveitis, endoftalmitis, retinitis pigmentosa), retinoblastom, melanom, kratkovidnost ipd.
<b>metabolne bolezni</b>	galaktozemija, sladkorna bolezen, hipoglikemija, hipokalcemija, hipotirodizem ipd.
<b>zdravila</b>	kortikosteroidi, metotreksat, oralni kontraceptivi, miotiki, sulfonamidi, tiazidi ipd.
<b>drugi dejavniki</b>	hipertenzija, kajenje, oksidativni stres

Znanih je več dejavnikov, ki naj bi zavirali razvoj katarakte. Pomemben je zadosten dnevni vnos beljakovin in vitamina C, zelenjave, vitaminov A, B in E, karotenoidov in antioksidantov (6).

### 1.1.2 EPIDEMIOLOGIJA

Katarakta je vodilni vzrok slepote v državah v razvoju, kjer povzroča 50 % slepot. V razvitih državah je vzrok za 5 % slepot. Po ocenah Svetovne zdravstvene organizacije je bila katarakta leta 2014 vzrok slabovidnosti pri 95 milijonih ljudeh. Pojavnost katarakte narašča s starostjo. V skupini ljudi med 55. in 64. letom starosti znaša 3,9 % in v skupini ljudi starejših od 80 let 92,6 %. Opažena je bila povezanost katarakte z večjo umrljivostjo, kar lahko pripišemo razvoju katarakte pri bolnikih s sladkorno boleznijo tipa 2 in kadilcih (6).

Otroška katarakta je eden izmed vodilnih ozdravljivih vzrokov slepote pri otrocih. Incidenca je ocenjena na 6 pojavov na 10 000 rojstev. Največji delež predstavljajo kongenitalne katarakte (6).

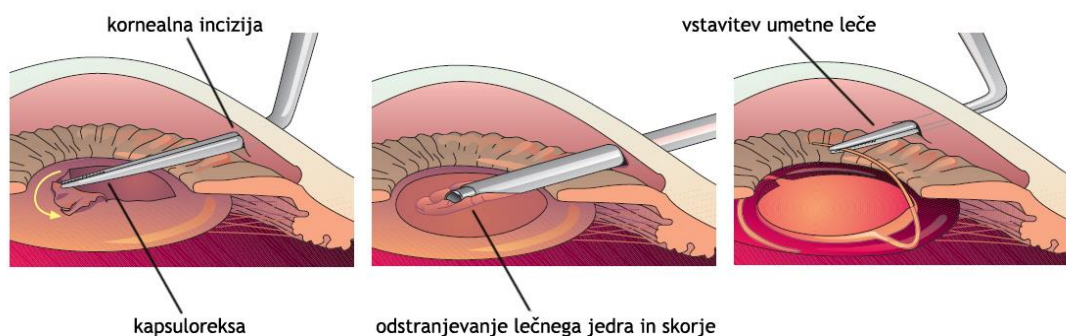
### 1.1.3 ZDRAVLJENJE

Zlati standard v zdravljenju katarakte trenutno predstavlja operacija, s katero odstranimo motno lečo in jo nadomestimo z umetno znotrajočesno lečo (6).

Do 19. stoletja so zamotnjeno lečo s posebni inštrumentom prestavili v steklovino in jo na ta način odmaknili z vidne osi. Leta 1746 je bila izvedena prva ekstrakapsularna ekstrakcija katarakte z inferiornim pristopom, leta 1866 je bila izvedena operacija, pri kateri so katarakto odstranili skozi superiorno limbalno incizijo s kapsulotomijo. Vseeno je bila do sredine 90-ih let 19. stoletja tehnika izbora intrakapsularna ekstrakcija katarakte, s katero so premaknili lečo, jo zamrznili z kriosondo in odstranili skozi veliko kornealno incizijo (8).

Danes je najbolj uveljavljen poseg ultrazvočna fakoemulzifikacija. Poseg se izvaja v lokalni anesteziji. Kirurg najprej naredi eno oz. dve kornealni inciziji, v sprednji očesni prekat injicira viskoelastik, nato odpre sprednji del lečne ovojnice (kapsuloreksa) tako, da na kapsuli naredi odprtino oz. reženj in sprednji del kapsule odstrani s krožnim gibom. V kapsuli tako nastane okrogla odprtina. V naslednjem koraku s hidrodisekcijo, pri kateri med lečno ovojnico in lečo injicira tekočino, loči lečo od kapsule. Nato lečo fragmentira na manjše kose. Pri tem si lahko pomaga z manualnim razdvajanjem leče in s sondo za fakoemulzifikacijo z ultrazvočno energijo. Kirurg za odstranjevanje kosov lečnega jedra in skorje s pomočjo fakoemulzifikacije in vakuumske aspiracije uporabi specializiran aparat, ki ga nadzira z nožnim pedalom. Posteriorni del lečne ovojnice pusti nedotaknjen in v lečno ovojnico vstavi umetno lečo (Slika 1) (8,9).

Slika 1: Operacija katarakte (8)



## 1.2 SIMULACIJA

### 1.2.1 DEFINICIJA SIMULACIJE V IZOBRAŽEVANJU

Simulacija je definirana kot umetna predstavitev kompleksnega resničnega procesa in je namenjena učenju in testiranju. Namen učenja s simulacijo je pospešiti učni proces s poglobitvijo znanja, povratno informacijo, z razmislekom in vajo ter zmanjšati tveganje, ki bi ga prinesla enaka situacija v resničnem življenju. Simulacije delimo po tipu v dve skupini (7):

- **modelna simulacija** (anlg. *compiler driven*): modeli, ki predstavljajo posamezen anatomski del s fiziološko ali patološko zgradbo (modeli za odvzem venske krvi, vstavljanje urinskega katetra, glave za oskrbo dihalne poti, prašičje noge za vajo šivanja, sadje za vajo epiduralne anestezije ipd.),
- **situacijska simulacija** (anlg. *event driven*):
  - o *standardizirani bolniki* (anlg. *standardised patients*): igralci v vlogi standardiziranih bolnikov igrajo bolnike (vaja jemanja anamneze, kliničnega pregleda, komunikacije, profesionalizma),
  - o *računalniški simulatorji* (anlg. *computer-based simulators*): uporabnik s pomočjo miške in tipkovnice izbira med navedenimi možnostmi v določenem scenariju in
  - o *hibridni simulatorji* (anlg. *hybrid simulators*): kombinacija modelne simulacije in standardiziranih bolnikov.

S stopnjo posnemanja resničnosti (anlg. *fidelity*) opišemo podobnost simulatorjev z resničnostjo in njihovo tehnološko kompleksnost. Izbira simulatorja na podlagi stopnje posnemanja resničnosti je pogojena z uporabnikovimi potrebami. Bolj kompleksne potrebe uporabnika zahtevajo simulator z višjo stopnjo posnemanja resničnosti. Simulatorji z nizko stopnjo posnemanja se razvijajo hitro in jih lahko hitro posodobljamo, simulatorji z visoko stopnjo posnemanja so dražji in kompleksnejši za uporabo, vendar so bolj prilagodljivi (10).

Glede na stopnjo posnemanja resničnosti simulatorje delimo v tri skupine (1,10):

- **simulatorji z nizko stopnjo posnemanja resničnosti** (anlg. *low-fidelity simulators*):
  - o *simulatorji z besedilom*: ustvarjeni scenariji, ki omogočajo izbiro ponujenih možnosti (primer: V scenariju, kjer je opisan bolnik z

- glavobolom, lahko posameznik z izbiro ene od ponujenih možnosti v obravnavi, bolniku predpiše recept za zdravilo.), enostavni za izdelavo, namenjeni učenju točno določene veščine,
- *statični modeli*: namenjeni praktični uporabi, modeli za intubacijo, oživljanje ali laparoskopski treningi,
  - **simulatorji s srednjo stopnjo posnemanja resničnosti** (anlg. *medium-fidelity simulators*):
    - *grafični simulatorji z zaslonom*: prikaz fiziološkega ali farmakološkega procesa, namenjeni razumevanju osnovnih konceptov, ne omogočajo vaje praktičnih veščin (primer: Simulator, ki se odzove na posredovanje učenca, npr. povišan krvni tlak ob vazopresorni terapiji.),
    - *modeli z mehanskim gibanjem*: povezan model in programska oprema, računalniške slike omogočajo vaje praktičnih veščin,
  - **simulatorji z visoko stopnjo posnemanja resničnosti** (angl. *high-fidelity simulators*): povezana model celega telesa in računalnik, ki omogoča upravljanje z modelom (dihanje, govor, mežikanje, odzivanje na fizične in farmakološke dražljaje):
    - *nefiziološko programirani (statični) simulatorji*: ročno nastavljivi parametri, ponastavljanje parametrov po koncu simulacije,
    - *fiziološko programirani simulatorji*: avtomatsko odzivanje na dražljaje, ki jih model prejme.

Za uspešno učenje s simulacijo mora biti ta zastavljena sistematično s ciljem izboljšanja učinkovitosti opravljanja veščine, biti integrirana v učni načrt, postavljena v strokovni kontekst in omogočati merjenje rezultatov. Nuditi mora povratno informacijo. Stopnja posnemanja resničnosti mora biti ustrezna glede na potrebo uporabnika, omogočeno mora biti pridobivanje in vzdrževanje znanja. Učenje mora biti strukturirano (osnovno testiranje, jasni cilji, opredeljeni minimalni standardi, testiranje po koncu treninga, napredovanje, ponovitve). Lastnost dobre simulacije je prenos naučenih veščin v klinično okolje in usposabljanje za skupinsko delo. Učitelji, ki vodijo simulacijo, morajo biti ustrezno izobraženi. Validiran simulator ustrezno posnema realne okoliščine in karakteristike okolja, v katerem je veščina izvajana na bolnikih (11).

### *1.2.2 ZGODOVINA SIMULACIJE V IZOBRAŽEVANJU V MEDICINI*

V izobraževanju v medicini je bila simulacija prvič uporabljena veliko pred izumom računalnika in umetnih materialov. Sprva so bili uporabljeni različni modeli za učenje anatomije. V antičnih časih so uporabljali glinene in listnate modele za demonstracijo nekaterih kliničnih stanj in njihovega vpliva na človeško telo, medtem ko so v Indiji glinene modele uporabljali za učenje operacije rekonstrukcije nosa (12,13). Gregorie of Paris je v 17. stoletju preko medenice napel kožo in vanjo postavil truplo otroka z namenom simulacije poroda. V srednjem veku so za učenje nekaterih kirurških veščin uporabljali živalska trupla (13,14).

Modernejša simulacija se je začela razvijati v 20. stoletju. V 60. letih je bil predstavljen simulator Resusci-Anne, ki je omogočal osnovno oskrbo dihalne poti, z nadgradnjo tudi masažo srca. Nekaj let kasneje je bil predstavljen simulator Harvey, ki je omogočal simulacijo avskultatornih fenomenov, srčnega utripa in dihanja. V istem času so bili v New Yorku prvič predstavljeni standardizirani bolniki. Na razvoj tehnično dovršene simulacije, kot jo poznamo danes, je vplival predvsem razvoj simulatorjev za letenje, ki so bili prvič uveljavljeni v začetku 20. stoletja (13). Dodatno sta k napredku v razvoju simulatorjev pripomogla tehnološki napredek in izum plastike. Računalniki so omogočili pospešen matematični zapis človeške fiziologije in farmakologije, komunikacije in ustvarjanje virtualne resničnosti (15). Širjenje informacij o simulacijah, ki jih uporabljamo danes, se je začelo med letoma 1988 in 1989, ko so bile na medicinskih kongresih prvič predstavljene tehnološko napredne lutke. Z izmenjavo podatkov se je razvoj v naslednjem desetletju še pospešil (15).

### *1.2.3 PREDNOSTI UČENJA S SIMULACIJAMI*

Učenje s simulatorji ima številne prednosti. Simulatorji ustvarijo dovolj resnično okolje, da v učencu vzpodbudijo čustven odziv in s tem omogočajo edinstveno izkušnjo. Učencem pomagajo razumeti osnovne koncepte v medicini (npr. delovanje zdravil na arterijski tlak), omogočajo učenje in vzdrževanje znanja opravljanja veščin, saj učenci lažje osvajajo veščine s simulacijo kot s predavanjem. Omogočajo prenos teoretičnega znanja na izvajanje praktičnih veščin, povečujejo samozavest in omogočajo lažje opravljanje veščine v kliničnem okolju. Povečujejo varnost, saj učenci nevarne dogodke spoznavajo v kontroliranem in varnem okolju in s tem ne škodujejo bolnikom ali sebi. Simulatorji omogočajo posnemanje redkejših primerov, ki jih v resničnem okolju ne srečujemo vsakodnevno. Učenje s simulacijo je načrtovano, ni odvisno od



razpoložljivosti bolnikov, omogočena je neomejena ponovljivost vaj. Učenci dobijo povratno informacijo, ki jih usmerja pri nadaljnjem učenju in omogoča ocenjevanje izvedene veščine. Simulatorji omogočajo ustavljanje poteka naloge in proučevanje posamezne situacije. S simulacijo se učenci lahko učijo v tihem in za učenje ustreznijšem okolju (10).

Simulacija omogoča pridobivanje komunikacijskih in vodstvenih veščin, učenje obvladovanja stresnih situacij in odločanja v stresnih situacijah ter pridobivanje izkušenj s skupinskim delom (3).

#### *1.2.4 POMANJKLJIVOSTI UČENJA S SIMULACIJAMI*

Učenje s simulacijami ima tudi nekatere pomanjkljivosti. Simulatorji nepopolno posnemajo človeško telo (ne oddajo vseh informacij, ki jih lahko pridobimo od ljudi, ne posnemajo vseh fizičnih lastnosti). V kolikor so simulatorji zasnovani nepopolno, lahko učenci pomanjkljivosti v scenarijih prenesejo v klinično okolje in tako spregledajo podatke, ki jih simulator ni upošteval oz. opisoval. Učenci do simulatorjev pristopajo na drugačen način kot do resničnih bolnikov. Zavedajo se, da s simulacijo ni ogroženo zdravje ljudi in zato k učenju ne pristopijo dovolj zavzeto. Moteča je lahko tudi naravnost do klinične situacije, ki jo učenci razvijejo po stiku s simulatorjem. Poznavanje predvidenega poteka situacije iz simulacije lahko povzroči zaskrbljenost že pred soočenjem z dejanskim problemom. Simulatorji zahtevajo visok finančni vložek pri nakupu in vzdrževanju. Vpeljava simulacij v medicinski predmetnik je zaradi časovnega obsega aktivnosti v obstoječem predmetniku otežena. Idealno razmerje med učiteljem in učenci pri delu s simulatorji je 1:3 oz. 1:4, kar je velikokrat težko doseči zaradi kadrovskih omejitev. Simulatorji morajo biti za ustrezno delovanje pravilno upravljani, kar je pogojeno tudi z znanjem učiteljev, ki ni vedno zadostno (10).

#### *1.2.5 NAPOVEDNI DEJAVNIKI KIRURŠKIH SPOSOBNOSTI*

Uspešnost izvedbe vaj na simulatorju je med učenci različna. Med raziskovalci je pogosto vprašanje, če na boljšo učljivost in izvedbo vplivajo prirojene ali pridobljene lastnosti (16). Kot možni pozitivni napovedni dejavniki so bili opisani moški spol, igranje glasbenih instrumentov, igranje računalniških iger, ročnost (desničarji), starost in zanimanje za kirurške specializacije. Ugotovitve o vplivu dejavnikov kirurških sposobnosti na rezultat treningov so različne. Večina opravljenih študij je bila izvedena na laparoskopskih simulatorjih. Pogosto je proučevan vpliv spola na dosežek na

simulatorju, vendar enotnih ugotovitev, da moški spol napoveduje boljši rezultat, ni (17-23).

Na mikrokirurške sposobnosti bi lahko vplivala koordinacija rok in nog. To naj bi pomembno izboljšalo igranje računalniških iger in glasbenih inštrumentov v otroštvu (24). Raziskave, ki so bile opravljene do danes, si niso enotne o vplivu igranja glasbenega inštrumenta na rezultat na simulatorju (16-19,25).

Igranje računalniških iger dodatno omogoča rekonstrukcijo dvodimenzionalne slike v tridimenzionalen prostor oz. strukture (17,26). Nekatere raziskave so opisovale, da so posamezniki, ki so igrali računalniške igre, na simulatorju naredili manj napak in bili učinkovitejši ter hitrejši pri reševanju nalog (16,27,28), vendar novejša raziskava tega niso potrdile (17-19).

V splošni populaciji je delež levičarjev med 10 % in 12 %, med kirurgi je ta delež nižji (29), kar naj bi bila posledica zmanjšane prirojene spretnosti in koordinacije oči in rok pri levičarjih. Zmanjšana uspešnost levičarjev bi lahko bila tudi posledica optimizacije delovnega mesta in orodja za desničarje ter težjega posnemanja tehnik mentorjev, ki so desničarji (30). Raziskave si niso enotne, kakšen vpliv ima ročnost kirurgov na uspešnost in hitrost učenja kirurških tehnik in ali je manjše število levičarjev med kirurgi zgolj posledica diskriminacije (16-18,30).

Opisan je bil tudi vpliv zanimanja za specializacijo kirurgije na rezultat na laparoskopem simulatorju, rezultati pa se razlikujejo (16,19,23). V edini objavljeni raziskavi o vplivu zanimanja za oftalmologijo na dosežen rezultat na oftalmološkem simulatorju ni bilo dokazano, da bi udeleženci, ki jih zanima specializacija oftalmologije, dosegli boljši rezultat na simulatorju (31).

#### *1.2.6 VPLIV KOGNITIVNIH FUNKCIJ NA REZUTAT NA SIMULATORJU*

Vpliv kognitivnih funkcij na dosežek na oftalmološkem simulatorju in vpliv strukturiranega treninga na simulatorju na kognitivne funkcije še nista bila raziskana. Široko dostopna evalvacija kognitivnih funkcij, kot je spletna platforma Cognifit, ki so jo ustvarili kognitivni psihologi, omogoča, da na hiter in zanesljiv način ocenimo kognitivne sposobnosti večjega vzorca ljudi. Kognitivno testiranje s platformo Cognifit je sestavljeno iz 7 nalog, ki testirajo reakcijski čas, prostorsko predstavo, pozornost in načrtovanje gibanja. Naloge obsegajo hitrostno klikanje likov, prepoznavanje oblik med različnimi liki in klikanje sredine lika, pomnjenje zaporedja barvanja likov, prepoznavanje velikosti likov in števil, pomnjenje zaporedja števil, pomnjenje zaporedja postavitve likov in sledenje premikajočem liku z miško ter sočasno

prepoznavanje barv. Na podlagi rezultatov pri posamezni nalogi program s točkami od 0 do 800 oceni udeležencevo pozornost, prostorsko predstavo, koordinacijo, spomin in sklepanje. Program za vsako testiranje generira edinstvene naloge. Testiranje je bilo validirano na mlajših odraslih (povprečna starost 23 let) in primerjano s standardiziranimi nevropsihološkimi testi (Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, Raven's Standard Progressive Matrices, Wisconsin Card Sorting Test, Continuous Performance Test in STROOP test) (32).

### 1.2.7 SIMULATORJI V OFTALMOLOGIJI

V zadnjih letih je bilo v izboljševanju v oftalmologiji predstavljenih veliko novosti na področju učenja s simulacijami. Sprva so se uporabljali osnovnejši simulatorji, ki so imitirali oko, kasneje pa so se uveljavili tehnološko bolj dovršeni simulatorji (33). Učenje direktne oftalmoskopije je najprej potekalo s pomočjo slik očesnega ozadja. Kasneje je bilo predstavljeno učenje direktne oftalmoskopije z oftalmoskopom in plastično komoro oz. glavo iz stiropora (Thelma simulator), v katero je bila vstavljena slika očesnega ozadja. Učenec je sliko opazoval skozi odprtino, ki je simulirala zenico. The Eye Exam Simulator in Eye Retinopathy Trainer sta modela, ki omogočata simulacijo širjenja in ožjenja zenice, očesno ozadje pa je prikazano s sliko, ki je vstavljena v umetno oko. Leta 2014 je bila predstavljena nova naprava, ki omogoča spremljanje žarkov, ki se odbijajo iz mrežnice, pretvorbo v video signal in prikaz na računalniku. S tem sta omogočena nadzor nad pregledanim delom očesnega ozadja in ocenjevanje. Eyesi Direct Ophthalmoscope Simulator je novejši simulator, ki omogoča učenje direktne oftalmoskopije s pomočjo virtualne resničnosti. Tvorijo ga model obraza, simulator direktnega oftalmoskopa in zaslon. Omogoča prikaz pregledanega območja očesnega ozadja, nastavitve fizioloških in patoloških spremenljivk na očesnem ozadju in povratno informacijo. Možnost učenja direktne oftalmoskopije predstavlja tudi učenje s pomočjo video posnetkov dosegljivih na platformi *YouTube*, ki ponujajo predvsem navodila za opravljanje preiskave. Njihova uporabnost je, zaradi pomanjkljivih raziskav ocenjevanja uspešnosti učenja, vprašljiva (34).

Raziskave uspešnosti učenja direktne oftalmoskopije s simulatorji dokazujejo pozitiven vpliv na povečanje samozavesti in zanimanja za oftalmologijo, pridobivanje znanj opravljanja veščin in poznavanja anatomskih struktur (34).

Za učenje indirektno oftalmoskopije so se najprej uporabljali modeli iz steklenih krogel, ki so bili vstavljeni v glavo iz stiropora. Na mesto očesnega ozadja je bilo vstavljeno besedilo, ki ga je moral učenec prebrati. Danes se uporablja predvsem Eyesi

Indirect Ophthalmoscope Simulator, ki ga tvorijo model obraza, simulator indirektnega oftalmoskopa in zaslon (34). Leitritz (2014), ki je v svoji raziskavi primerjal učenje indirektno oftalmoskopije v resničnem okolju in učenje s simulatorjem, je dokazal, da je slednje učinkovitejše (33).

Učenje operacije katarakte danes omogočajo trije simulatorji, in sicer PhacoVision, MicrovisTouch in The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator (33).

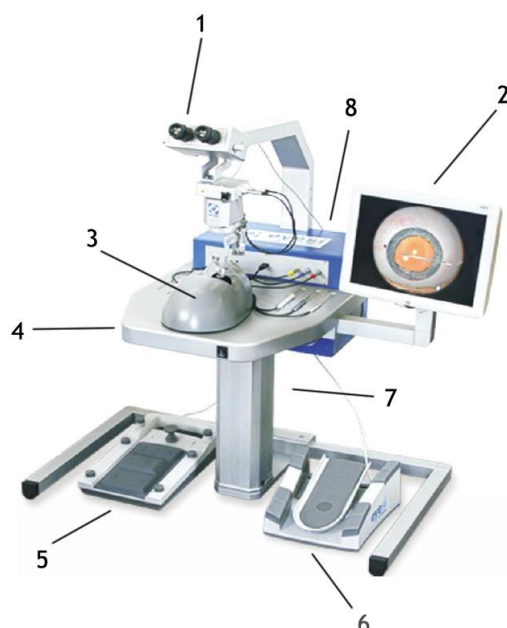
### *1.2.8 THE EYESI OPHTHALMIC SURGICAL SIMULATOR*

The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator je najpogosteje uporabljen simulator za učenje operacije katarakte in vitreoretinalne operacije. Sestavljajo ga mikroskop, zaslon na dotik, glava z očesom za vitreoretinalno operacijo oz. za operacijo katarakte z vstopnimi mesti za kirurške inštrumente, višinsko nastavljiva miza, stopalka za upravljanje mikroskopa, stopalka za upravljanje inštrumentov, nosilec za mizo in računalnik z vstopnimi mesti za inštrumente (slika 2) (33).

Simulator omogoča učenje upravljanja z različnimi kirurškimi inštrumenti in ponuja različne težavnostne stopnje nalog. Začetne naloge so sestavljene iz abstraktnih scenarijev in so namenjene učenju mikrokirurških veščin in posameznih delov operacije katarakte oz. vitreoretinalne operacije, naprednejše naloge pa ponujajo učenje naprednejših operacijskih tehnik in izvedbo celotne operacije. Simulator je namenjen izboljševanju koordinacije oči, rok in nog, gibanja z inštrumenti znotraj očesa in učenju uporabe ter nastavljanja mikroskopa. Namen dela s simulatorjem je zmanjšati reakcijski čas, zmanjšati odvečno gibanje rok in zmanjšati tremor rok (33).

Simulator nudi izobraževalni program, ki je razdeljen na posamezne sklope. Vsak sklop se prične s teoretičnim opisom poteka in ciljev naloge. Skozi posamezen sklop je posameznik voden s pisnimi in zvočnimi navodili, po opravljeni nalogi simulator nudi evalvacijo opravljene naloge, ki se shrani v bazo podatkov in jo lahko izpišemo v obliki PDF ali Excel dokumentov.

*Slika 2: Sestava simulatorja The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator (33)*



*Legenda: 1 = mikroskop; 2 = zaslon na dotik; 3 = glava z očesom za vitreoretinalno operacijo oz. za operacijo katarakte; 4 = višinsko nastavljiva miza; 5 = stopalka za upravljanje mikroskopa; 6 = stopalka za upravljanje inštrumentov; 7 = nosilec za mizo; 8 = računalnik z vstopnimi mesti za inštrumente*

Eyesi simulator pozitivno vpliva na krivuljo učenja, krajša čas potreben za operacijo katarakte in izboljšuje samozavest učencev (35). Dokazan je bil prenos znanja pridobljenega na simulatorju v resnično okolje. Training kapsulorekse na simulatorju zmanjša incidenco neustreznih kapsuloreks v resničnem okolju (36). V raziskavi, v kateri je sodelovalo 30 specializantov oftalmologije je bilo dokazano, da višji seštevek točk na simulatorju za operacijo katarakte napoveduje boljši izid operacije v resničnem okolju. Na ta način je mogoče prepoznati učence, ki potrebujejo dodatno vajo pred vstopom v klinično okolje (37). Training na simulatorju ima večji vpliv na izid operacije manj izkušenih kirurgov kot na rezultat izkušenih kirurgov (38). Validiranih je bilo tudi nekaj modulov učenja operacije katarakte, ki so dokazali, da s pomočjo simulatorja lahko razlikujemo različne nivoje izkušenj in kirurške sposobnosti posameznika.

### 1.2.9 UPORABA SIMULATORJEV NA MF UM

Prvi medicinski simulacijski center na zahodnem Balkanu je bil ustanovljen maja 2005 na Visoki zdravstveni šoli Univerze v Mariboru v sodelovanju s Klinikom za anesteziologijo Univerze v Würzburgu. Simulacijski center je bil najprej namenjen učenju uvoda v splošno anestezijo in vajam pri predmetu Anesteziologija. Pred pridobitvijo novih prostorov MF UM so simulacije potekale v kletnih prostorih Oddelka za otorinolaringologijo, cervikalno in maksilofacialno kirurgijo, Oddelka za očesne bolezni in v starih prostorih Oddelka za otorinolaringologijo, cervikalno in maksilofacialno kirurgijo Univerzitetnega kliničnega centra Maribor (UKC MB) (39).

Simulacijski center MF UM deluje od novembra 2009. Namenjen je nabiranju praktičnih izkušenj pred stikom z resničnim bolnišničnim okoljem in pripravi študentov za samostojno delo v kliničnem okolju (40). V pedagoški proces so vključeni najsodobnejši simulatorji, virtualni bolniki, laboratorij kliničnih veščin, sodobna oprema za diagnostiko bolezni prebavil in ginekoloških bolezni ter sodobni ultrazvočni aparati (41).

Simulacijski center omogoča simulacijo avskultacije fizioloških in patoloških srčnih, pljučnih in gastrointestinalnih zvočnih fenomenov. Simulator iStan omogoča simulacijo različnih fizioloških in patoloških sprememb na EKG zapisu, simulacijo defibrilacije, palpacije in neinvazivno merjenje krvnega tlaka (40).

Študenti opravljajo vaje v Simulacijskem centru v sklopu predmeta Fiziologija v 2. letniku. Simulacija je namenjena razlagi patofiziologije šokovnih stanj in predstavitvi klinične slike in vitalnih parametrov šokiranega bolnika.

Pri predmetu Anesteziologija v 3. letniku so študenti najprej deležni vaj dodatnih postopkov oživljanja v laboratoriju kliničnih veščin. Sledita vaji v Simulacijskem centru, ki sta namenjeni nadzoru obtočil med anestezijo, predstavitvi anestezijskega dihalnega sistema in anestezijskega aparata, nadzoru predihavanja med anestezijo in prikazu uvoda v splošno anestezijo ter spoznavanju najpogostejših zapletov med anestezijo.

Pri predmetih Interna medicina s propedeutiko, Kirurgija in Izbrane vsebine in novosti v propedeutiki v 3. letniku se študenti na modelih v Laboratoriju kliničnih veščin učijo jemanja venske krvi, vstavljanja in odstranjevanja trajnega urinskega katetra, rektalnega pregleda, nastavitve in odstranitve infuzijskega seta, aplikacije subkutane in intramuskularne injekcije, orientacijskega ultrazvočnega pregleda trebušne votline ipd.

V sklopu predmeta Interna medicina - delo ob bolniku študenti 6. letnika opravijo simulaciji obravnave bolnika s pljučnico in z akutnim koronarnim sindromom. Na simulacijah se od študentov pričakuje izvedba primarnega ABCDE pregleda, oskrba bolnika, sekundarni pregled in predaja kardiorespiratorno stabilnega bolnika v bolnišnično oskrbo z uporabo SBAR (angl. *Situation, Background, Assessment, Recommendation*; situacija, ozadje, ocena, priporočila) pristopa.

V sklopu izbirnih predmetov Medicinska tehnologija in Izbrane vsebine in novosti v propedeutiki, so študenti deležni vsaj dveh kliničnih simulacij, ki sta namenjeni spoznavanju pripomočkov in zdravil, ki se uporabljajo pri primarni oskrbi bolnika, učenju primarnega ABCDE pregleda in krepitvi skupinskega dela pri obravnavi kritično bolnega.

Pri predmetu Oftalmologija se v sklopu praktičnih vaj pripravlja preizkus študentov pri operacijah katarakte in vitreoretinalnih operacij. Pri tem se bodo študenti lahko naučili osnovnih postopkov očesne kirurgije in spoznali zahteve mikrokirurgije. Vaje se bodo izvajale na simulatorju The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator v Oftasim simulacijskem centru na MF UM.

### 1.3 CILJI IN HIPOTEZE

V sklopu izbirnega predmeta Izbrane vsebine in novosti v Oftalmologiji želimo študentom splošne medicine omogočiti strukturiran trening na oftalmološkem simulatorju, zato smo želeli z raziskovalno nalogo izvesti štiritedenski izobraževalni program operacije katarakte za študente splošne medicine in oceniti ter primerjati napredek znanja izvajanja operacije katarakte med kontrolno in eksperimentalno skupino. Z raziskavo smo želeli odkriti dejavnike, ki vplivajo na boljšo koordinacijo oči in rok (spol, ročnost, igranje glasbenega inštrumenta in računalniških iger, športi z žogo).

Naše hipoteze so bile:

- Kontrolna in eksperimentalna skupina bosta na zadnjem treningu dosegli več točk kot na prvem treningu.
- Eksperimentalna skupina bo na zadnjem treningu dosegla več točk kot kontrolna skupina.
- Eksperimentalna skupina bo do zadnjega treninga dosegla plato napredka točk na simulatorju.
- Lastnosti posameznika (moški spol, desničarji, igranje inštrumenta in računalniških iger ter športi z žogo) pozitivno vplivajo na število doseženih točk na simulatorju.
- Udeleženci, ki jih zanima specializacija oftalmologije, bodo na simulatorju dosegli več točk.
- Udeleženci bodo po treningu na simulatorju dosegli več točk na kognitivnem testiranju s platformo Cognifit.



## 2 METODE

Izvedli smo prospektivno randomizirano kontrolirano raziskavo, v katero smo vključili udeležence, ki so opravili štiritedenski strukturiran trening operacije katarakte na oftalmološkem kirurškem simulatorju The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator Courseware 2.1. Eksperimentalni del raziskave je bil izveden na MF UM, v Oftasim simulacijskem centru.

### 2.1 IZBOR UDELEŽENCEV

Udeleženci so k prostovoljnemu sodelovanju informirano privolili s standardiziranim prijavnim obrazcem (Priloga 1).

Vključitveni kriteriji za sodelovanje v raziskavi so bili:

- študent MF UM,
- prostovoljno sodelovanje v raziskavi in
- izpolnjen obrazec za informirano privolitev o sodelovanju v raziskavi.

Izključitveni kriteriji so bili:

- predhodne izkušnje z oftalmološkim kirurškim simulatorjem in
- odsotnost v času poteka raziskave.

Raziskava, zbiranje in obdelava podatkov so potekali v skladu s Helsinško in Oviedsko deklaracijo.

#### 2.1.1 RANDOMIZACIJA

Udeleženci so bili pred začetkom raziskave razporejeni v dve skupini, in sicer v:

- kontrolno skupino: udeleženci, ki so trening opravljali dvakrat (prvi in zadnji teden raziskave) in
- eksperimentalno skupino: udeleženci, ki so trening opravljali štirikrat (enkrat tedensko v času izvajanja raziskave).

Za razporeditev v skupini smo uporabili stratificirano randomizacijo, s katero smo udeležence enakomerno razporedili glede na ročnost, letnik in spol.

### 2.2 ZBIRANJE PODATKOV

Udeleženci so pred začetkom praktičnega dela raziskave izpolnili Vprašalnik o demografskih lastnostih in prostočasnih aktivnostih posameznika (Priloga 2), v katerem so navedli letnik študija, ročnost, želeno specializacijo (oftalmologija, drugo), igranje

računalniških iger v preteklosti (število ur igranja na dan), igranje glasbenih inštrumentov in ukvarjanje s športom z žogo. Vsem udeležencem sta bila določena globinski vid s Titmusovim testom in vidna ostrina po Snellenu.

### 2.2.1 UPORABNIŠKI PROFIL

Vsak udeleženec je pred pričetkom dela s simulatorjem prejel svoje uporabniško ime in geslo, s katerim je vsakič dostopal do svojega uporabniškega profila, na katerega so se sproti shranjevali podatki o uspešnosti opravljenih vaj. Vsak uporabnik je imel ustvarjen potek treninga sestavljenega iz nalog, ki so bile del raziskave.

### 2.2.2 POTEK TRENINGA OPERACIJE KATARAKTE

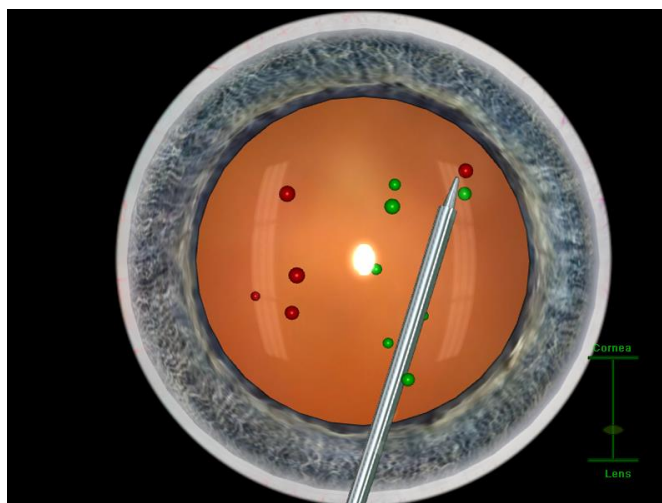
Pred začetkom praktičnega dela je bilo vsakemu udeležencu predstavljeno delovanje simulatorja in varno rokovanje z njim.

Potek posameznega treninga na simulatorju je bil za obe skupini enak. Predvideno trajanje vsakega treninga je bilo 2 uri.

V raziskavi so udeleženci opravljali naslednje naloge:

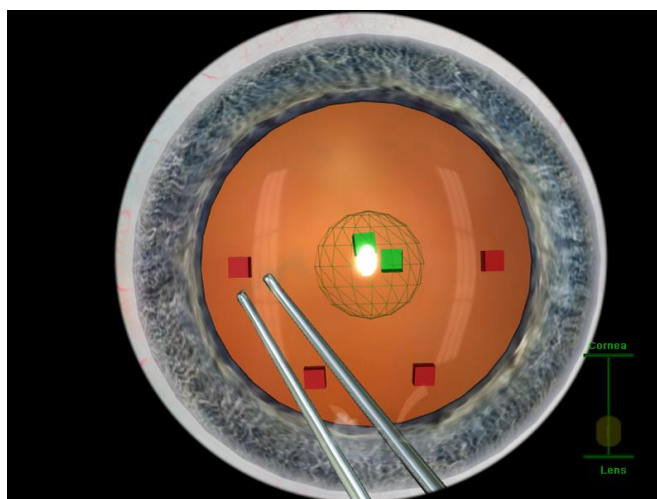
- **Naloga 1: navigacija v sprednjem očesnem prekatu stopnja 3 (angl. *Navigation module*)** (Slika 3): znotraj sprednjega očesnega prekata je bilo razvrščenih 12 kroglic različnih velikosti (premer 0,2-0,4 mm). Udeleženec se je moral s konico uporabljenega inštrumenta dotakniti kroglic in položaj zadržati toliko časa, da se je kroglica obarvala zeleno. Naloga je bila opravljena, ko so bile vse kroglice obarvane zeleno.

Slika 3: Naloga 1



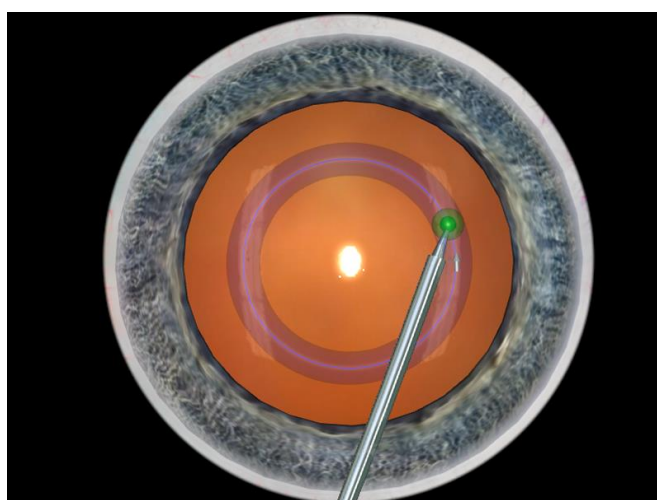
- **Naloga 2: trening upravljanja s kirurško pinceto stopnja 2 (angl. *Cataract foreceps training*)** (Slika 4): po obodu sprednjega očesnega prekata je bilo razporejenih 6 rdečih kock, v sredini prekata je bila košarica. Udeleženec je moral rdečo kocko s pinceto prijeti, jo prestaviti in spustiti v košarico. Naloga je bila opravljena, ko so bile vse kocke v košarici.

Slika 4: Naloga 2



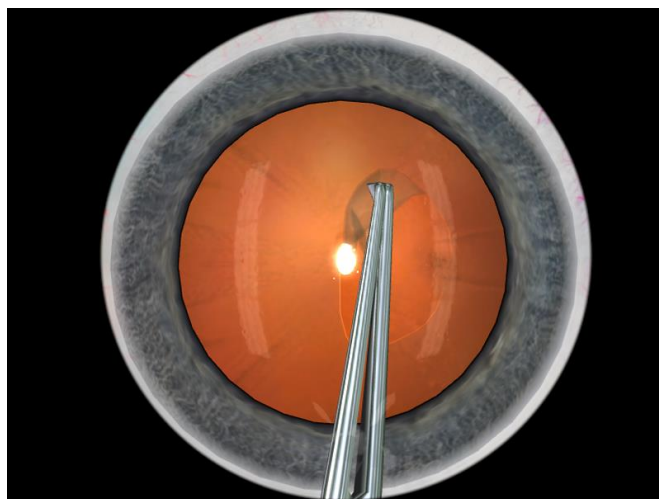
- **Naloga 3: antitremor stopnja 3 (angl. *Antitremor training*)** (slika 5): udeleženec se je moral s konico inštrumenta dotakniti modre kroglice, ki se je pri dotiku obarvala zeleno in jo nato usmerjati po vnaprej označeni krožnici v nasprotni smeri urinega kazalca. Naloga je bila končana, ko je kroglica obšla celoten obod krožnice.

Slika 5: Naloga 3



- **Nalogi 4 in 5: kapsuloreksa A in B (angl. *Capsulorexis A in B*)** (Slika 6): Udeleženec je moral prijeti reženj in s krožnim gibom v nasprotni smeri urinega kazalca ustvariti kapsulorekso. Pri nalogi 4 (Capsulorexis A) je simulator nudil vnaprej pripravljen reženj, pri nalogi 5 (Capsulorexis 5) je udeleženec reženj napravil sam.

*Slika 6: Nalogi 4 in 5*



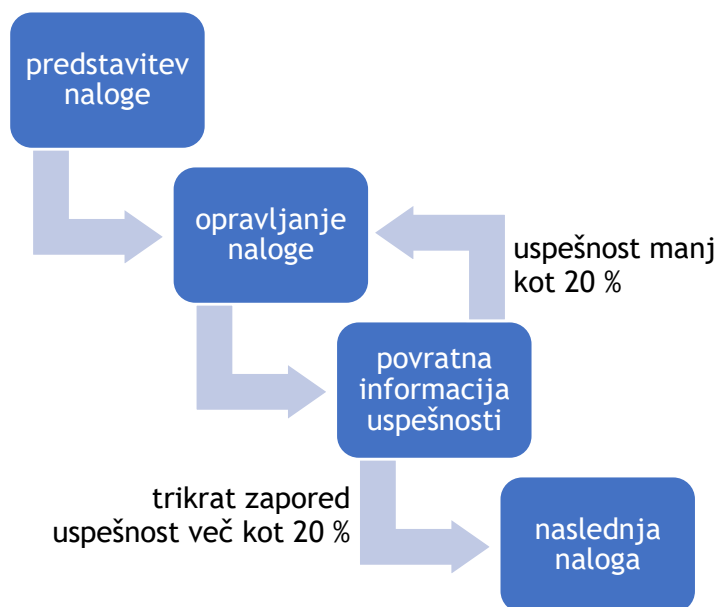
Prve tri naloge so temeljile na abstraktnih scenarijih, zadnji dve sta predstavljali del operacije katarakte.

Po vsaki opravljeni nalogi so udeleženci prejeli standardizirano in strukturirano povratno informacijo s strani avtorjev raziskave. Podana je bila na podlagi izračunanih parametrov, ki so vključevali celostno izvedbo naloge (delež izvedenih ciljev naloge, npr. število zeleno obarvanih kroglic pri nalogi 1), rokovanje z inštrumenti (npr. odometrične meritve in vstopanje v sprednji očesni prekat z zaprto pinceto) in poškodovanje očesnega tkiva. Učinkovitost je bila preračunana glede na trajanje opravljanja naloge.

Pri vsaki nalogi so lahko udeleženci dosegli največ 100 točk. Za napredovanje na naslednjo nalogo so morali pri posamezni nalogi trikrat zapored doseči vsaj 20 točk (Slika 7).

Po koncu vsake naloge so bili podani skupni čas opravljanja nalog, število poskusov in seštevek točk zadnjih treh uspešno opravljenih nalog (nad 20 %). Udeleženci so pri vsaki nalogi lahko dosegli največ 100 točk. V seštevek točk na treningu, so šteli zadnji trije uspešni poskusi pri vsaki nalogi. Na treningu so posamezniki tako lahko dosegli največ 1500 točk. Čas in število poskusov za opravljanje nalog in treningov nista bila omejena.

Slika 7: Potek opravljanja posamezne naloge



### 2.2.3 VPRAŠANLIK O ZAHTEVNOSTI OPRAVLJENIH NALOG

Po vsakem treningu so udeleženci izpolnili Vprašalnik o zahtevnosti opravljenih nalog (Priloga 3), v katerem so navedli mentalno in fizično breme, časovni pritisk, lastno oceno uspešnosti opravljanja treninga, negotovost in razdraženost med opravljanjem treninga in izbrali najtežjo nalogo treninga.

### 2.2.4 KOGNITIVNO TESTIRANJE

Pred prvim in po zadnjem treningu je bilo opravljeno kognitivno testiranje s pomočjo spletne platforme Cognifit.

## 2.3 ANALIZA PODATKOV

Pridobljeni podatki so bili statistično analizirani s pomočjo programa IBM SPSS Statistics različica 22.0. Statistično pomembna razlika je bila definirana s  $p < 0,05$ . Pri primerjavi demografske sestave kontrolne in eksperimentalne skupine smo uporabili Mann Whitney test (angl. *Mann-Whitney U test*). Pri primerjavi rezultatov treningov znotraj ene skupine smo uporabljali t-test odvisnih vzorcev (angl. *paired samples t-test*), medtem ko smo pri primerjavi rezultatov med kontrolno in eksperimentalno skupino ter pri primerjavi prostočasnih aktivnosti uporabili t-test neodvisnih vzorcev (angl. *independent samples t-test*). Rezultati skupin so prikazani v obliki mediana  $\pm$  enota standardne deviacije.

### 3 REZULTATI

V študijo je bilo vključenih 28 udeležencev. V kontrolni skupini je bilo 13 udeležencev, od tega 8 (61,5 %) žensk, 5 (38,5 %) moških, 6 (46,2 %) študentov nižjih letnikov, 7 (53,8%) študentov višjih letnikov, 3 (23,1 %) levičarji in 10 (76,9 %) desničarjev. V eksperimentalni skupini je bilo 15 udeležencev, od tega 10 (66,7 %) žensk, 5 (33,3 %) moških, 8 (53,3 %) študentov nižjih letnikov, 7 (46,7 %) študentov višjih letnikov, 2 (13,3 %) levičarja in 13 (86,7 %) desničarjev. Med skupinama ni bilo statistično pomembnih razlik v sestavi po spolu, letniku in ročnosti. Korigirana vidna ostrina vseh udeležencev, razen enega (levo 0,8), je znašala  $\geq 1,0$ . Pri testiranju globinskega vida so vsi udeleženci, razen dveh (6 od 9 in 7 od 9), dosegli rezultat 9 od 9.

Tabela 2: Demografske značilnosti kontrolne in eksperimentalne skupine

	kontrolna skupina	eksperimentalna skupina	p - vrednost
število udeležencev	13	15	
spol, moški (%)	38,5	33,3	NS
letnik, < 4 letnik (%)	46,2	53,3	NS
ročnost, levičar (%)	23,1	13,3	NS

Legenda: < = manj; NS = nesignifikantna razlika ( $p \geq 0,05$ )

Udeleženci so za potek raziskave skupaj namenili 123,5 ur, od tega 62,5 ur aktivnega časa vaje na simulatorju (čas, ko so bili inštrumenti vstavljeni v oko). V tem času so izvedli 431 nalog. V seštevek točk so šteli zadnji trije uspešni poskusi ( $\geq 20$  točk) posamezne naloge.

### 3.1 SKUPNI REZULTATI TRENINGOV

Med kontrolno in eksperimentalno skupino na prvem treningu ni bilo statistično pomembnih razlik v doseženih točkah, času opravljanja treninga in številu poskusov.

Kontrolna skupina je na prvem treningu dosegla v povprečju 832,6 od 1500,0 točk v 80,9 minutah in potrebovala 36,9 poskusov, medtem ko je eksperimentalna skupina dosegla 855,2 od 1500,0 točk v 70,2 minutah in 32,1 poskusih.

Obe skupini sta od prvega do zadnjega treninga statistično pomembno izboljšali rezultat na simulatorju.

Kontrolna skupina je na drugem treningu v primerjavi s prvim dosegla 138,5 točk več ( $p = 0,003$ ), končala 49,3 minute hitreje ( $p = 0,013$ ) in potrebovala 15,4 poskusov manj ( $p = 0,001$ ).

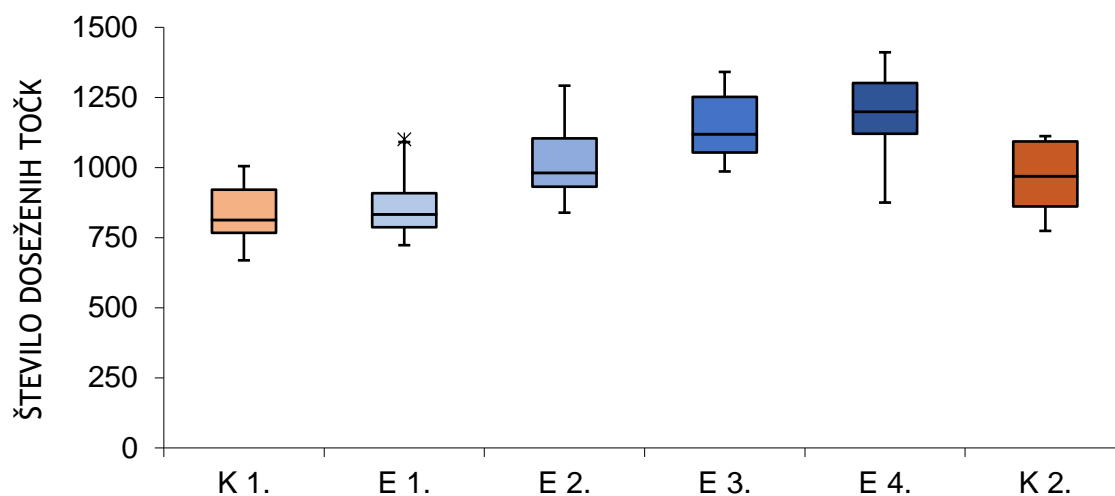
Eksperimentalna skupina je na drugem treningu v primerjavi s prvim dosegla 174,8 točk več ( $p < 0,001$ ), končala 37,2 minut hitreje ( $p = 0,003$ ) in potrebovala 10,3 poskusov manj ( $p = 0,027$ ). Primerjava drugega in tretjega treninga eksperimentalne skupine je pokazala za 119,6 točk višji dosežek ( $p = 0,001$ ) in 7,3 minut krajši čas opravljanja ( $p = 0,082$ ) tretjega treninga. Na četrtem treningu v primerjavi s tretjim ni bilo statistično pomembnih razlik v primerjavi rezultata celotnega treninga.

Eksperimentalna skupina je na zadnjem treningu dosegla povprečno 1186,2 od 1500,0 točk v 22,2 minutah in potrebovala 19,9 poskusov. Eksperimentalna skupina je na četrtem treningu v primerjavi s prvim dosegla 331,0 točk več ( $p < 0,001$ ), končala 48,1 minut prej ( $p < 0,001$ ) in potrebovala 12,3 poskusov manj ( $p = 0,033$ ).

V primerjavi s kontrolno skupino je eksperimentalna skupina na četrtem treningu dosegla 215,1 točk več ( $p < 0,001$ ) v 9,4 minutah manj ( $p = 0,014$ ). V številu poskusov ni bilo statistično pomembne razlike.

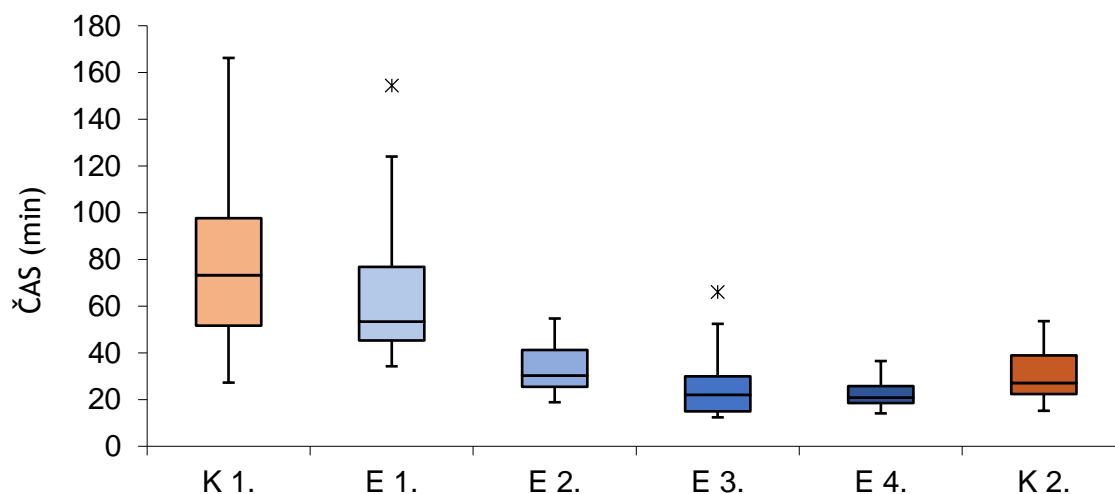
Podrobnejši rezultati so predstavljeni v Grafih 1, 2 in 3.

Graf 1: Število točk na posameznem treningu



Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 2. = drugi trening eksperimentalne skupine; E 3. = tretji trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrti trening eksperimentalne skupine; okvir = območje od prvega do tretjega kvartila; črta v okvirju = mediana doseženih točk; ročaji = variacijski razmik od najnižje do najvišje mejne vrednosti; križec = vrednost osamelcev, ki odstopajo od drugih vrednosti

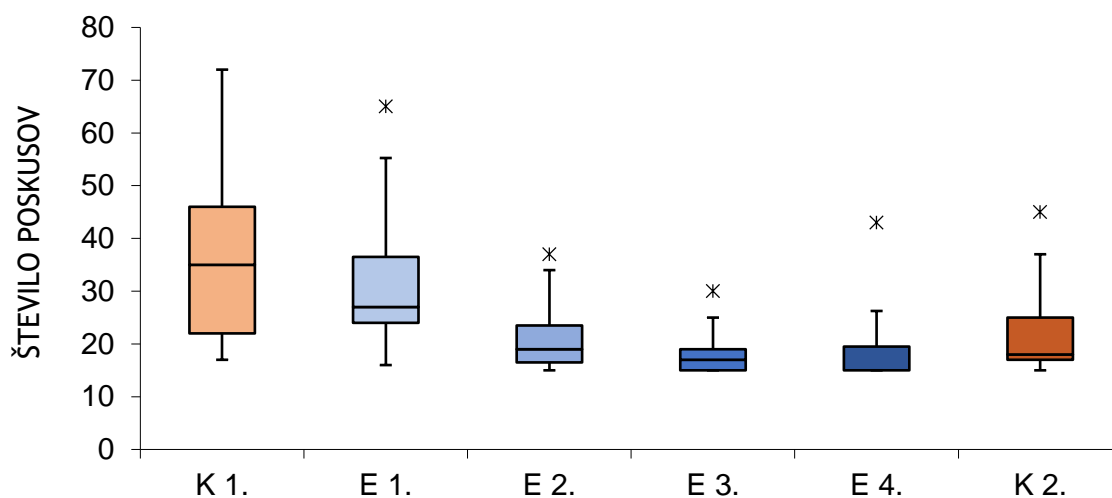
Graf 2: Časi opravljanja posameznega treninga



Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 2. = drugi trening eksperimentalne skupine; E 3. = tretji trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrti trening eksperimentalne skupine



Graf 3: Število poskusov posameznega treninga



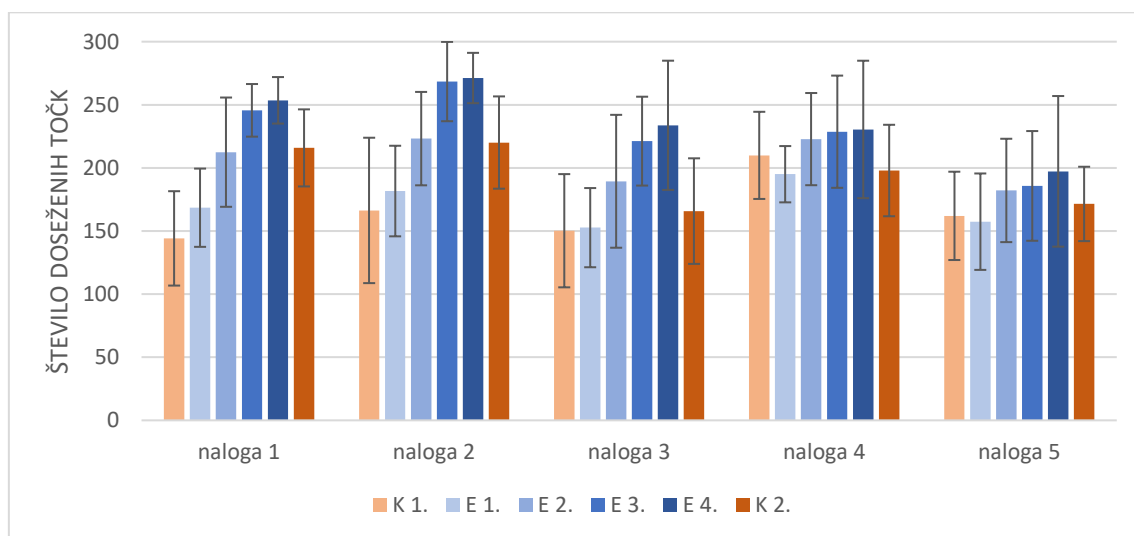
Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 2. = drugi trening eksperimentalne skupine; E 3. = tretji trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrty trening eksperimentalne skupine

### 3.2 REZULTATI POSAMEZNIH NALOG

Kontrolna skupina je na drugem treningu v primerjavi s prvim dosegla statistično pomembno več točk pri nalogah 1 ( $p < 0,001$ ) in 2 ( $p = 0,004$ ), dokončala ju je v krajšem času ( $p = 0,001$ ;  $p = 0,002$ ) in potrebovala manj poskusov ( $p = 0,022$ ;  $p = 0,009$ ). Nalogo 4 je opravila statistično pomembno hitreje ( $p = 0,035$ ). Pri številu poskusov in doseženih točkah pri opravljanju naloge 4 ni bilo statistično pomembnih razlik. Prav tako ni bilo statistično pomembnih razlik pri opravljanju nalog 3 in 5 (Graf 4, 5 in 6 in Tabela 3).

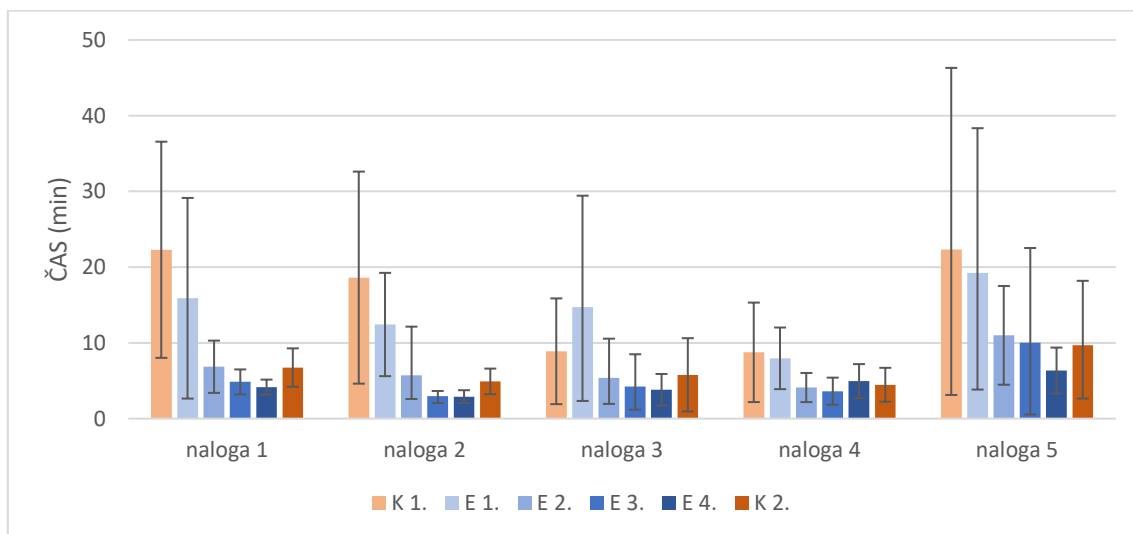
Eksperimentalna skupina je na četrtem treningu v primerjavi s prvim pri vseh nalogah dosegla statistično pomembno več točk ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,001$ ;  $p = 0,044$ ;  $p = 0,32$ ;  $p = 0,008$ ) in naloge 1, 2, 3 in 5 končala v krajšem času ( $p = 0,003$ ;  $p < 0,001$ ;  $p = 0,037$ ;  $p = 0,020$ ). Za nalogi 2 in 3 je potrebovala statistično pomembno manj poskusov ( $p = 0,003$ ;  $p = 0,045$ ) (Graf 4, 5 in 6 in Tabela 4).

*Graf 4: Primerjava doseženih točk pri posamezni nalogi glede na trening*



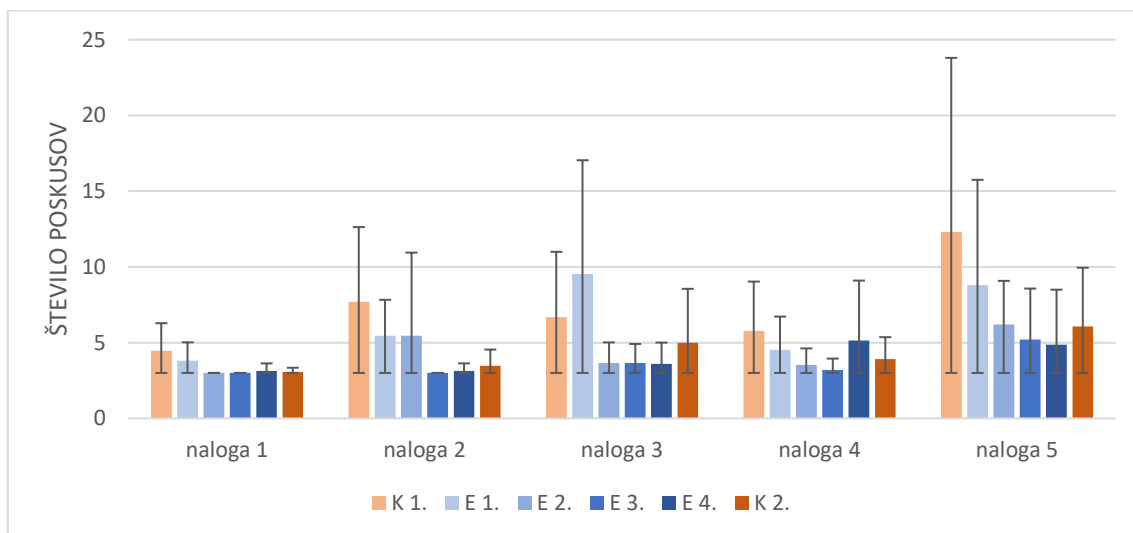
*Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 2. = drugi trening eksperimentalne skupine; E 3. = tretji trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrti trening eksperimentalne skupine; višina histograma = mediana doseženih točk; ročaji = odklon v vrednosti standardne deviacije*

Graf 5: Primerjava časa potrebnega za dokončanje nalog glede na trening



Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 2. = drugi trening eksperimentalne skupine; E 3. = tretji trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrti trening eksperimentalne skupine; min = minuta

Graf 6: Primerjava števila poskusov pri posamezni nalogi glede na trening



Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 2. = drugi trening eksperimentalne skupine; E 3. = tretji trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrti trening eksperimentalne skupine

*Tabela 3: Primerjava točk, časa in števila poskusov za posamezno nalogo med prvim in drugim treningom kontrolne skupine*

naloga	p - vrednost (n = 13)		
	točke	čas	poskusi
1	< 0,001	0,001	0,022
2	0,004	0,002	0,009
3	NS	NS	NS
4	NS	0,035	NS
5	NS	NS	NS

*Legenda: n = število udeležencev; < = manj; NS = nesignifikantna razlika (p ≥ 0,05)*

*Tabela 4: Primerjava točk, časa in števila poskusov za posamezno nalogo med prvim in četrtem treningom eksperimentalne skupine*

naloga	p - vrednost (n = 15)		
	točke	čas	poskusi
1	< 0,001	0,003	NS
2	< 0,001	< 0,001	0,003
3	0,044	0,037	0,045
4	0,032	NS	NS
5	0,008	0,020	NS

*Legenda: n = število udeležencev; < = manj; NS = nesignifikantna razlika (p ≥ 0,05)*

Na prvem treningu med skupinama pri nobeni nalogi ni bilo statistično pomembnih razlik v doseženih točkah, času izvedbe in številu poskusov.

Na četrtem treningu je eksperimentalna skupina dosegla statistično pomembno več točk kot kontrolna skupina na drugem treningu pri nalogah 1, 2 in 3 (p = 0,006; p < 0,001; p = 0,001) in nalogo 2 končala v statistično pomembno krajšem času (p < 0,001) (Tabela 5).

Tabela 5: Primerjava doseženih točk, časa in števila poskusov za posamezno nalogo med kontrolno in eksperimentalno skupino med prvim in zadnjim treningom

naloga	prvi trening (n = 28)			zadnji trening (n = 28)		
	p - vrednost			p - vrednost		
	točke	čas	poskusi	točke	čas	poskusi
1	NS	NS	NS	0,006	NS	NS
2	NS	NS	NS	< 0,001	< 0,001	NS
3	NS	NS	NS	0,001	NS	NS
4	NS	NS	NS	NS	NS	NS
5	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Legenda: n = število udeležencev; < = manj; NS = nesignifikantna razlika ( $p \geq 0,05$ )

Eksperimentalna skupina je med prvim in drugim treningom dosegla statistično pomembno več točk pri vseh nalogah, naloge opravila v krajšem času (naloge 1, 2, 3 in 4) in manjšem številu poskusov (nalogi 1 in 3). Med drugim in tretjim treningom je statistično pomembno napredovala v točkah (naloge 1, 2 in 3), času (naloga 1) in številu poskusov (naloga 1). Med tretjim in četrtem treningom je bil statistično pomembno daljši čas izvajanja naloge 4 (Tabela 6).

Tabela 6: Napredek eksperimentalne skupine glede na dosežene točke, čas in število poskusov med posameznimi treningi

naloga	p - vrednost (n = 15)								
	trening 1-2			trening 2-3			trening 3-4		
	točke	čas	poskusi	točke	čas	poskusi	točke	čas	poskusi
1	0,001	0,015	0,028	0,006	0,015	< 0,001	NS	NS	NS
2	0,005	0,011	NS	< 0,001	NS	NS	NS	NS	NS
3	0,025	0,015	0,012	0,018	NS	NS	NS	NS	NS
4	0,015	0,003	NS	NS	NS	NS	NS	0,047	NS
5	0,036	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Legenda: n = število udeležencev; < = manj; NS = nesignifikantna razlika ( $p \geq 0,05$ ); trening 1-2 = razlika v dosežku med prvim in drugim treningom; trening 2-3 = razlika v dosežku med drugim in tretjim treningom; trening 3-4 = razlika v dosežku med tretjim in četrtem treningom

### 3.3 POSAMEZNIKOVE LASTNOSTI IN NEKIRURŠKI DEJAVNIKI

Primerjali smo dosežene točke udeležencev glede na željeno specializacijo (0 = drugo, 1 = oftalmologija), ročnost (0 = desničarji, 1 = levičarji), igranje računalniških iger (0 = < 5 ur na teden, 1 = ≥ 5 ur na teden), igranje glasbenih inštrumentov (0 = ne, 1 = da), ukvarjanje s športom z žogo (0 = ne, 1 = da), letnik študija (0 = 3. letnik ali nižje, 1 = 4. letnik ali višje) in spol (0 = ženski spol, 1 = moški spol). Pri primerjavi doseženih točk in časa opravljanja zadnjega treninga v primerjavi s prvim ni bilo statistično pomembnih razlik med podskupinami (Tabela 7). Razlike med vsemi proučevanimi parametri v Tabeli 7 so nesignifikantne ( $p \geq 0,05$ ).

Tabela 7: Vpliv nekirurških dejavnikov na dosežek (t-test neodvisnih vzorcev)

	0				1			
	n	točke	čas (min)	poskusi	n	točke	čas (min)	poskusi
spol	18	831,6	76,2	35,8	10	868,3	76,2	31,7
letnik	14	828,7	84	37	14	860,7	66,4	31,7
šport	13	850,0	76	36,7	15	840,1	74,5	32,3
glasbeni inštrument	12	828,8	81,4	35,6	16	856,7	70,5	33,4
računalniške igrice	18	840,4	74,1	34,4	10	852,5	74,1	34,3
ročnost	23	845,7	75,8	35,2	5	840,2	75,8	30,4
specializacija	18	850,1	74,8	34,1	10	835	74,8	34,9

Legenda: n = število udeležencev; min = minuta

### 3.4 NAPOVEDNA VREDNOST REZULTATOV PRVEGA TRENINGA NA REZULTATE ZADNJEGA TRENINGA

Vse udeležence smo glede na rezultate prvega treninga razdelili na tiste s podpovprečno in tiste z nadpovprečno izvedbo. V skupine smo jih razdelili glede na dosežene točke ( $\leq 844,7$  oz.  $> 844,7$ ), čas ( $\leq 75,2$  oz.  $> 75,2$  min) in število poskusov na prvem treningu ( $\leq 34$  oz.  $> 34$ ).

Rezultati prvega treninga niso imeli statistično pomembnega vpliva na rezultate zadnjega treninga (Tabela 8).

*Tabela 8: Napovedna vrednost doseženih točk, potrebne časa in števila poskusov na prvem treningu na kasnejšo izvedbo*

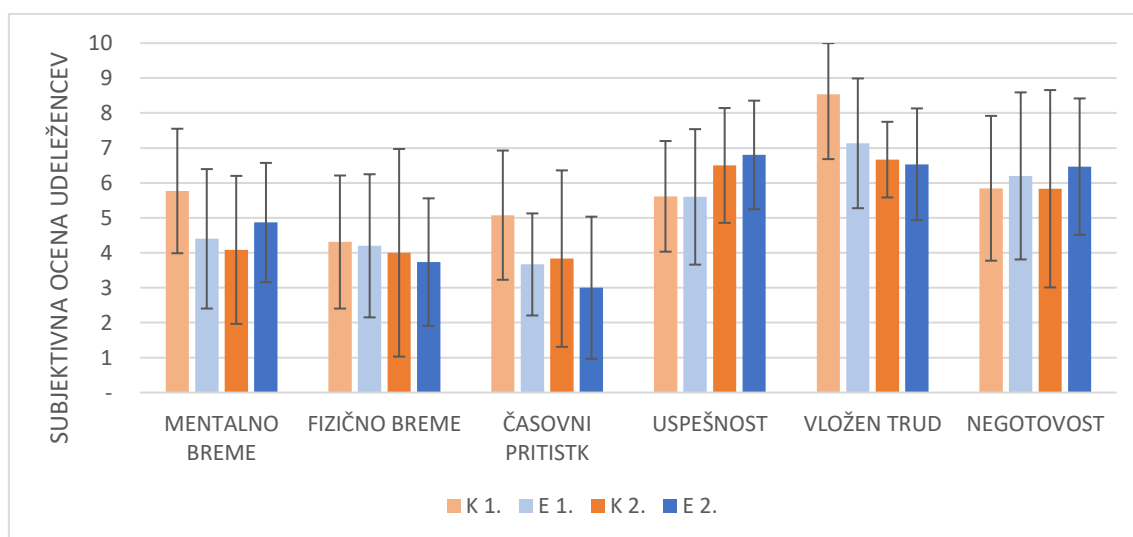
prvi trening		n	točke	čas (min)	poskusi
kriterij: točke	$\leq 844,7$	15	1060,1 $\pm$ 170,4	29,5 $\pm$ 11,5	19,7 $\pm$ 5,2
	$> 844,7$	13	1116,6 $\pm$ 166,8	23,2 $\pm$ 7,2	21,8 $\pm$ 10,3
	p - vrednost		NS	NS	NS
kriterij: čas	$\leq 75,2$ min	17	1123,1 $\pm$ 184,7	25,0 $\pm$ 10,5	20,8 $\pm$ 9,3
	$> 75,2$ min	11	1029,5 $\pm$ 128,6	28,9 $\pm$ 9,3	20,5 $\pm$ 5,7
	p - vrednost		ns	ns	ns
kriterij: število poskusov	$\leq 34$	16	1133,0 $\pm$ 185,9	25,2 $\pm$ 10,8	21,0 $\pm$ 9,5
	$> 34$	12	1024,1 $\pm$ 124,4	28,3 $\pm$ 9,0	20,2 $\pm$ 5,5
	p - vrednost		NS	NS	NS

*Legenda: n = število udeležencev; min = minuta;  $\leq$  = manj ali enako;  $>$  = več;  $\pm$  = plus minus; NS = nesignifikantna razlika ( $p > 0,05$ )*

### 3.5 REZULTATI VPRAŠALNIKA O ZAHTEVNOSTI OPRAVLJENIH NALOG

Zahtevnost nalog smo preverjali z vprašalnikom in pri obeh skupinah primerjali odgovore za prvi in zadnji trening. Glede na vprašalnik je kontrolna skupina na prvem treningu vložila statistično pomembno več truda kot na drugem treningu ( $p = 0,006$ ). Pri primerjavi prvega in četrtega treninga je eksperimentalna skupina statistično pomembno izboljšala subjektivno oceno uspešnosti ( $p = 0,025$ ). Kontrolna skupina je vloženi trud na prvem treningu ocenila statistično pomembno višje kot eksperimentalna skupina ( $p = 0,029$ ) (Graf 7).

*Graf 7: Rezultati vprašalnika zahtevnosti nalog*



*Legenda: K 1. = prvi trening kontrolne skupine; K 2. = drugi trening kontrolne skupine; E 1. = prvi trening eksperimentalne skupine; E 4. = četrty trening eksperimentalne skupine*



*Tabela 9: Najtežja naloga na treningu glede na vprašalnik o zahtevnosti nalog*

naloga	prvi trening (n = 28)		zadnji trening (n = 28)	
	kontrolna skupina	eksperimentalna skupina	kontrolna skupina	eksperimentalna skupina
1	8 %	13 %	17 %	27 %
2	17 %	7 %	0 %	7 %
3	33 %	27 %	0 %	0 %
4	25 %	33 %	42 %	20 %
5	0 %	0 %	0 %	13 %
<b>nobena naloga</b>	17 %	20 %	42 %	33 %

*Legenda: n = število udeležencev*

Na prvem treningu sta skupini za najtežje naloge izbrali abstraktne naloge (58 %; 47 %). Kontrolna skupina je na zadnjem treningu za najtežjo nalogo izbrala 4. nalogo (Tabela 9).

### 3.6 REZULTATI KOGNITIVNEGA TESTIRANJA

Primerjali smo rezultate kognitivnega testiranja z dosežkom točk na simulatorju. Udeleženci so pred prvim treningom na simulatorju dosegli statistično pomembno manj točk na kognitivnem testu kot po zadnjem treningu na simulatorju (2028,0; 2100,8;  $p = 0,030$ ). Med skupinama ni bilo statistično pomembnih razlik v doseženem številu točk na kognitivnem testiranju pred prvim (2028,3  $\pm$  121; 2128,7  $\pm$  139) in po zadnjem treningu (2027,7  $\pm$  118; 2076,6  $\pm$  95). Udeleženci z boljšim dosežkom na kognitivnem testiranju niso imeli pomembno višjega števila točk na prvem treningu (836,1  $\pm$  91,7; 849,5  $\pm$  104,9).

## 4 RAZPRAVA

Z raziskavo smo potrdili, da strukturiran trening izboljša rezultate študentov medicine na simulatorju The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator. Pri primerjavi rezultatov skupin po koncu treninga smo ugotovili pomembne razlike v proučevanih parametrih med obema skupinama in znotraj skupin.

### 4.1 SKUPNI REZULTATI

Kontrolna in eksperimentalna skupina sta na zadnjem treningu v primerjavi s prvim dosegli več točk, ga končali hitreje in potrebovali manj poskusov. S tem smo se približali izsledkom drugih raziskav na študentih medicine in oftalmologih kirurgih, ki so dokazale, da strukturiran trening na simulatorju The Eyesi Ophthalmic Surgical Simulator pozitivno vpliva na mikrokirurške veščine.

Bergqvist s sodelavci (2014) je v svoji študiji proučeval rezultat na simulatorju pri 20 študentih medicine brez izkušenj z oftalmološkim simulatorjem. Izvedel je štiritedenski strukturiran trening sestavljen iz abstraktnih nalog in nalog, ki so posnemale posamezne dele operacije katarakte. Udeležence študije je razdelil v dve skupini, in sicer v kontrolno, ki je trening opravila dvakrat in eksperimentalno, ki je trening opravila štirikrat. Pri tem je ugotovil signifikantno izboljšanje rezultata na simulatorju po treningu pri obeh skupinah, pri primerjavi skupin med sabo pa večji napredek eksperimentalne skupine (42). Omenjena študija je podobna naši, obsegala je tri naloge več in 12 udeležencev manj, ugotovitve o napredku mikrokirurških veščin pa so primerljive.

Napredek mikrokirurških veščin po treningu s simulatorjem je opazen tudi pri oftalmologih kirurgih. Thomsen (2017) je v študiji, v kateri je sodelovalo 19 oftalmologov kirurgov, ki so na 2 treningih izvajali posamezne dele operacije katarakte, opazil signifikanten napredek v izvajanju operacije katarakte v resničnem življenju po treningu na simulatorju (36). Ugotovitve naše in omenjenih dveh študij nakazujejo možnost široke uporabe simulatorja v izobraževanju v medicini.

Dokazano je bilo, da simulator izboljša ročne spretnosti in pripomore k boljšemu poznavanju osnovnih konceptov vaj oz. posega (10). Skladno s tem je prišlo do izboljšanja rezultata obeh skupin tudi v naši študiji. Udeleženci so na prvem treningu večkrat ponovili vsako nalogo, da so dosegli trikrat zapored vsaj 20 točk. Na ta način so imeli možnost spoznati inštrumente in naloge, njihove cilje, jih večkrat ponoviti in ugotoviti, kje najpogosteje izgubljajo točke, kar je pripomoglo k doseganju višjega

števila točk, krajšega časa opravljanja treninga in nižjega števila poskusov na naslednjem treningu. Ugotovili smo izboljšanje števila doseženih točk na treningu in doseženih točk pri posameznih nalogah in s tem potrdili hipotezo, da bo na zadnjem treningu opazno izboljšanje doseženih točk na simulatorju.

McGaghie (2006) je dokazal, da se dosežek točk treninga na simulatorja izboljšuje z višjim številom ponovitev treninga (11). Pri primerjavi rezultatov obeh skupin na zadnjem treningu smo opazili pomembno razliko. Eksperimentalna skupina je osvojila več točk in porabila manj časa. Opravila je dva treninga več kot kontrolna skupina in imela več priložnosti za izboljšanje ročnih spretnosti. Ugotovljeno se sklada z našo hipotezo, da bo izboljšanje doseženih točk večje pri eksperimentalni skupini.

Med opravljanjem raziskave smo opazili, da so udeleženci iz eksperimentalne skupine na zadnjem treningu želeli čim bolj popolno izvesti naloge in doseči čim višje število točk pri posamezni nalogi. Po manjši napaki (npr. pri poškodbi tkiva) so predčasno zaključili nalogo in tako namenoma dosegli manj kot 20 točk. S tem so za napredovanje na naslednjo nalogo oz. za dokončanje treninga ponovno potrebovali vsaj tri nove poskuse, kar je vplivalo na večje število poskusov na treningu.

## 4.2 REZULTATI POSAMEZNIH NALOG

Kontrolna skupina je na zadnjem treningu dosegla več točk, vendar napredek ni bil pri vseh nalogah enak. Razlika v izboljšanju pri posameznih nalogah bi lahko bila posledica različne težavnosti nalog. Glede na dosežene točke na zadnjem treningu lahko sklepamo, da so bile naloge 3, 4 in 5 za udeležence zahtevnejše. Pri opravljanju teh nalog nismo opazili statistično pomembnega izboljšanja dosežka točk, kar pomeni, da bi študenti potrebovali več kot dva treninga. Pri teh nalogah bi bilo za udeležence lahko zahtevnejše gibanje z inštrumentom v sprednjem očesnem prekatu. Prvi dve nalogi sta omogočali prosto gibanje inštrumentov v sprednjem očesnem prekatu, pri zadnjih treh pa je bilo potrebno inštrumente voditi po vnaprej načrtani poti. Vsak odstop od te poti in nenadni gibi (pri nalogi 3 odstop od krožnice ter pri nalogah 4 in 5 zatrganje kapsule) so bili s strani simulatorja kaznovani bolj kot neustrezno gibanje inštrumentov pri prvih dveh nalogah. Pri zadnjih treh nalogah so za razliko od prvih dveh nalog udeleženci znotraj očesa morali opraviti krožne in povezane gibe. Pri tem smo pogosto opazili, da se je oko simulatorja premikalo bolj kot pri prvih dveh nalogah, pri katerih gibi niso bili nujno povezani in krožni. Kadar oko simulatorja ni bilo poravnano, je to simulator kaznoval z odbitkom točk.

Eksperimentalna skupina je na zadnjem treningu pri vseh nalogah dosegla več točk kot na prvem in porabila manj časa pri vseh nalogah, razen pri nalogi 4, za katero je potrebovala več časa. Na podlagi tega lahko sklepamo, da sta dva dodatna treninga zadostovala za napredovanje pri opravljanju zahtevnejših nalog. Pri številu poskusov je bilo statistično pomembno izboljšanje opaženo pri nalogah 2 in 3, pri ostalih nalogah pa izboljšanje ni bilo statistično pomembno. Vzrok tega je lahko približanje minimalnemu številu poskusov že na prvem treningu, kar smo opazili pri nalogi 1. Pri ostalih nalogah bi število poskusov lahko zmanjšali z dodatnim treningom, vendar manjšega napredka v številu poskusov ne moremo nujno pripisati premajhni količini treninga, saj smo opazili željo po čim boljše opravljeni nalogi in posledično namerno povečevanje števila poskusov.

Pri primerjavi rezultatov posameznih nalog kontrolne in eksperimentalne skupine na zadnjem treningu smo ugotovili, da je eksperimentalna skupina dosegla več točk kot kontrolna skupina pri nalogah 1, 2 in 3 ter za nalogo 2 porabila manj časa. Iz tega lahko sklepamo, da je eksperimentalna skupina v štirih treningih osvojila osnovne mikrokirurške spretnosti in sposobnost orientacije v očesu. Zadnji dve nalogi sta od udeležencev zahtevali, da naredijo kapsulorekso, ki velja za enega izmed najtežjih delov operacije katarakte (43), torej gre za zahtevnejši nalogi, zato bi za večji napredek potrebovali še več treninga.

### 4.3 NAPREDEK REZULTATA GLEDE NA TRENING

Pri eksperimentalni skupini smo opazili največje izboljšanje rezultata med prvim in drugim treningom, udeleženci so pri vseh nalogah dosegli več točk. Med drugim in tretjim treningom je bilo izboljšanje manjše, med tretjim in četrtem smo opazili signifikantno podaljšan čas potreben za izvedbo naloge 4, kar pa je, kot smo opisali že zgoraj, posledica želje po čim večjem izkupičku točk. Pomembno vprašanje je, kolikokrat naj posameznik opravi trening na simulatorju. Prikazali smo, da eksperimentalna skupina ni dosegla statistično pomembnega izboljšanja po tretjem treningu in se je s tem približala platoju znanja, medtem ko pri kontrolni skupini platoja ne moremo oceniti, saj je opravila le dva treninga. Pri prevelikem številu ponovitev treninga bi udeleženci lahko izgubili motivacijo za izvajanje treninga, vendar rezultati vprašalnika o zahtevnosti opravljenih nalog dokazujejo nasprotno, saj tudi po četrtem treningu udeleženci s svojo izvedbo niso bili povsem zadovoljni in so želeli svoj rezultat še izboljšati.

#### 4.4 VPRAŠALNIK O TEŽAVNOSTI NALOG

Obe skupini sta na vprašalniku o zahtevnosti opravljenih nalog na prvem treningu za težje naloge izbrali abstraktne naloge, kar bi lahko bila posledica težav z navigacijo inštrumentov v očesu ob prvem stiku s simulatorjem. Po zadnjem treningu so udeleženci za najtežjo nalogo izbrali nalogo 4, kar je bolj skladno z objektivno težavnostjo nalog. Pričakovati bi bilo, da bosta skupini za najtežjo izbrali nalogo 5, saj so morali pri slednji sami narediti reženj. Vzrok, da so za najtežjo izbrali nalogo 4 je najverjetneje v tem, da je bil položaj režnja pri nalogi 4 vnaprej določen, medtem ko so si pri nalogi 5 položaj režnja izbrali sami in s tem lažje naredili kapsulorekso.

Težavnost treninga je bila primerna, saj so odgovori vprašalnika zahtevnosti nalog pokazali, da je trening udeležencem predstavljal primerno mentalno in fizično breme. Ali s sodelavci (2002) je dokazal, da posamezniki bolj napredujejo, če je trening bolj zahteven (44). Da je udeležencem trening predstavljal dovolj visok izziv, dodatno potrjuje relativno visoka ocena negotovosti med opravljanjem treninga.

Udeleženci so med opravljanjem treninga čutili nizek časovni pritisk, kar potrjuje, da je bilo časovno okno 120 minut na udeleženca primerno in študentov ni dodatno obremenjevalo. Z boljšim poznavanjem poteka treninga so bili udeleženci še manj pod časovnim pritiskom, kar jim je omogočilo, da so se popolnoma osredotočili na opravljanje nalog. S tem smo dokazali, da študentje trening lahko izvedejo znotraj načrtovanega časovnega okvira, kar pomeni, da bi bil trening lahko izveden pri izbirnem predmetu Izbrane vsebine in novosti v oftalmologiji.

#### 4.5 VPLIV DEMOGRAFSKIH LASTNOSTI IN NEKIRURŠKIH DEJAVNIKOV

S proučevanjem demografskih lastnosti in nekirurških dejavnikov na rezultat na simulatorju se je ukvarjalo že veliko raziskovalcev.

Lin s sodelavci (2016) je proučeval vpliv spola, igranja računalniških iger, glasbenih inštrumentov in ročnosti na število poskusov za uspešno dokončanje treninga na dveh različnih laparoskopskih simulatorjih. Ugotovil je, da so udeleženci moškega spola trening na obeh simulatorjih končali v manjšem številu poskusov. Le na enem simulatorju so udeleženci, ki so igrali računalniške igre več kot 1 uro na teden, dosegli boljši rezultat, medtem ko je igranje računalniških iger negativno vplivalo na rezultat na drugem simulatorju. Prav tako je imela desničnost pozitiven vpliv na rezultat le na enem simulatorju. Igranje glasbenega inštrumenta ni imelo pozitivnega vpliva na rezultat (18). Pozitiven vpliv moškega spola je opisal tudi Grantcharov s sodelavci

(2003), ki je v raziskavi na 25 specializantih kirurgije ugotovil, da so moški hitreje končali trening na laparoskopskem simulatorju. Dodatno je opisal tudi pozitiven vpliv ročnosti in igranja računalniških iger, saj so desničarji in udeleženci, ki igrajo računalniške igre, na treningu naredili manj napak (20).

Nasprotno Madan s sodelavci (2005) v raziskavi na 68 študentih medicine, v kateri je proučeval vpliv demografskih in nekirurških dejavnikov, ni dokazal pozitivnega vpliva spola, ročnosti, letnika študija, starosti in zanimanja za kirurško specializacijo na število napak in čas opravljanja treninga na laparoskopskem simulatorju (19). Tudi White in Welch (2012) v raziskavi na 123 udeležencih nista ugotovila pozitivnega vpliva moškega spola na rezultat na laparoskopskem simulatorju (21). Spol tudi ni imel vpliva na krivuljo napredka znanja na laparoskopskem simulatorju v študiji Kolozsvarija (2011) na 33 študentih medicine. Je pa omenjeni avtor v svoji študiji ugotovil, da zanimanje za specializacijo kirurgije pozitivno vpliva na začetni rezultat na simulatorju (23). Enako je ugotovil tudi Paschold (2011) v večji študiji na 279 študentih medicine (16). Nasprotno je ugotovil Gillian (2016) v raziskavi, v kateri je na vzorcu 28 študentov medicine preiskoval povezavo med zanimanjem za specializacijo oftalmologije in dosežkom na oftalmološkem simulatorju in pri tem ni ugotovil statistično pomembne povezave (31).

Paschold (2011) je v svoji študiji ugotovil tudi, da so boljši začetni rezultat na simulatorju dosegli udeleženci, ki so igrali računalniške igre. Ročnost in igranje glasbenega inštrumenta na rezultat nista imela vpliva (16). Pozitiven vpliv igranja računalniških iger na začetni rezultat je opisal tudi Jalink (2014) v metaanalizi študij, ki so proučevale vpliv igranja iger na rezultat na laparoskopskih simulatorjih. V svoji analizi je izpostavil pomanjkljivost proučevanja vpliva omenjenega dejavnika, saj trenutno ne obstaja enotno ocenjevanje trajanja igranja iger in vrste iger, ki jih udeleženci igrajo (28).

Velik odstop v ugotovitvah omenjenih študij lahko pripišemo različno zastavljenim študijam, uporabi različnih simulatorjev, različnim opazovanim parametrom in različno velikim proučevanim skupinam. Zgolj ena izmed omenjenih študij je bila izvedena na oftalmoloških simulatorjih (29). Za prepričljivejši vpliv demografskih in nekirurških dejavnikov na rezultat bi veljalo izvesti študijo, ki bi vključevala večje število udeležencev in proučevala več parametrov na oftalmološkem simulatorju. S tem bi ugotovili, kateri dejavniki vplivajo na začetni in končni rezultat na simulatorju, število poskusov in čas trajanja treninga. Za proučevanje vpliva računalniških iger bi

bilo smiselno opredeliti in poenotiti ocenjevanje obsega in vrste računalniških iger, ki jih udeleženci raziskav igrajo.

V naši raziskavi pri proučevanju demografskih lastnosti udeležencev in nekirurških dejavnikov nismo ugotovili dejavnikov, ki bi pozitivno vplivali na končno število točk doseženih na simulatorju. Med udeleženci ni bilo pomembnih razlik v točkah glede na spol in letnik študija.

Levičarji in desničarji so dosegli podoben rezultat. Zaradi majhnega deleža levičarjev v populaciji študentov medicine bi bilo smiselno izvesti raziskavo na večjem vzorcu, ki bi vključevala primerljivo število levičarjev in desničarjev.

Igranje računalniških iger se v naši raziskavi ni izkazalo kot pozitiven napovedni dejavnik. Vzrok temu bi lahko bila obkroženost z digitalnimi napravami današnjih študentov medicine, ki vsakodnevno uporabljajo različne elektronske naprave in s tem brez računalniških iger pridobivajo izkušnje z virtualno resničnostjo.

Večje zanimanje za specializacijo oftalmologije ni imelo pozitivnega vpliva na seštevek točk, kar se razlikuje od rezultatov študij na laparoskopskih simulatorjih (16,23), vendar sklada z rezultati raziskave, opravljene na oftalmološkem simulatorju (31). Slaba povezava med zanimanjem za specializacijo in rezultatom bi lahko bila posledica izbranih nalog v raziskavi, saj so bile prve tri naloge abstraktne in niso bile neposredno povezane z oftalmologijo in poznavanjem operacije katarakte. Po drugi strani bi lahko bil vzrok temu predstavitev operacije katarakte vsem udeležencem pred začetkom treninga. S tem so tudi udeleženci, ki jih specializacija oftalmologije ne zanima, spoznali osnove poteka operacije katarakte.

Skladno z dosedanjimi raziskavami nismo ugotovili pozitivnega vpliva ukvarjanja s športi z žogo in igranja glasbenih inštrumentov.

Z zgoraj navedenimi ugotovitvami smo ovrgli hipotezo, da lastnosti posameznika (moški spol, desničnost, igranje inštrumenta in računalniških iger ter športi z žogo) pozitivno vplivajo na število doseženih točk na simulatorju.

#### 4.6 KOGNITIVNO TESTIRANJE

Rezultati kognitivnega testiranja s platformo Cognifit so pokazali statistično pomembno višji seštevek točk po zadnjem treningu. S tem smo potrdili hipotezo, da bodo udeleženci po treningu na simulatorju dosegli višji rezultat na kognitivnem testiranju. Testiranje ni pokazalo večjega napredka eksperimentalne skupine v primerjavi s kontrolno skupino, kar pomeni, da količina treninga ni vplivala na rezultat na kognitivnem testiranju. Napredek bi lahko bil posledica poznavanja testa, vendar



program za vsako testiranje generira edinstvene naloge, kar zmanjšala možnost, da je napredek na testiranju posledica zgolj boljšega poznavanja nalog (32).

Hkrati udeleženci z boljšim dosežkom na kognitivnem testiranju niso imeli pomembno višjega števila točk na prvem treningu. Do sedaj še nobena študija ni preiskovala vpliva rezultata kognitivnega testiranja na rezultat treninga na simulatorju.

Za natančnejšo opredelitev vpliva kognitivnih sposobnosti posameznika na začetni rezultat in na napredek rezultata posameznika po treningu bi bilo smiselno izvesti raziskavo na večjem vzorcu študentov z dodatno kontrolno skupino, ki ne bi opravila treninga na simulatorju.

## 5 ZAKLJUČEK

Z raziskavo Učenje operacije katarakte na VRMagic EYESi Ophthalmic simulatorju pri študentih medicine smo validirali in prikazali pozitiven vpliv strukturiranega treninga na mikrokirurške sposobnosti študentov.

Na zadnjem treningu sta kontrolna in eksperimentalna skupina dosegli več točk kot na prvem treningu. Eksperimentalna skupina je izvedla dva treninga več in na zadnjem treningu dosegla boljši rezultat v primerjavi s kontrolno skupino. Opazili smo, da je dosegla več točk in trening končala hitreje, vendar zaradi želje po čim višjem številu doseženih točk treninga ni opravila v pomembno manj poskusih.

Eksperimentalna skupina je najbolj napredovala od prvega do drugega treninga, na tretjem treningu se je približala platoju napredka znanja, med tretjim in četrtem treningom pa ni bilo statistično pomembnih razlik v rezultatu.

Največji napredek v rezultatu smo opazili pri abstraktnih nalogah, za učenje kompleksnejših nalog pa bi udeleženci potrebovali več ponovitev.

Ugotovili smo, da dosežek točk na simulatorju ni bil odvisen od spola, ročnosti, prostočasnih aktivnosti in željene specializacije.

Po treningu so udeleženci dosegli boljši rezultat na kognitivnem testiranju.

Z raziskavo smo potrdili hipoteze, da bosta kontrolna in eksperimentalna skupina na zadnjem treningu dosegli več točk, da bo eksperimentalna skupina na zadnjem treningu dosegla več točk kot kontrolna skupina, da bo eksperimentalna skupina do zadnjega treninga dosegla plato napredka znanja in da bodo udeleženci po treningu na simulatorju dosegli več točk na kognitivnem testiranju s platformo Cognifit. Ovrgli smo hipotezi, da moški spol, desničnost in prostočasne aktivnosti pozitivno vplivajo na dosežek točk na simulatorju in da bodo udeleženci, ki jih zanima specializacija oftalmologije, na simulatorju dosegli več točk.

Naša raziskava nudi pomemben vpogled v učenje s simulatorji in kaže na to, da lahko že omejeno število treningov pripomore k napredku v ročnih spretnostih, ki so potrebne v očesni mikrokirurgiji.

## 6 LITERATURA

1. Datta R, Upadhyay K, Jaideep C. Simulation and its role in medical education. *Med J Armed Forces India*. 2012 Apr;68(2):167-72.
2. Samia H, Khan S, Lawrence J, Delaney CP. Simulation and Its Role in Training. *Clin Colon Rectal Surg*. 2013 Mar;26(1):47-55.
3. Al-Elq A. Simulation-based medical teaching and learning. *J Fam Community Med*. Mar;2010:35-40.
4. Serna-Ojeda JC, Graue-Hernández EO, Guzmán-Salas PJ, Rodríguez-Loaiza JL. Simulation training in ophthalmology. *Gac Med Mex*. 2017 Feb;153(1):111-5.
5. Ting DSW, Sim SSKP, Yau CWL, Rosman M, Aw AT, Yeo IYS. Ophthalmology simulation for undergraduate and postgraduate clinical education. *Int J Ophthalmol*. 2016 Jun;9(6):920-4.
6. Liu Y-C, Wilkins M, Kim T, Malyugin B, Mehta JS. Cataracts. *Lancet Lond Engl*. 2017 Aug;390(10094):600-12.
7. Gupta VB, Rajagopala M, Ravishankar B. Etiopathogenesis of cataract: An appraisal. *Indian J Ophthalmol*. 2014 Feb;62(2):103-10.
8. Lang GK, Amann J, Gareis O, Lang GE, Recker D, Spraul CW, et al. *Ophthalmology*. New York: Thieme New York; 2000. 170-86 p.
9. Bowling B. *Kanski's Clinical Opthtalmology: A Systematic Approach*. 8th ed. Vol. 2016. Sydney: Elsevier; 269-300 p.
10. Krishan DG, Keloth AV, Ubedulla S. Pros and cons of simulation in medical education: A review. *Int J Med Health Res*. 2017 Jun;2017(3):84-7.
11. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. Effect of practice on standardised learning outcomes in simulation-based medical education. *Med Educ*. 2006 Aug;40(8):792-7.
12. Agha RA, Fowler AJ. The Role and Validity of Surgical Simulation. *Int Surg*. 2015 Feb;100(2):350-7.
13. Jones F, Passos-Neto CE, Braghiroli OFM. Simulation in Medical Education: Brief history and methodology. *Princ Pract Clin Res*. 2015 Sep;1(2):56-63.
14. Gillan SN, Saleh GM. Ophthalmic Surgical Simulation: A New Era. *JAMA Ophthalmol*. 2013 Dec;131(12):1623.
15. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care*. 2008 Jun;23(2):157-66.
16. Paschold M, Schröder M, Kauff DW, Gorbauch T, Herzer M, Lang H, et al. Virtual reality laparoscopy: which potential trainee starts with a higher proficiency level? *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2011 Sep;6(5):653-62.

17. Harrington CM, Bresler R, Ryan D, Dicker P, Traynor O, Kavanagh DO. The correlation between fundamental characteristics and first-time performance in laparoscopic tasks. *Am J Surg.* 2018 Apr;215(4):618-24.
18. Lin D, Pena G, Field J, Altree M, Marlow N, Babidge W, et al. What are the demographic predictors in laparoscopic simulator performance? *ANZ J Surg.* 2016 Dec;86(12):983-9.
19. Madan AK, Frantzides CT, Park WC, Tebbit CL, Kumari NVA, O'Leary PJ. Predicting baseline laparoscopic surgery skills. *Surg Endosc.* 2005 Jan;19(1):101-4.
20. Grantcharov TP, Bardram L, Funch-Jensen P, Rosenberg J. Impact of hand dominance, gender, and experience with computer games on performance in virtual reality laparoscopy. *Surg Endosc.* 2003 Jul;17(7):1082-5.
21. White MT, Welch K. Does gender predict performance of novices undergoing Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS) training? *Am J Surg.* 2012 Mar;203(3):397-400.
22. Schueneman AL, Pickleman J, Freeark RJ. Age, gender, lateral dominance, and prediction of operative skill among general surgery residents. *Surgery.* 1985 Sep;98(3):506-15.
23. Kolozsvari NO1, Andalib A, Kaneva P, Cao J, Vassiliou MC, Fried GM, et al. Sex is not everything: the role of gender in early performance of a fundamental laparoscopic skill. *Surg Endosc.* 2011 Apr;25(4):1037-42.
24. Rauscher FH, Shaw GL, Levine LJ, Wright EL, Dennis WR, Newcomb RL. Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurol Res.* 1997 Feb;19(1):2-8.
25. Boyd T, Jung I, Van Sickle K, Schwesinger W, Michalek J, Bingener J. Music Experience Influences Laparoscopic Skills Performance. *JLS.* 2008 Jul - Sep;12(3):292-4.
26. Granek JA, Gorbet DJ, Sergio LE. Extensive video-game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations. *Cortex.* 2010 Oct;46(9):1165-77.
27. Rosser JC. The Impact of Video Games on Training Surgeons in the 21st Century. *Arch Surg.* 2007 Feb 1;142(2):181.
28. Jalink MB, Goris J, Heineman E, Pierie J-PEN, ten Cate Hoedemaker HO. The effects of video games on laparoscopic simulator skills. *Am J Surg.* 2014 Jul;208(1):151-6.
29. Schachter SC, Ransil BJ. Handedness Distributions in Nine Professional Groups. *Percept Mot Skills.* 1996 Feb;82(1):51-63.
30. Lee JY, Mucksavage P, McDougall EM. Surgical Skills Acquisition Among Left-Handed Trainees—True Inferiority or Unfair Assessment: A Preliminary Study. *J Surg Educ.* 2013 Mar;70(2):237-42.

31. Gillan SN, Okhravi N, O'Sullivan F, Sullivan P, Viswanathan A, Saleh GM. Influence of medical student career aims on ophthalmic surgical simulator performance (part of the international forum for ophthalmic simulation studies). *Br J Ophthalmol*. 2016 Mar;100(3):411-4.
32. Haimov I, Hanuka E, Horowitz Y. Chronic insomnia and cognitive functioning among older adults. *Behav Sleep Med*. 2008 Jan;6(1):32-54.
33. Ting DSW, Sim SSKP, Yau CWL, Rosman M, Aw AT, Yeo IYS. Ophthalmology simulation for undergraduate and postgraduate clinical education. *Int J Ophthalmol*. 2016 Jun 18;9(6):920-4.
34. Ricci LH, Ferraz CA. Ophthalmoscopy simulation: advances in training and practice for medical students and young ophthalmologists. *Adv Med Educ Pract*. 2017 Jun 29;8:435-9.
35. Pokroy R, Du E, Alzaga A, Khodadadeh S, Steen D, Bachynski B, et al. Impact of simulator training on resident cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*. 2013 Mar;251(3):777-81.
36. McCannel CA, Reed DC, Goldman DR. Ophthalmic Surgery Simulator Training Improves Resident Performance of Capsulorhexis in the Operating Room. *Ophthalmology*. 2013 Dec;120(12):2456-61.
37. Roohipoor R, Yaseri M, Teymourpour A, Kloek C, Miller JB, Loewenstein JI. Early Performance on an Eye Surgery Simulator Predicts Subsequent Resident Surgical Performance. *J Surg Educ*. 2017 Nov - Dec;74(6):1105-1115.
38. Thomsen ASS, Bach-Holm D, Kjærbo H, Højgaard-Olsen K, Subhi Y, Saleh GM, et al. Operating Room Performance Improves after Proficiency-Based Virtual Reality Cataract Surgery Training. *Ophthalmology*. 2017 Apr;124(4):524-31.
39. Turk Z, Križmarić M, Mičetić-Turk D. Simulacija bolezni - nova oblika edukacije medicinskega kadra. *Med Meseč*. 2005. Oct - Nov;1(10-11):35-8.
40. Krajnc I. *Acta Medico-Biotechnica* - 03 2010/01 - Prvi diplomanti in začetek novogradnje Medicinske fakultete. *Acta Medico-Biotechnica*. 2010; 3 (1): 7-8
41. Krajnc I. *Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru - prvih deset let*. *Acta Medico-Biotechnica*. 2014; 7 (2): 9-22.
42. Bergqvist J, Person A, Vestergaard A, Grauslund J. Establishment of a validated training programme on the Eyesi cataract simulator. A prospective randomized study. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2014 Nov 1;92(7):629-34.
43. Selvander M, Åsman P. Virtual reality cataract surgery training: learning curves and concurrent validity. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2012 Aug;90(5):412-7.
44. Ali MR, Mowery Y, Kaplan B, DeMaria EJ. Training the novice in laparoscopy. *Surg Endosc*. 2002 Dec;16(12):1732-6.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so pripomogli k nastajanju raziskovalne naloge, predvsem mentorjema izr. prof. dr. Tomažu Gračnerju, dr. med. in asist. dr. Tomislavu Šarenacu, dr. med. za zaupanje, strokovno pomoč in usmerjanje pri opravljanju raziskovalne naloge. Hvala vsem sodelujočim udeležencem v raziskavi, ki so svoj prosti čas namenili opravljanju treningov na simulatorju.

Posebej se zahvaljujem prijatelju Nejcu Pulku za ves čas, podporo in potrpežljivost ter nesebično pomoč in nasvete med načrtovanjem, izvedbo in pisanjem naloge.

## ENOTE IN OKRAJŠAVE

- **g**; gram
- **mm**; milimeter
- **min**; minuta
- **n**; število udeležencev
- **;**; proti
- **%**; odstotek
- **±**; plus minus
- **=**; je enako
- **<**; manjše
- **≤**; manjše ali enako
- **>**; večje
- **≥**; večje ali enako
  
- **ABCDE**; angl. *Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure*; dihalna pot, dihanje, cirkulacija, nezmožnost, razkritje,
- **ACGME**; angl. *Accreditation Council for Graduate Medical Education*; svet za dodiplomsko medicinsko izobraževanje
- **EKG**; elektrokardiogram
- **MF UM**; Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru
- **NS**; nesignifikantna razlika
- **oz.**; oziroma
- **SBAR**; angl. *Situation, Background, Assessment, Recommendation*; situacija, ozadje, ocena, priporočila
- **UKC MB**; Univerzitetni klinični center Maribor

## PRILOGE

### Priloga 1

#### SOGLASJE UDELEŽENCA K SODELOVANJU V RAZISKAVI

1. Naslov raziskave: **Učenje operacije katarakte na VRMagic EYESi Ophthalmic simulatorju pri študentih medicine**  
**Raziskavo izvaja:** Klara Masnik v okviru Razpisa za Dekanove nagrade študentom na dodiplomskem študiju medicine 2017/2018.  
Raziskava bo potekala na Medicinski fakulteti Univerze v Mariboru v Oftasim simulacijskem centru, pod vodstvom izr. prof. dr. Tomaža Gračnerja in asist. dr. Tomislava Šarenaca.  
Namen raziskave je vzpostavitev in evalvacija sistematičnega izobraževalnega programa operacije katarakte pri študentih splošne medicine.
2. V raziskavi bodo udeleženci opravljali naloge na simulatorju The Eyesi Surgical Simulator Courseware 4 tedne. Raziskovalna skupina bo vaje opravlja vsak teden, kontrolna skupina prvi in zadnji teden raziskave.
3. Udeležba v raziskavi ne prinaša nobenih tveganj.
4. Sodelovanje v raziskavi ne prinaša materialnih ali drugih oblik koristi z izjemo znanja in izkušenj, ki jih bodo udeleženci prejeli s sodelovanjem.
5. Sodelovanje v raziskavi je v celoti prostovoljno.
6. Udeleženci bodo po koncu raziskave seznanjeni z rezultati in zaključki.
7. V raziskovalnem procesu bomo zaščitili zasebnost udeležencev. Javno bodo objavljeni in dostopni le skupinski rezultati. Vaša identiteta ne bo razkrita.
8. Raziskava, zbiranje in obdelava podatkov bodo potekali v skladu s Helsinško in Oviedsko deklaracijo.
9. V primeru morebitnih vprašanj se lahko udeleženci obrnejo na [klara.masnik@gmail.com](mailto:klara.masnik@gmail.com).

---

S podpisom jamčim, da sem izjavo prebral in sem seznanjen s potekom raziskave *Učenje operacije katarakte na VRMagic EYESi Ophthalmic simulatorju pri študentih medicine*. Potrjujem privolitev za sodelovanje v raziskavi in dovolim uporabo rezultatov v pedagoške in znanstveno-raziskovalne namene.

Ime in priimek udeleženca: \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

Kraj in datum: \_\_\_\_\_



Priloga 2

**VPRAŠALNIK O DEMOGRAFSKIH LASTNOSTIH IN PROSTOČASNIH AKTIVNOSTIH POSAMEZNIKA**

ime in priimek: \_\_\_\_\_

spol      moški      ženski                                      ročnost      levičar      desničar

željena specializacija:      oftalmologija                      drugo

hobiji:      športi z žogo      drugo      nimam hobijev

Ste kdaj igrali glasbeni inštrument?      da      ne

Koliko ur na teden igrate računalniške igre?      0-5      6-10      11-15      16-20      >20

Priloga 3

**VPRAŠALNIK O ZAHTEVNOSTI OPRAVLJENIH NALOG**

ime in priimek: \_\_\_\_\_

**trening**      1    2    3    4                                      **skupina**      kontrolna      eksperimentalna

**Kakšno je bilo mentalno breme opravljenega treninga?**

zelo nizko      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      zelo visoko

**Kakšno je bilo fizično breme opravljenega treninga?**

zelo nizko      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      zelo visoko

**Kakšen časovni pritisk ste čutili med treningom?**

zelo nizek      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      zelo visok

**Kako uspešni ste bili pri opravljanju treninga?**

zelo neuspešen      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      zelo uspešen

**Koliko truda ste morali vložiti, da ste dosegli svoj rezultat?**

zelo malo      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      zelo veliko

**Kako negotovi, razdraženi ste bili med opravljanjem treninga in kakšno breme stresa vam je predstavljal trening?**

bil sem zelo negotov, razdražen      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10      nisem bil zelo negotov, razdražen

**Med katero nalogo ste čutili največjo razdraženost?**

- Navigation module
- Cataract foreceps training
- Antitremor training
- Capsulorhexis A
- Capsulorhexis B
- Med nobeno nalogo nisem čutil razdraženosti.