



**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„ПРОФ. Д-Р ПАРАСКЕВ СТОЯНОВ“ – ВАРНА**



**ФАКУЛТЕТ ПО ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕОПАЗВАНЕ
КАТЕДРА ПО СОЦИАЛНА МЕДИЦИНА И ОРГАНИЗАЦИЯ НА
ЗДРАВЕОПАЗВАНЕТО**

инж. Деян Григоров Грънчаров

**ЕФЕКТИВНОСТ И ПЕРСПЕКТИВИ НА
СИМУЛАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИЕТО
НА СТУДЕНТИ ОТ ЗДРАВНИ СПЕЦИАЛНОСТИ**

ДИСЕРТАЦИЯ

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

Докторска програма „Управление на общественото здраве“

Научни ръководители:

Доц. д-р Наталия Василевна Ушева, д.м.
Доц. инж. Кристина Станимирова Близнакова, доктор

Варна, 2023

СЪДЪРЖАНИЕ

ГЛАВА 1 ВЪВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 2 ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР	6
2.1. Исторически преглед	6
2.2. Обща характеристика на симулационните технологии, прилагани в обучението по медицина	9
2.3. Основни съвременни методи на симулационните технологии, прилагани в обучението по медицина.....	15
2.3.1. Симулационни модели.....	15
2.3.2. Симулация чрез разширена – виртуална или увеличена реалност	18
2.3.3. Триизмерно принтиране	22
2.3.4. Компютъризирана симулация.....	25
2.3.5. Интерактивна виртуална симулация	27
2.3.6. Симулационни манекени	30
2.4. Приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите по различни медицински дисциплини	31
2.4.1. Отворена, лапароскопска и роботизирана хирургия	31
2.4.2. Образна диагностика.....	36
2.4.3. Дентална медицина	39
2.4.4. Анестезиология и интензивно лечение	41
2.4.5. Акушерство и гинекология	42
2.4.6. Медицински сестри и акушерки	43
2.4.7. Ортопедия и травматология	45
2.4.8. Неврохирургия.....	46
2.4.9. Други дисциплини.....	48
2.5. Качество и ефективност на съвременните симулационни технологии в обучението по медицина	51
2.6. Икономически анализи на приложението на съвременните симулационни технологии в обучението по медицина.....	62
2.7. Симулационни центрове по медицина в медицинските университети в България	65
2.8. Критически анализ на литературата по научния проблем.....	70
ГЛАВА 3 ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И РАБОТНИ ХИПОТЕЗИ.....	72
ГЛАВА 4 МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	73
4.1. Материал	73
4.2. Методи.....	74
4.3. Симулатори.....	81
ГЛАВА 5 РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ.....	83

5.1. Проучване на нагласите и опита от приложение на СТ в обучението на студентите от специалностите „Медицина“ и „Дентална медицина“	83
5.2. Проучване при студенти от специалността „Медицина“ със задача по акушерство и гинекология	111
5.3. Проучване на мнението на преподавателите по акушерство и гинекология.....	119
5.4. Качествен анализ сред експерти в областта на приложението на симулационните технологии в съвременното висше медицинско образование.....	124
5.4.1. Определяне на мястото и предимствата на симулационните технологии в съвременното висше медицинско образование	124
5.4.2. Основни бариери за приложението на симулационните технологии	128
5.4.3. Осигуреност със симулационни технологии и тяхната използваемост в съответното висше медицинско училище.....	131
5.4.4. Приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите	132
5.4.5. Бариери от страна на преподавателите за широкото приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите във висшето медицинско училище	134
5.4.6. Етични проблеми на приложението на симулационните технологии при обучението във висшите медицински училища.....	135
5.4.7. Правни и финансови проблеми на приложението на симулационните технологии при обучението във висшите медицински училища	137
5.4.8. Перспективи на симулационните технологии във висшите медицинските училища в България	140
ГЛАВА 6 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	142
ГЛАВА 7 ИЗВОДИ.....	143
ГЛАВА 8 ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	146
ГЛАВА 9 СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД.....	147
ЛИТЕРАТУРА	148
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1	168
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2	171
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3	174
ПРИЛОЖЕНИЕ № 4	176
ПРИЛОЖЕНИЕ № 5	178
ПРИЛОЖЕНИЕ № 6	180
ПРИЛОЖЕНИЕ № 7	184
ПРИЛОЖЕНИЕ № 8	188

СПИСЪК НА СЪКРАЩЕНИЯТА

АЕО	англоезично обучение
БЕО	българоезично обучение
вит.	витамин
вкл.	включително
г.	година, години
гр.	град
м.	месец
напр.	например
СЗО	Световна здравна организация
СТ	симулационни технологии
съавт.	съавтори
щ.д.	щатски долари
et al.	et alierte, и сътрудници
IQR	Interquartile range
min	minutes
mm	millimeter
sec.	seconds

ГЛАВА 1

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременното медицинско образование е свързано с много и сериозни предизвикателства както пред преподавателите, така и пред студентите и специализантите. Дългогодишната история на симулационно-базираното обучение по медицина преминава през различни етапи и се свързва с въвеждането на симулационните манекени и модели, анатомичните модели, стандартизираните пациенти, разнообразните компютъризирани симулатори (чрез разширена реалност и интерактивна виртуална симулация) и триизмерно принтиране. Симулационното обучение по хирургия води началото си от преди около 2500 години, а по педиатрия и акушерство – от 18. век. През 20. век и особено през настоящия век приложението на симулационните технологии в различните медицински дисциплини е много по-интензивно и по-широко разпространено. Това се дължи както на бурното развитие на тези модерни технологии, така и на несъмнените предимства на използваните методи и форми на симулация на обучението на студентите и лекарите – високо качество, значителна ефективност, икономичност, надеждност и безопасност за самия пациент.

Резултатите от систематичния обзор на чуждестранната литература, публикувана през последните няколко години, открояват както редица значими научни постижения, така и някои недостатъчно изяснени практически въпроси в тази специфична област. Литературният обзор, направен по тази тематика за България, показва единични статии и доклади от конференции от български автори. Това ни мотивира да проведем настоящото задълбочено проучване, с което да изследваме мненията на студентите по медицина и дентална медицина и на техните преподаватели по отношение на резултатите от ефективното приложение на съвременните симулационни технологии в хода на обучението в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна.

ГЛАВА 2

ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

2.1. Исторически преглед

В своята обзорна статия D. M. Gaba (2004) дефинира симулацията като техника, а не като технология за замяна или усилване на реалния опит с управляеми (контролирани) преживявания, които предизвикват или възпроизвеждат съществени аспекти на реалния свят по напълно интерактивен начин.

В своята монография H. Owen (2016) описва изчерпателно и илюстрира с многобройни примери историческото развитие на симулационното обучение по различните медицински дисциплини от древността до настоящия момент като откроява несъмнените приноси на голям брой пионери от цял свят в тази област.

Според U. Davila и A. Price (2022) най-ранните опити за приложение на симулацията при обучението по медицина в областта на педиатрията датират още от края на 18. век. Касае се за инструктори, които използват модели на таза, стъклена матка, пълна с течност, и гъвкава матка при обучението на акушерките за развитие на умения за провеждане на раждането. През следващите две столетия се появяват различни усъвършенствания, вкл. и манекени на цялото тяло. Съвременната ера на обучението с манекени се корени в областта на анестезията, като в средата на 20. век се разработват още по-сложни симулационни манекени.

H. Ben Ahmed и C. Dziri (2020) проследяват с конкретни примери историческото развитие на симулацията в обучението по медицина през последните столетия. Специално внимание се обръща на еволюцията на симулационните манекени.

Симулацията при обучението по вътрешни болести се въвежда в средата на 20. век, а първият симулатор в областта на анестезията се появява през 60-те години на 20. век (S. P. Oman и съавт., 2022). Той се използва в обучение,

свързано с репродукция на физиологични процеси, симулация на отговора спрямо лекарства и основно обучение по лечение на заболявания на дихателните пътища. След това медицинската симулация се разпространява във всички медицински дисциплини, предимно по вътрешни болести, като се използват разнообразни начини за обучение – сценарии със стандартизирани пациенти, тренажори за конкретни задачи, както и модели с трупове и животни. Въвеждат се интерактивни програмни продукти, виртуална реалност и манекени с висока достоверност, обучението с които води до подобряване на преживяемостта на пациентите в някои случаи.

Симулационното обучение по хирургия започва преди около 2500 години и е свързано с планирането на уникални и иновативни операции с цел гарантиране на безопасността на пациентите (M. S. Asghar и съавт., 2021). Най-важният пример за хирургическа симулация е реконструкцията на носовата част с помощта на клапа през челото, като за симулатори са били използвани глинени модели.

По-късно се разработват настолни модели от дърво и материали от човешки и животински трупове, а понастоящем – модерни симулационни технологии със сложни роботизирани модели при съчетаването им с виртуалната реалност.

В своя кратък исторически обзор от невроанатомична гледна точка P. Narang и съавт. (2021) подчертават, че появата на анатомичните модели е свързана с осигуряването на точните анатомични детайли в триизмерна физическа форма, която превъзхожда двуизмерните образи, използвани от студентите по време на анатомичната дисекция. Тези модели са разработени от художници съвместно с лекари и анатоми, при което са използвани различни материали – метал, дърво, слонова кост, восък, папиемаше, гипс и пластмаса. Впоследствие те еволюират до компютъризирани и дигитални презентации.

J. Sutherland и съавт. (2019) описват в сбита форма историческото развитие и дефинициите на приложенията на виртуалната и увеличената реалност при създаването на медицинските изображения и модели, използвани за целите на

обучението. Визуализацията на дигиталната информация в три измерения започва с ранните прототипи на технологиите на виртуалната реалност през 50-те години на 20-и век.

Според С. L. Richardson и съавт. (2021) понастоящем виртуалните пациенти като форма на анимирана симулация са добре познати инструменти, но в исторически аспект те са изследвани само в рамките на специфични сесии на онлайн обучението на студентите по медицина или в някои отделни университети.

Описва се историческото развитие на компютъризираното моделиране в сърдечната електрофизиология, което е с дългогодишна и богата традиция в тази модерна медицинска специалност, систематизират се изискванията на електрофизиологичния симулатор с широко приложение и се представя начинът, по който ги изпълнява симулационната среда на openCARP (G. Plank и съавт., 2021).

В своя обзор P. Z. Bogár и съавт. (2020) проследяват историческото развитие на медицинската образователна система, основана на симулационните технологии, и анализират съвременното им състояние в Унгария. Симулацията е позната като метод на обучение от векове, но едва през 21. век настъпва реален пробив благодарение на бързото развитие на информационните технологии.

С. M. Walsh и съавт. (2019) проследяват историята на ролята на симулацията при обучението по ендоскопия и открояват приоритетните области, свързани с широкото разпространение на симулационното обучение в медицината.

Могат да се открият допълнително някои от многобройните публикации върху историята на симулационното обучение по медицина. Касае се за въвеждането на симулационните манекени (K. F. Russell, 1972; J. B. Cooper и V. R. Taquet, 2008; Y. Okuda и съавт., 2009) и модели (R. Aggarwal и съавт., 2010), анатомичните модели (N. Hopwood, 2008; H. Owen, 2012), стандартизираните пациенти (A. Ziv и съавт., 2003; M. D. Beal и съавт., 2017), както и

разнообразните компютъризирани симулатори (J. S. Denson и S. Abrahamson, 1969; S. B. Issenberg и R. J. Scalese, 2008).

2.2. Обща характеристика на симулационните технологии, прилагани в обучението по медицина

Симулационното образование е изградено въз основа на теорията за експерименталното обучение и позволява съществено активизиране на учащите се (L. R. Becker и B. A. Hermosura, 2019). Разбирането на основополагащите теории за образованието, зависещи от симулационното обучение, подпомага преподавателите при разработването на новите симулационни програми. Методите на това обучение се разглеждат като утвърдена компонента както за студентите по медицина, така и за ординаторите и специализантите. Те са евтини и икономически ефективни, поради което употребата им през последните години се свързва със значимо по-добри резултати, особено по отношение на поведението спрямо болните с висок риск и при спешните състояния.

Според M. Holtmannspötter и съавт. (2022) предпоставката за всеки процес на симулация трябва да бъде изясняването на това, какво да се преподава, с кои инструменти и с правилна последователност, както и на това, какво не трябва да се прави. Необходима е количествена обратна връзка с обучаваните лица, която е обективна, прозрачна и безпристрастна. Симулацията трябва да реализира програма за обучение, която измерва напредъка на постиженията на обучаваните лица и представлява рецензиран стандарт, базиран на доказателства.

Медицинското обучение, основано на симулацията, представлява възможност за решаване на сложни медицински задачи и е необходимо за подобряването на безопасността на пациента (H. M. Felix и K. Schertzer, 2022). Имат се предвид комуникацията, работата в екип, професионалната компетентност и познаването на принципите и редките явления. Това е широко понятие и включва взаимодействията със симулационни манекени и стандартизирани пациенти. Стандартизираните пациенти са обучени актьори, които представят пациенти по време на интервю и физически преглед (С

Churchouse, C McCafferty 2012). Симулацията представлява важен аспект на медицинското образование и следдипломната специализация и предоставя възможност за практикуване на умения преди използването им при самите болни. По този начин се намаляват различията между резултатите на обучаваните студенти и младите лекари и се постигат както по-добра безопасност за болния, така и икономически по-изгодни грижи за него.

Рамковите структури са важни за научните изследвания, насочени към образованието на основата на симулацията (В. Momand и съавт., 2022). Това е форма на обучение чрез придобиване на опит, което предоставя на участниците в него възможност да придобият или подобрят познанията си за реалния свят и уменията си в симулирана среда. Авторите въвеждат една алтернативна рамкова структура, произхождаща от науките за образованието, и я приспособяват към симулационните изследвания в областта на клиничните науки. Тя включва четири етапа, фокусирани върху проектирането, проверката, оценката и отражението.

Понастоящем в световен мащаб се използват разнообразни методи на симулационни технологии за обучение по всички фундаментални и клинични медицински дисциплини. Най-общо се касае за специализирани симулатори, симулационни модели и манекени, стандартизирани пациенти, компютъризирана симулация, триизмерно принтиране, симулация чрез разширена (виртуална или увеличена) реалност и интерактивна виртуална симулация.

R. T. Bhakta и A. A. Alshuqayfi (2022) подчертават важността на оценката на ангажирания персонал и разработения сценарий при създаването на учебната програма за симулационно обучение на студентите по медицина.

N. McInerney и съавт. (2022) представят резултатите от описателен систематичен обзор на 19 строго подбрани публикации на английски език по въпросите на ефективността на медицинското обучение, основано на симулационни технологии, и реферирани в базите данни Ovid MEDLINE, EMBASE и PubMed през периода между 2010 г. и 2020 г. Сред тях се касае за

девет рандомизирани проучвания, включващи общо 2459 студенти. Най-чести са сценариите за обучение по кардиология (при шест) и по хирургия (при три проучвания). При девет изследвания се използват симулационни манекени (със средна продължителност на сесията от 17.5 min), а при седем проучвания – симулирани пациенти (със средна продължителност на сесията от 82 min). При всички проучвания се постига положителен ефект на този метод на обучение върху познанията на студентите, а при три изследвания – и подобро запомняне на учебния материал.

U. Alzoraigi и съавт. (2022) разработват стандартизиран методологически подход, включващ четири етапа, за интеграция на симулационните технологии в учебната програма като инструмент за следдипломно медицинско обучение по общо 38 програми въз основа на система от критерии за оценка в Саудитска Арабия. Девет от тези програми са подбрани като цели. Комбинираният списък от всички необходими умения и начини на поведение на лекарите по конкретните програми се използва за изчисляване на оценката на техния окончателен относителен дял и за подреждането им. Общият брой на уменията и начините на поведение при отделните девет програми е следният: акушерство и гинекология – 84; спешна медицина – 242; интензивно лечение – 139; вътрешни болести – 102; педиатрия – 135; оториноларингология – 125; обща хирургия – 114, пластична хирургия – 165, и фамилна медицина – 168.

E. Nabovati и съавт. (2022) анализират десет статии, реферирани в базите данни *MEDLINE* (чрез *PubMed*), *Scopus* и *ISI Web of Science* (осем от автори от САЩ и по една – от автори от Великобритания и Канада), и осем уебстраници в Google по проблемите на симулационното обучение по информационни системи в здравеопазването (предимно по въпросите на електронното досие на пациента). Изследват се характеристиките и функционалният капацитет на различните симулатори и влиянието им върху резултатите от обучението при лекарите, медицинските сестри и студентите по отношение на техните познания, нагласа, умения и удовлетвореност. При повечето проучвания се касае за подобряване на резултатите от това обучение, свързани с уменията, придобити от участниците.

I. L. Kuchyn и съавт. (2022) обобщават опита на Националния медицински университет „Александър Богомолец“ в гр. Киев, Украйна, по отношение на теоретичните и практически аспекти на организацията на симулационното обучение на студентите в областта на здравеопазването. Изследват се възможностите на най-често използваните системи за моделиране на „виртуалния пациент“ с цел оформяне на практическата компонента на професионалната компетентност на бъдещите лекари. Приложението на симулационното обучение и на системите за моделиране на „виртуалния пациент“ в хода на подготовката на бъдещите специалисти по здравеопазване повишава ефективността на образованието и интереса на студентите и специализантите. Това ги мотивира да развият необходимите компоненти на своята бъдеща лекарска професионална компетентност.

Изследва се опитът на 310 студенти от първи курс в Медицинския институт на Имперския колеж в гр. Лондон, Великобритания, да разберат влиянието на дигиталното им поставяне в болнична среда посредством виртуални симулации в продължение на една седмица върху собственото им клинично и професионално развитие (N. Noughton и съавт., 2023). Резултатите от количествения анализ показват висока степен на самооценка на студентите от постигнатите цели на обучението и ентузиазъм по отношение на дигиталното им поставяне в болничната среда. Общо 83% от респондентите подкрепят приложението на дигиталните симулации като част от редовното медицинско обучение. Качественият анализ на резултатите идентифицира три особено важни теми: 1) интеграцията на различните умения (клинични умения, професионални ценности и поведение и комуникационни умения), свързани с дигиталното поставяне в болничната среда помага на студентите да се чувстват по-добре подготвени; 2) дигиталното обучение за придобиване на опит подхожда идеално на ранното клинично обучение и 3) виртуалното поставяне в болничната среда е услуга, а не – алтернатива на общуването „лице-в-лице“ в болничната среда.

S. Hong и съавт. (2022) разработват с различни методи три сценария за симулационно обучение (по прееклампсия, захарен диабет и миокарден инфаркт) на медицинските сестри за работа с университетски електронни

медицински досиета и ги анализират при 76 студенти по сестрински грижи от трети и четвърти курс от пет училища в гр. Сеул, Южна Корея. Резултатите от обучението се оценяват чрез интервюта в рамките на фокусни групи. Средните оценки на използваемостта на тази система и на ефективността на използването ѝ от страна на самите участници са съответно 5.36 от 7 и 3.96 от 5. Удовлетвореността на участниците в изследването се потвърждава и от мненията им, споделени в рамките на фокусните групи. Като предизвикателства се определят необходимостта от предварително обучение и затрудненията при използването на университетските електронни медицински досиета.

Според Асоциацията на американските медицински колежи обучението на основата на симулацията се прилага през 2011 г. в 68.0% от медицинските институти и в 25.0% от университетските болници (К. К. Campbell и съавт., 2022). Анализират се отговорите на общо 967 студенти от 139 американски медицински института по отношение на опита им от симулационното обучение в рамките на анкетно проучване през периода между 2016 г. и 2019 г. Оценяват се резултатите от изпълнението на общо 26 задачи. При процедурните задачи най-често се касае за симулация на зашиването (при 89.6%), а най-рядко – за симулация на торакоцентезата (при 80.0% от случаите). При комуникационните задачи най-често се касае за симулация на получаването на информирано съгласие от болния (при 73.2%) и на откриването на медицинска грешка (при 72.4%), а най-рядко – за симулация на снемането на анамнезата на болния (при 51.1% от случаите). При останалите анализирани задачи най-често се симулират компресиите на гръдния кош (при 96.0%), а най-рядко – използването на дефибрилатор (при 22.1% от случаите) (К. К. Campbell и съавт., 2022).

М. R. Jones и съавт. (2022) изследват с различни методи пилотна учебна програма посредством стандартизирани пациенти при общо 31 специализанти по интеграцията на здравословното поведение в системата на първичната педиатрична помощ. Участниците в проучването попълват въпросници за своята ефективност при оценката и лечението на болните както преди, така и след проведеното симулационно обучение. Установява се статистически достоверно подобрение на тази ефективност по отношение на болшинството от уменията,

свързани със здравословното поведение (между $p \leq 0.05$ и $p \leq 0.0001$). Касае се за оценка и обсъждане на безпокойствата на семействата, използване на инструменти за скрининг, разработване на планове за лечение, предписване на лекарства и осъществяване на ползотворни контакти с клиницистите, ангажирани със здравословното поведение. Анализът на 15 интервюта идентифицира четири основни теми: споделен опит, взаимно ангажиране, контекстуално осмисляне и промяна на поведението.

В хода на ретроспективно описателно проучване в три университета в САЩ D. Badowski и съавт. (2021) съпоставят възприятията на общо 97 студенти по здравни грижи по отношение на задоволяването на учебните им потребности чрез виртуалното обучение, от една страна, и чрез традиционното клинично обучение и използването на симулационни манекени, от друга страна. Традиционното клинично обучение отговаря на тези потребности на студентите за всички изучавани програми по отношение на въпросите за комуникацията, процеса на сестринското обгрижване, критичното мислене и собствената ефективност. Обучението със симулационни манекени отговаря на важните специфични потребности на студентите по отношение на въпросите за критичното мислене и връзката между преподаването и ученето, а виртуалната симулация – за процеса на сестринското обгрижване, критичното мислене, собствената ефективност и връзката между преподаването и ученето.

U. Flössel и съавт. (2021) провеждат след 2017 г. симулационно обучение по външна експертиза на труп в специализирана лаборатория на Медицинския факултет на Техническият университет в гр. Дрезден, Германия, с помощта на манекени и актьори. Касае се за малки групи (включващи до пет участници) от студенти по медицина, служители в полицията и новоназначени полицаи. Резултатите от обучението в различните групи се оценяват с въпросници, съдържащи между три и 11 въпроса. Те се попълват от общо 679 студенти по медицина и 67 полицейски служители. Проведеният курс се характеризира с висока степен на практическа и професионална релевантност. Участниците оценяват изключително положително дидактичното пренасяне на учебното съдържание и компетентната му подкрепа. Създаването и продължаването на

симуляционното обучение, базирано на труп и реализирано в малки групи от участници, е свързано със значителни разходи за оборудване, материали и персонал и изисква сътрудничество на много други структури.

Използваемостта и приемливостта на приложението на анимирания чрез използване на видео виртуален пациент от страна на 94 анкетирани фармацевти, 71 жени и 24 мъже, се анализират по отношение на начина на съветване на болните да се лекуват с високорискови орални антикоагуланти, които не съдържат вит. К. Проучването е проведено през периода между м. ноември 2018 г. и м. август 2019 г. във Великобритания (С. L. Richardson и съавт., 2021). Фармацевтите харесват концепцията за виртуалния пациент и използването му, особено с помощта на тази висококачествена технология. Те предпочитат неговата мобилност и го считат за използваем и приемлив, особено ако може да се ползва с каквото и да било устройство, достъпно по интернет, вкл. и с мобилни телефони, при това без никакви специфични изисквания.

Симуляционното обучение в областта на здравеопазването често има за цел да насърчи трансфера на възприетото по време на обучение: прилагане на знания, умения и нагласи, придобити по време на симулации, към нови ситуации, които могат да се случат на работното място. J. Frerejean и съавт. (2023) предлагат пет общи препоръки за конструиране на тези симулации с цел трансфер: 1) подчертаване на практическото изпълнение на задачата като цяло; 2) провеждане на познавателен анализ на задачата; 3) включване на симулациите в по-широки програми; 4) стратегическо съчетаване и изравняване на симуляционните формати и 5) оптимизиране на познавателното натоварване. Специално внимание се обръща на симуляционните дейности.

2.3. Основни съвременни методи на симуляционните технологии, прилагани в обучението по медицина

2.3.1. Симуляционни модели

Употребата на икономичния симуляционен модел SimSpine се съпоставя с тази на модела EasyGO! при ендоскопската дискектомия в поясната област на

гръбначния стълб от страна на общо 12 неврохирурзи в болницата Karl Storz, гр. Тутлинген, Германия (M. S. Vedi и съавт., 2023). Шест от тях са по-млади (през първите четири години на специализацията си), а останалите шест са в по-старшата група (през петата и шестата година на специализацията си). Те се упражняват последователно с двата физически симулатора. Установява се статистически значимо подобряване на времетраенето на процедурата между първото и второто упражнение (времето за достигане на междудисковото пространство и за самата дискектомия) както за EasyGO! (съответно $p=0.07$ и $p=0.3$), така и за SimSpine (съответно $p=0.01$ и $p=0.04$). Както оценката за ефективност, така и кумулативната оценка на симулационния модел EasyGO!, използван като първи метод, са статистически достоверно по-добри от тези на SimSpine (съответно $p=0.04$ и $p=0.03$). Демонстрирана е успешно икономически ефективната SimSpine алтернатива на по-скъпия EasyGO!.

M. G. Nour и съавт. (2023) изследват образователната стойност на един икономичен и ръчно изработен модел и на един модел с висока прецизност за симулационно обучение на студентите за извършване на крикотиреотомия. Между двете групи не са установени статистически значими разлики по отношение на пол, възраст, месец на стажа, оценка от последния семестър на следването, както и на средната оценка на всеки от десетте проверени въпроса и на общата оценка на тези въпроси. Анализът на удовлетвореността на студентите показва положителна оценка на придобития от тях опит (със средни оценки от 4 и 5 при възможната обща оценка от 5). Студентите дават на ръчно изработения модел средна оценка на използваемостта му от 7, а на скъпия модел с висока прецизност – от 8 при възможната обща оценка от 10.

T. LE Corvec и съавт. (2023) анализират приложението на триизмерен симулационен модел при обучението на шест съдови хирурзи за извършване на различни периферни ендоваскуларни процедури, вкл. и на тромбоаспирация при остра исхемия на крайниците по време на две сесии в реални условия. Средната оценка на анатомичната възпроизводимост на процедурата възлиза на 4.5 ± 0.55 , на навигацията на симулатора – на 4.3 ± 0.82 , а на самата аспирация на тромба – на 4.5 ± 0.84 (при максимално възможната оценка от 5). Дидактичното изследване

показва оценка на подобряването на техническите умения на съдовите хирурзи от 4.3 ± 0.52 . Подобрието на оценката на сигурността на симулатора е с $+1.2 \pm 1.72$.

По време на наблюдателното срезово, нерандомизирано контролирано проучване във Факултета по изследвания в здравеопазването на Техническият университет в гр. Лимерец, Чешка република, V. Spatenkova и съавт. (2023) анализират ефекта от симулационното обучение, насочено към повишаване на качеството на компресията на гръдния кош при кардиопулмоналната ресусцитация на общо 66 студенти по специалността „Медицинска сестра“ между първия и третия семестър на следването. Първата група от студенти полагат междинен изпит със симулационен модел след половин година, а втората – окончателен теоретичен изпит за оказване на грижи при критични ситуации след една година и половина. Качеството на кардиопулмоналната ресусцитация се преценява съгласно четири компоненти: дълбочина на компресията, честота на компресията, време за правилната честота и време за правилното освобождаване на гръдния кош. Статистически достоверна разлика в полза на втората спрямо първата група се установява само по отношение на по-голямата дълбочина на компресията ($p=0.016$) (V. Spatenkova и съавт., 2023).

L. Zheng и съавт. (2022) предлагат нов триизмерен титаниев имплант, подобен на решетка и основан на симулационен модел, проектиран и оптимизиран чрез биомеханичен/механобиологичен подход, който е предназначен за лечение на травми на долната челюст и съобразен със специфичните биомеханични, физиологични и клинични изисквания на пациента. Имплантът наподобява морфологията на порестата и кортикална част на костта, а именно – вътрешната спонгиозна структура, подобна на трабекули, която може да се запълни с материали за костна присадка, и външната структура, подобна на решетка, която може да осигури капацитет за механична опора. Резултатите от компютъризирания анализ показват, че стойностите на стреса във възлите на модела на импланта намаляват с 43.14%, а процентът на оптималните физиологични напрежения в материалите за костна присадка нараства след ранните етапи на регенерация от 35.79% до 93.36%. Добре проектираните

индивидуализирани импланти притежават отлични биомеханични и механобиологични качества, предотвратяват механичната недостатъчност и осигуряват достатъчно биомеханични стимули за регенерацията на костта (L. Zheng и съавт., 2022).

В своята обзорна статия A. Wierzbicka и съавт. (2022) обсъждат приложенията на различни материали от хидрогел за лечение и възстановяване на органите на отделителната система, вкл. и за въвеждане на лекарства в пикочния мехур, проектиране на уретрални стентове и съвременни катетри, лечение на везико-уретралния рефлукс, реконструкция на дефекти на пикочния мехур и уретрата, както и под формата на разтвори – за лечение на уринарната инконтиненция. Наред с това непрекъснато нараства броят на приложенията на материалите от хидрогел при създаването на симулационни модели на органи и на специфични заболявания на отделителната система, посредством които се осъществява обучението на медицинския персонал.

2.3.2. Симулация чрез разширена – виртуална или увеличена реалност

Симулацията с виртуална реалност представлява метод на обучение, при който реалистичната симулация се пресъздава в изцяло онлайн ситуация при среда с „потопяне“ с цел усвояването на дадена дейност (X. Yang и съавт., 2023).

Според S. Syed Abdul и съавт. (2022) внедряването на симулацията с виртуална реалност в първоначалните етапи на медицинското образование позволява на медицинските институти да предоставят по-добро разбиране на клиничната практика. Всеки преподавател може да приспособи съдържанието на материала в учебните програми според предпочитанията и потребностите си, което представлява една от ползите от обучението с виртуална реалност. Това обучение е по-интерактивно и ангажиращо, тъй като предоставя възможности за „учене чрез правене“. Студентите могат да разберат моделирането на триизмерната структура на органите на човека и да работят с инструментите в среда без никакъв риск за болния, без да компрометират неговата безопасност, тъй като не се касае за действителен пациент.

М. А. Rojas-Sánchez и съавт. (2022) провеждат систематичен обзор и библиометричен анализ на 273 статии, посветени на приложението на виртуалната реалност в образованието и реферирани в базите данни Web of Science Core Collections, Scopus и Lens през периода между 2010 г. и 2021 г. вкл. Идентифицират се шест главни теми: инструкции и учене с виртуална реалност, среда на това симулационно обучение, използване на виртуалната реалност в различни области на знанието, процеси на учене с помощта на приложенията на виртуалната реалност или игрите, процеси на учене с помощта на симулацията и проблеми, появили се по време на пандемията с COVID-19.

М. Jayasundera и съавт. (2022) изследват приложението на симулацията с виртуална реалност при студентите по медицина в Университета в гр. Остин, Тексас, САЩ, и установяват, че този метод подпомага прехода на студентите обратно към обгрижването на пациента поради повишаването на увереността им по отношение на вземането на клиничното решение, лечението и общуването с болния в резултат на тази образователна интервенция. Симулацията с виртуална реалност притежава потенциал при обучението по патофизиология и представлява мост, свързващ образованието по фундаменталните и клиничните научни дисциплини.

Според К. Narang и съавт. (2023) понастоящем не може да се подценява хирургичното обучение по анатомия върху трупове. В резултат на намаляването на броя на занятията „лице-в-лице“ и на времето за обучение при леглото на болния вследствие на приоритизирането на осигуряването на грижи и съкращаване на времето, прекарано в операционната зала, се стига до по-малка експозиция на студентите с цел развитие на умения за извършване на процедурите. Авторите осъществяват 51-седмични безплатни курсове за обучение на студентите по медицина и хирургия с виртуална реалност, за да им осигурят висококачествено обучение.

Резултатите от обзора на 133 проучвания показват, че разширената реалност е една иновативна форма за симулационно медицинско образование по хирургия и анатомия (V. R. Curran и съавт., 2022). Има доказателства за това, че

ефективността на този метод е подобна на тази на традиционните методи за преподаване в медицината, но е възможно той да е икономически по-ефективен.

Понастоящем вече се използват различни образователни технологии, които се основават на разширената реалност, а именно – на увеличената и виртуалната реалност в различни области – медицина, дентална медицина и авиация (Y. J. Lee и V. P. Takenaka, 2022). Предлага се прилагането на разширената реалност и в областта на обучението по обществено здравеопазване при студентите и дипломираните лекари. Има се предвид по-добрата им подготовка за работа в реалния свят чрез разработване на комплексни сценарии в тази област, изискващи обществена ангажираност, умения за изследователска работа и вземане на решения с критично значение. Разширената реалност допълва традиционните методи за обучение в класната стая. Тя позволява на студентите по обществено здравеопазване да придобият увереност, да участват в многобройни симулирани ситуации в безопасна среда и да развиват компетентност за справяне с критични случаи като бъдещи професионалисти.

В своята обзорна статия P. Mandal и R. Ambade (2022) обсъждат приложението на увеличената реалност при извършването на артропластиката на коляното. Увеличената и виртуалната реалност обикновено се използват заедно при обучението по ортопедична хирургия като привлекателен и добър инструмент извън операционната зала. Коментират се както употребата на тази симулационна технология и последствията ѝ за ортопедичните хирурзи и пациентите, така и нейните морални и практически въпроси. Благодарение на иновативната технология на увеличената реалност ортопедичната хирургия може да участва в телемедицинската революция.

Според E. Peisachovich и съавт. (2022) преходът към осъществяване на симулационното обучение с виртуална реалност чрез стандартизирани лица в рамките на образователната институция в здравеопазването създава възможности за синхронно и асинхронно образование. Симулационното обучение с виртуална реалност създава опорни точки за съществуващите показатели за успехите и постиженията, използвани за най-доброто разбиране на

опита на обучаваните и на преподавателите. Стандартизираните среди представляват ефективен инструмент за изграждане на доверието на обучаваните в самите тях при различните образователни нива и запълване на празнината между теорията и практиката в областта на здравеопазването.

M. A. Molloy и съавт. (2022) провеждат симулационно обучение с виртуална реалност при студенти по специалността „Медицинска сестра“ в институти в Китай и САЩ. Касае се за две синхронни виртуални сесии в Zoom с продължителност от 1.5 часа с интервал между тях от един месец. Оценките според модифицирания инструмент за ефективността на симулацията при първата симулация (видео снимки с фокус върху определянето на приоритети за грижи, вземане на решения за подходящи сестрински действия и интервенции въз основа на приоритети и културни съображения) варират между 75.0% и 100%, а при втората симулация, която е компютъризиран акушерски случай на нормално раждане – между 88.9% и 100%. Повечето студенти споделят, че симулацията подобрява уменията им за клинично мислене.

Z. Zhou и съавт. (2022) прилагат персонализирана спрямо пациента симулационна система за обучение на базата на виртуалната реалност при перкутанното поставяне на игли и съпоставят резултатите от използването на две симулационни технологии (zSpace и Vive) при 20 начинаещи лекари. Приложението на технологията zSpace е свързано с по-кратко време на процедурата в сравнение с това на Vive (90.32 sec спрямо 68.94 sec). Грешките при поставянето на иглите са сходни при двете групи – 1.27 ± 0.68 mm при zSpace и 1.56 ± 0.81 mm при Vive. Участниците в проучването предпочитат начина на работа и удобството при zSpace, но смятат, че проникването на иглата е по-добро при Vive.

По време на пандемията от COVID-19 M. Gami и съавт. (2022) въвеждат пакет от методи за симулационно обучение (симулация с виртуална реалност и симулация на работата в болничното отделение) при общо 150 студенти от два медицински института във Великобритания, проактивното набиране на 14 преподавателя, посветени на обучението, и закупуването на технологични

платформи. Смесеният подход на учене допълва взаимодействията между студента и пациента в отделението чрез сесии на преподаване с виртуална реалност и преподаване „лице-в-лице“ там, където е подходящо. Предварителните резултати от изследването на обратната връзка на студентите подсказват, че адаптациите, предизвикани от пандемията, технологичните иновации и симулационното обучение са били успешни. Студентите придобиват бързо увереност, знания и умения, необходими за прогресивното им развитие.

2.3.3. Триизмерно принтиране

Според Т. Kamio и Т. Onda (2022) специфичните за пациента триизмерни модели на сложни анатомични структури, произведени посредством новата иновативна технология за триизмерно принтиране, се използват с различна цел - за хирургическа симулация, обучение, медицинско образование, научни изследвания. Цената на персоналните 3D принтери с нисък клас е по-ниска от тази на професионалните 3D принтери с висок клас. Разходите при работата с тези персонални принтери са по-малки, което позволява въвеждането им в клиничната практика, напр. при хирургичната симулация. Практика е самите хирурзи да създават триизмерни костни модели със стереолитографски 3D принтери, предназначени за употреба в оралната и лицево-челюстна хирургична практика.

А. Peri и съавт. (2022) създават и валидират нова симулационна платформа за хирургическо обучение по бъбречна трансплантация. Съчетаването на различни триизмерни технологии за принтиране се прилага за репродукция както на ключовата анатомия на долния участък на корема, таза и бъбречната присадка, така и на механичните свойства на тези структури. Двама начинаещи хирурзи извършват за първи път в своята практика общо 30 бъбречни трансплантации. Анализът на времетраенето на симулираната трансплантация показва, че необходимата опитност се придобива след около десет оперирани случая. Двамата хирурзи споделят за нараснала увереност в себе си при извършване на процедурата. Принтираните 3D модели позволяват и специфично предоперативно обучение на пациентите, когато въз основа на образната

диагностика се очаква да има наличие на анатомични варианти на тези структури.

В своята обзорна статия, посветена на литературата, реферирана в базите данни EMBASE и MEDLINE, J. Illi и съавт. (2022) систематизират целия процес на създаването на сърдечно-съдовия фантом чрез преобразуване на изображенията в принтиран 3D фантом, специфичен за пациента, който подпомага визуализацията на сложната сърдечно-съдова анатомия и позволява индивидуализацията на терапията. Касае се за самото изобразяване, използваните материали, технологиите за 3D принтиране и самото валидиране на този фантом. Анализът на 212 публикации показва, че той се описва като ценно допълнение за планиране и ръководства на интервенциите при 108 от тях, като симулация на физиологични или патологични състояния – при 19 от тях, като метод за преподаване при професионалисти по здравни грижи – при 23 от тях, за обучение на пациента – при три от тях, за прогнозиране на изхода от лечението – при шест от тях и за други цели – при 53 от тях. Компютърната и магнитнорезонансна томография на сърцето се използват най-често за осъществяването на 3D принтиране. Процесът на принтиране се извършва чрез един от методите за 3D принтиране – стереолитографията (J. Illi и съавт., 2022).

T. Kamio и T. Onda (2022) обсъждат ефективността на 3D принтиране на сложни анатомични структури чрез моделиране на слятата депозиция за целите на оралната и лицево-челюстната хирургия. Авторите позволяват на хирурзите да разработват самостоятелно 3D модели чрез компютърно-томографско сканиране, да експортират данни с изображения съгласно системата за цифрово изобразяване и комуникация в медицината, както и да създават оптимални модели на стереолитография.

В своята обзорна статия A. Y. Safhi (2022) обсъжда публикациите, посветени на различните методи за 3D принтиране и различните типове на биомастила с цел симулационно обучение по въпросите на лечението и диагностицирането на злокачествените заболявания.

J. Shi и съавт. (2022) провеждат библиометричен анализ на публикациите, посветени на приложението на 3D симулационни технологии с цел подобряване на обучението на студентите и младите лекари по ортопедична хирургия и реферирани в базата данни Web of Science Core Collection до 22.X.2021 г. вкл. Идентифицират се общо 440 публикации по травматична хирургия, 716 – по хирургия на ставите и 363 – по хирургия на гръбначния стълб. В окончателния списък на анализирани публикации се включват само 11 статии с най-голям брой на получените цитирания. Оценката на тези статии доказва непосредствено и обективно превъзходството на тези модерни технологии при обучението по ортопедия. Освен това използваните материали и стабилността на 3D технологии са по-близки до реалната ситуация, което подобрява ефективността им в хода на обучението.

В своята крос-секционна мултидисциплинарна обзорна статия J. Meyer-Szary и съавт. (2022) обсъждат новопубликуваната литература по въпросите на ролята на 3D принтиране за планирането на комплексните медицински процедури, симулацията на нетрадиционните процедури и образованието и обучението на студентите и медицинските специалисти по някои подбрани дисциплини. Идентифицират се многобройни преимущества и приложения като напр. получаване на по-добра представа за анатомията, специфична за болния, по-добро предоперативно планиране, извършване на операции, симулирани с имитация, симулационно обучение и образование, разработване на ръководства по хирургия и на различни инструменти, импланти, специфични за болния, биологично принтирани органи или структури и консултация на пациентите.

В своята обзорна статия Н. R. Pereira и съавт. (2022) обсъждат научната литература по въпросите за ролята на 3D принтиране при планирането на хирургическите интервенции по повод на тумори на сърцето, мозъка, коремните органи и костите в детската възраст. Открояват се предизвикателствата пред тези нови техники на обучение. Използваните материали, техниките на 3D принтиране и необходимите разходи зависят от приложението на конкретната операция.

2.3.4. Компютъризирана симулация

F. Qiu и съавт. (2022) анализират ключовите технологии на интерактивната хирургическа виртуална симулация, използвани при триизмерната реконструкция на медицинските изображения от компютърната томография и магнитнорезонансната образна диагностика. Касае се за възстановяване на обема, максимална проекция на плътността, реконструкция в много плоскости, динамично интерактивно срязване на всякакви повърхности, динамично представяне на един триизмерен модел и на двуразмерно секционно изобразяване, планиране на хирургичната пътека и на интерактивната хирургическа симулация, както и за определяне на най-добрата хирургическа схема на поведение. Тази модерна технология може да се използва широко при обучението по виртуална хирургична анатомия на студентите по медицина.

G. Liu и съавт. (2022) създават 3D принтиран модел на бял дроб с висока прецизност в комбинация със синтетични материали, който модел имитира реален бял дроб на човек. Този модел се основава на компютърно томографските изображения на случайно избран пациент. Синтетичните материали се използват при създаването на белодробния паренхим, кръвоносните съдове и бронхите. Моделът е оценен от десет старши хирурзи, десет млади хирурзи и десет студенти по медицина. Техните средни стойности при зрителната оценка са съответно 3.97 ± 0.61 , 4.56 ± 0.58 и 4.76 ± 0.49 , при тактилната оценка – съответно 3.40 ± 0.50 , 4.13 ± 0.68 и 4.00 ± 0.64 , а при оценката на самата операция – съответно 3.33 ± 0.83 , 3.93 ± 0.66 и 4.03 ± 0.66 . Стойностите на старшите хирурзи както по отношение на зрителната оценка ($p=0.007$), така и на тактилната оценка на консистенцията на белодробния паренхим ($p=0.001$) и на оперативната оценка на деформацията на белия дроб ($p=0.005$) са статистически значимо по-ниски от тези на младите хирурзи и студентите.

С помощта на мултидетекторна компютърна томография и свързана с нея 3D визуализация F. Uchiyama и съавт. (2022) разработват в хода на експериментално проучване симулационна система за обучение с цел осъществяване на целево поставяне на игли в прешлените и оценяват промените

в познанията на общо 21 обучавани лица. Касае се за група от седем експерти, седем обучавани лекари и седем лекари, при които не се провежда такова симулационно обучение. Авторите осъществяват шест теста с виртуални игли при шест пациенти със счупвания на прешлените. Най-високи средни оценки при четири от тестовете се получават от експертите (съответно 3.86; 6.57; 7.43 и 7.57). Следват средните оценки на симулационно обучаваните лекари (съответно 1.86; 6.14; 6 и 6.29) и на лекарите без такова обучение (съответно 1.14; 4.14; 4.71 и 4.86).

L. He и съавт. (2022) проектират цифров компютърнотомографски симулатор за висококачествено обучение по радиология въз основа на математическите и физическите принципи на компютърнотомографското изобразяване. Проектът на програмния продукт включва четири части: конструкция на примерните модели, конструкция на параметрите на изобразяването и на артефактите, проектиране на моделите за придобиване на данни при различните начини на сканиране и проектиране на алгоритъма за реконструкция на изображението. Систематичната верификация показва, че симулаторът осъществява не само придобиване на сурови компютърнотомографски данни, реконструкция на изображението, базова обработка и анализ на качеството на изображенията като един реален компютърнотомографски скенер, но също така симулира и образуването на артефакти. Този симулатор има редица предимства – ниска цена, необходимост от малко пространство в помещението и липса на увреждане поради йонизиращата радиация. Той може да се прилага както като експериментална виртуална платформа за обучение, така и за повишаване на качеството на курсовете по обща компютърнотомографска рентгенология или на самостоятелното обучение на специалистите по компютърна томография (L. He и съавт., 2022).

S. Rezaei и съавт. (2022) провеждат систематичен обзор на 16 проучвания, посветени на ефективността на компютъризираното симулационно обучение по физиотерапия, публикувани между 2008 г. и 2022 г. и реферирани до 10.IX.2022 г. вкл. в базите данни *MEDLINE* (чрез *PubMed*) и *Scopus*. Седем публикации са

от автори от САЩ, четири – от автори от Австралия, а три – от автори от Швеция. Броят на изследваните студенти варира между осем и 162. Седем статии са посветени непосредствено на обучението на студентите по физиотерапия, а две статии – на обучението на практическите им умения. Положителни качествени резултати се съобщават в три проучвания, а статистически значими положителни ефекти от обучението – при 13 количествени изследвания. Тези ефекти се отнасят за няколко области – подобряване на професионалните и поведенчески способности, на познанията и самоувереността, както и намаляване на стреса. Подходите на компютъризираното симулационно обучение допринасят за намаляване на разходите и повишаване на качеството на образованието (S. Rezaei и съавт., 2022).

N. Kummer и съавт. (2022) обсъждат резултатите от реализирането на иновационен образователен проект за внедряване на дигитални симулационни технологии при проблемно-ориентираното обучение на студенти по бакалавърска програма по съдебна медицина във Факултета по криминално право на Университета в гр. Лозана, Швейцария. Използват се компютъризиран инструмент за симулация на сцена на престъпление, позволяващ на студентите нейната 360⁰ визуализация, и инструмент за комуникация с цел улесняване и централизиране на общуването между студентите и преподавателите. Преди 2020 г. упражненията със студентите се провеждат само в традиционна обстановка, а от 2021 г. – успешно и в онлайн-среда. Касае за нарастваща обща удовлетвореност на студентите и преподавателите от новите методи на обучение. Все пак студентите изразяват предпочитанията си за общуване „лице-в-лице“ с преподавателите.

2.3.5. Интерактивна виртуална симулация

S. Kiyofuji и съавт. (2023) изобретяват преносим виртуален интерактивен неврохирургически симулатор за аудиовизуално обучение онлайн с цел тактилна обратна връзка и предназначен за извършване на задна петрозектомия. Три метода на обучение (с разработения симулатор, лекции и видео презентации и дисекция на 3D принтиран модел на слепоочната кост) се оценяват от по десет

неврохирурзи в болницата. В началото лекарите присъстват на лекцията. След това те се разделят на случаен принцип на две групи. Лекарите в първата група използват симулатор, а тези във втората присъстват само на видео презентацията. Средната възприета твърдост на порестата кост при симулатора възлиза на 70% спрямо тази на компактната кост. Симулаторът превъзхожда лекциите и видео презентациите по отношение на обратната връзка и повторните практики, както и на приспособимостта му към голям брой среди за обучение. Касае се за задоволителна степен на валидиране на симулатора (S. Kiyofuji и съавт., 2023).

A. Wilson и съавт. (2022) представят нов алгоритъм за извършване на ептино срязване на костта с висока прецизност по време на двустранната сагитална разделяща остеотомия чрез интерактивна виртуална симулация. Новият подход позволява параметризацията на честотата на ерозията, скоростта на срязване и костната плътност, което го прави подходящ за прилагане с цел срязване на различни материали в областта на денталната медицина (напр. обработка на зъби) и при разнообразни хирургични остеотомии.

B. Liu (2022) провежда проучване на една система за проектиране на интерактивна виртуална анимация, основана на задълбоченото учене. Счита се, че технологията на виртуалната реалност играе важна роля в мрежите за комуникация, включващи по-значителна употреба на инструментите, изобилие на приборите, имерсия, интерактивност, концептуализация и холография. Проведените симулационни експерименти показват, че времето за подпомагане на проекта на тази схема за анимация се намалява с 10 min в сравнение с първоначалното време.

През последните години интерактивната виртуална реалност, основана на обратната връзка, излезе на преден план при симулационното обучение по хирургия на гръбначния стълб (T. Chen и съавт., 2021). Авторите оценяват ефективността на модула за симулация с виртуална реалност, създаден с оригинален програмен продукт, и ролята ѝ при обучението по анатомия на гръбначния стълб и по техниките за декомпресия при 20 специализанти по

ортопедия и осем специализанти по неврохирургия. Оценките на анатомичните знания преди обучението се подобряват прогресивно и показват силна положителна корелационна зависимост с годината на обучението (коефициент на Pearson $r=0.79$). Постига се средно подобрене на оценките от теста след обучението с 11.4% при лекарите през първата и третата година на специализация и с 1.0% – при другите специализанти. Според 89% от участниците в проучването модулът за симулация с виртуална реалност е полезен за разбирането и научаването на патологията на спиналната стеноза; според 71% от тях – за подробното разбиране на техниките за декомпресия, а според 96% от тях – за предоперативното планиране с помощта на модели, специфични за пациента (Т. Chen и съавт., 2021).

S. Goldin и съавт. (2022) използват подхода със смесени методи за анализ на успешно проведената през периода между 9.II.2021 г. и 15.VI.2021 г. кампания за създаване на глобален капацитет за ваксинацията против COVID-19 по инициатива на СЗО, при която се касае за развитие на динамично интерактивно виртуално симулационно обучение под формата на уебинари, сесии и дискусии на английски и френски език сред участници от общо 179 страни или от 93% от страните, членуващи в СЗО.

Y. Luo и съавт. (2021) проектират система за обучение с интерактивна виртуална симулация с цел създаване на ефективна пътека за подготовка за спешните случаи в системата на общественото здравеопазване за появяващите се сериозни инфекциозни заболявания и описват нейните теоретичните постановки и рамки за реализация. Образователното съдържание включва 20 умения за знания, емоция и поведение и пет аспекта (сътрудничество с дейността по профилактиката и контрола, подобряване на способността за реакция по спешност, гарантиране на доставките и оборудването, подготвяне на икономическите ресурси и поддържане на физическото и психичното здраве). Мрежата на операционната система включва интерактивното виртуално обучение, границата на знанията, оценката на интелигентността, модулите на форума на общността, и сърцевината на интерактивния модул на обучение.

G. S. Lewis и съавт. (2022) разработват програмния интерфейс за симулация FracSim с цел виртуална симулация за интерактивна визуализация на биомеханиката на триизмерната фиксация на счупванията на костите и провеждат образователна сесия при 21 ортопеди в болницата. Средните оценки на биомеханичните познания на участниците при предварителния тест възлизат на 5.6 от 10 възможни. Резултатите на по-напредналите лекари са статистически достоверно по-високи от тези на начинаещите им колеги ($p=0.04$). След обучението с FracSim средните оценки на лекарите се подобряват статистически значимо ($p<0.001$) и достигат до 8.0 от 10 възможни.

2.3.6. Симулационни манекени

В продължение на две седмици S. Turner и съавт. (2023) провеждат качествено, обяснително и описателно проучване в Канада посредством полуструктурирани интервюта „лице-в-лице“ върху перспективите на седем студенти и четирима преподаватели по специалността „Медицинска сестра“ по отношение на психологическата безопасност на симулационното обучение с манекени. Студентите идентифицират две теми с акцент върху взаимодействието между тях и преподавателките: 1) динамичните взаимодействия и 2) собствената ефикасност на студентите по време на симулацията. Преподавателите открояват две теми с акцент върху: 1) проектирането на симулационното обучение и 2) доверието.

В рамките на проспективно проучване при общо 126 студенти на средна възраст от 25.3 г. (между 22 и 45 г.), 77 жени и 49 мъже, проведено в Медицинския факултет на Университета „Гьоте“ в гр. Франкфурт, Германия, J. Sterz и съавт. (2022) съпоставят тридневното обучение по спешна медицина със симулационни манекени и със стандартизирани пациенти по три теми: гръдна болка, нарушено съзнание и задух. Качеството на практическите упражнения, общите впечатления, съдържанието на учебния материал и успехът на обучението се оценяват чрез въпросник. Студентите считат, че стандартизираните пациенти са по-реалистични от симулационните манекени по отношение на възможността за провеждане на методите на изследване и снемане

на анамнезата. Общо 54.92% от студентите предпочитат обучението със стандартизирани пациенти. Оценките на придобитите компетентности по двете теми (гръдна болка и нарушено съзнание) със симулационни манекени са по-ниски в сравнение с тези при използването на стандартизираните пациенти.

Резултатите от систематичния обзор и метаанализ на 15 от общо 2656 проучвания, публикувани на английски или корейски език, по въпросите за ролята на степента на прецизност на манекените, използвани при симулационното обучение на студентите по специалността „Медицинска сестра“ и на медицинските сестри, показват, че манекените с висока прецизност са по-ефективни по отношение на подобряването на уменията и клиничната компетентност на обучаваните студенти и медицински сестри. Двата вида манекени са със сходна ефективност при студентите по отношение на придобитите знания, удовлетвореността и увереността в себе си.

2.4. Приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специалистите по различни медицински дисциплини

2.4.1. Отворена, лапароскопска и роботизирана хирургия

Ефектите на симулационната технология с висока прецизност на основата на сценарий върху компетентността на общо 68 студенти по специалността „Медицинска сестра“ от трети курс по отношение на лечението на екстравазацията поради химиотерапия се анализират в хода на квази експериментално изследване в Саудитска Арабия (A. A. Alkhalaf и D. Y. Wazqar, 2022). Оценките на компетентността на студентите след теста са по-високи в групата, подложена на тази интервенция, отколкото в контролната група, обучавана по традиционните методи, но разликата не е статистически значима.

К. Ebina и съавт. (2022) оценяват с автоматични способи придобитата компетентност по отношение на уменията по лапароскопска хирургия за дисекция на тъкани и зашиване на бъбречния паренхим на 32 експерти (с поне

50 лапароскопски операции), 18 специалисти с междинен опит (с 10 до 49 операции) и 20 начинаещи хирурзи (с до девет операции) след проведеното симулационно обучение върху органи от труп на свиня. Натрупаният опит на хирурзите се изследва с помощта на три алгоритъма за машинно обучение – машина за поддържане на вектора, анализ на основните компоненти заедно с машина за поддържане на вектора и дърво за решение за повишаването на градиента. Методът с дървото за решение за повишаването на градиента е с най-голяма средна точност на оценката при задачата с дисекцията на тъканите (от 68.6%), докато другите два метода превъзхождат споменатия метод със средна точност на оценката при задачата със зашиването на паренхима (съответно от 57.4% и 58.4%).

През периода между м. октомври 2020 г. и м. декември 2021 г. Y. F. Lin и съавт. (2022) провеждат наблюдателно проучване върху самооценката на 145 студенти по медицина от пети и шести курс по отношение на ефективността и удовлетвореността им от приложението на симулационно обучение със смарт очила за извършване на ендотрахеалната интубация и централната венозна катетеризация в Тайван. Самооценката на студентите от шести курс по отношение на ефективността на обучението е по-голяма в опитната, отколкото в контролната група. Използването на смарт очила води до по-голяма удовлетвореност на студентите от този инструмент за обучение и от дейността на инструкторите, особено по време на етапите на процедурата в полето с ограничено пространство.

В. Cai и съавт. (2022) разработват симулатор, съчетаващ медицинско изобразяване, компютърен дизайн и 3D принтиране с цел улесняване на симулацията на хирургически умения за поставяне на порт, интраартикуларно идентифициране на анатомични структури и управление на артроскопа при артроскопията на бедрото. Авторите провеждат крос-секционно проучване при общо 29 ортопеди (начинаещи, с междинен опит и опитни). Установяват се значителни разлики между тези три групи от лекари по отношение на общата оценка на въпросника ($F_{2,26}=11.3$), общата стойност на оценката на артроскопските хирургически умения ($F_{2,26}=92.1$), общата крайна стойност по

скалата на глобалната оценка (F2.26=49), броя на процедурите за използване на флуороскопията от ортопедите (F2.26=7.4) и времето за завършване на задачата (F2.26=23.5). Налице е предимно положителна обратна връзка относно прецизността и използваемостта на симулатора, съпоставени с предишния клиничен опит на ортопедите.

В. Cai и съавт. (2022a) провеждат интервю онлайн върху симулационното обучение за развитие на хирургически умения за извършване на артроскопия на бедрото при общо 159 лекари от общо 130 институции в 27 от 34-те провинциални административни окръга в Китай. Касае се за 66 млади специализанти, 68 консултанти по хирургия и 25 старши консултанти по хирургия. Познавателният капацитет се идентифицира изобщо като най-важния атрибут за обучаемите лекари, докато уменията за лечение на фемороацетабулното увреждане се считат за най-важните специфични умения. Хирурзите възприемат симулацията с помощта на материали от трупове като най-подходящия метод за практикуване на хирургическите умения по артроскопия. Той се предпочита спрямо употребата на симулатора с виртуална реалност, физическите модели с висока прецизност и моделите върху плоска повърхност с ниска прецизност.

В. Stott и М. Driscoll (2022) проектират и валидират аналогови хирургически инструменти за един нов минимално инвазивен симулатор на спиналната фузия. Процедурата се осъществява от опитни хирурзи върху трупове и симулатора, след което лекарите попълват въпросник съгласно 5-степенната скала на Likert. Установява се средна оценка на въпросите, свързани с инструмента, от 3.7/5. При независимото валидиране на аналоговия инструмент, използван при симулационното обучение, се доказва неговата приложимост и ценност.

Приложимостта, ефективността и прехвърляемостта на учебната програма по обща хирургия за специализанти, при която се използва роботизирана учебна платформа със симулирана виртуална реалност, се анализират при 19 лекари през втората и при 22 лекари през четвъртата година на специализацията (I. Radi

и съавт., 2022). Участниците изпълняват по пет задачи по виртуална реалност и три предварително валидирани задачи както преди, така и след интервенцията. Симуляционното обучение включва 33 задачи по виртуална реалност до постигането на обща оценка $\geq 90\%$. Необходимите умения по всички тези 33 задачи се постигат от 34 лекари (от 82.93% от случаите), а средното време за обучение е седем часа (в интерквартилния диапазон между 5 часа и 26 min и 8 часа и 52 min). Установява се статистически значимо подобрене на постиженията при всички количествени показатели на виртуалната реалност ($p < 0.001$) на двете групи специализанти.

A. Goldbraikh и съавт. (2022) разработват нова надеждна симуляционна система за обучение на студенти по зашиването при отворената хирургия, както и алгоритъм за локализация на инструментите и ръцете и за идентифициране на взаимодействията между тях въз основа на обикновени видео данни от уебкамера с цел оценка на придобитите хирургически умения. Общо 25 студенти изпълняват с помощта на симулатора многобройни задачи със зашиване. Провеждат се измервания на времетраенето и на дължината на шева и се анализира техниката, използвана от участниците при държането на инструментите. Разработената мрежа с двойна задача (за локализацията и за взаимодействието между ръката и инструмента) може да разреши съществуващите проблеми и лесно да се разшири до мрежа с много задачи, която е полезна при изображенията с много слоеве и при оценката на взаимодействието между различните слоеве.

Според С. Тоале и съавт. (2022) предпазливата практика на симулацията в хирургичната дейност може да се използва за постигане на предварително определеното ниво на опитност в една среда, безопасна за болния. Тази практика се последва от симуляционна оценка на оперативната компетентност. Използваният подход изисква щателен преглед на настоящата парадигма на обучението и значителни инвестиции в симуляционните технологии. Това може да се разглежда като необходимост в светлината на сериозно обсъжданите давления върху обучаваните хирурзи и техните инструктори. Обсъждат се задълженията на обучаваните хирурзи, инструкторите и органите, ангажирани с

обучението, породени от симулационната технология, и се открояват настоящите аргументи против и в полза на модела на придобиване на опитност посредством симулационното обучение в хирургията.

C. Toale и съавт. (2022a) анализират перспективите за по-широкото приложение на симулационното обучение в хирургията и факторите, свързани с приемливата му употреба, въз основа на резултатите от десет полуструктурирани интервюта с лица, ангажирани в тази област (изпълнителен директор, специалист по управление на риска, практикуващ хирург, анестезиолог, операционна медицинска сестра, представител на фирма от симулационната промишленост, студент по медицина, начинаещ хирург и хирург в напреднал стадий на специализацията си по хирургия). Открояват се четири теми: „необходимостта“ от симулационна оценка, концепцията за „минимален стандарт“, „оптималното проектиране“ на мрежата за симулационна оценка и „безпристрастност“. Симулационната оценка представлява потенциално решение на предизвикателствата на съвременната среда за обучение. Тя не трябва да заменя преценката на инструктора, но позволява на обучаемите да отговарят на минималния стандарт за оперативна компетентност.

В своята обзорна статия M. J. Zdilla и J. Y. Balta (2023) обсъждат глобалните перспективи на използването на симулационното обучение по хирургия при реализирането на практиките на дарителството и придобиването на човешки органи. Открояват се несъответствията по отношение на тези практики и програмите за симулационното обучение в различните континенти и страни. В страните, където доброволното дарителство е основният източник на човешки материал за трансплантация, е налице тенденция за използване на многобройни програми за симулационно обучение по хирургия, които включват този материал като част от самото обучение. Прилагането на активни програми за доброволно дарителство в хода на обучението по анатомия и хирургия, за разлика от употребата на човешки тела без предявени претенции, съответства напълно на развитието на бенефициентните програми за хирургична симулация, основани на дарителството.

Според Р. Shi и съавт. (2022) системите за роботизирано интервенционално хирургическо обучение с виртуална реалност притежават много предимства спрямо традиционните методи на обучение. Авторите разработват нова интервенционална система за обучение чрез виртуална реалност, която представлява разширение на една ендоваскуларна роботизирана система. Тя може да се използва и за целите на интервенционалното обучение чрез виртуална реалност, поради което подобрява качеството на обучението и намалява разходите за него.

F. Hossain и съавт. (2022) съпоставят резултатите от обучението по лапароскопското интракорпорално непрекъснато зашиване на оперативен дефект с помощта на нов и евтин симулационен модел при девет начинаещи лекари и седем експерти по отношение на изразходваното време за приключване на задачата. Видеоматериалите се оценяват от независими специалисти посредством критериите на общата оперативна преценка на лапароскопските умения. Експертите се справят статистически достоверно по-бързо със задачата в сравнение с начинаещите лекари (за 430 ± 107 sec спрямо 637 ± 164 sec; $p \leq 0.05$). Начинаещите лекари са с повече нарушения по отношение на прецизността на процедурата (при среден брой от 30 спрямо 0; $p \leq 0.05$). Средната стойност на общата оперативна преценка на лапароскопските умения е статистически значимо по-висока при експертите, отколкото при начинаещите лекари (от 20.64 ± 2.64 спрямо 14.28 ± 1.94 ; $p < 0.001$).

2.4.2. Образна диагностика

A. Sujar и съавт. (2022) предлагат нов програмен продукт за преподаване на диагностичната рентгенология с помощта на интерактивна рентгенова симулация в реално време и разположение на пациента чрез три основни модула. Бързата и прецизна техника на анимация отговаря за симулирането на етапа на разполагане на пациентите и приспособява вътрешната им анатомия. Използва се виртуална система за рентгенова симулация от отворен източник, която генерира съответните рентгенографии в реално време. Накрая програмният продукт позволява преминаването през всички етапи на рентгенологичната

диагностика – от разполагането на пациента и машинната конфигурация до окончателното усилване на образите. Валидирането на програмния продукт се извършва чрез оценките на 18 рентгенолози въз основа на попълнен от тях въпросник. Общо 72% от участниците считат, че симулациите са реалистични във визуално отношение, 67% от тях – че са полезни, а 78% от тях – че са подходящи за обучението по рентгенология. Наред с това се избягва рискът от облъчване на преподавателите и студентите.

F. Borrelli de Andreis и съавт. (2023) обсъждат усилията на изследователите през последните години да съкратят кривата на обучението по ендоскопската ретроградна холангиопанкреатография, предизвикваща чести и сериозни нежелани странични ефекти и усложнения, най-опасното от които е панкреатитът след тази диагностична процедура, посредством симулационно обучение. При това обучение се използват животински модели *in vivo* и *ex vivo*, механични симулатори, както и симулатори с виртуална реалност или компютъризирани симулатори.

Според С. F. Dietrich и съавт. (2023) в статията на Световната федерация по ултразвук в медицината и биологията се въвежда приложението на ултразвуковата симулация и се анализират нейните предимства и свързаните с нея предизвикателства. Описват се различни типове на симулатори, вкл. и такива с ниска и висока прецизност, изискванията и техническите аспекти на симулаторите и се представят клиничните приложения на ултразвуковата симулация. Обсъжда се ролята ѝ при клиничното обучение и се изследват изискванията за успешното ѝ приемане в образователните структури – както при студентите по медицина и практикуващите лекари, така и при специалистите в други области на здравеопазването.

Според Y. E. Joо (2022) употребата на симулатори за придобиване, поддържане и оценка на уменията по ендоскопия на лекарите в Южна Корея нараства през последното десетилетие. Симулационното обучение ускорява придобиването на специфичните технически умения още през ранния етап на специализацията на лекарите.

Y. Kim и съавт. (2023) обсъждат новите симулатори, използвани за обучението по езофагогастродуоденоскопия, ендоскопска ретроградна холангиопанкреатография и колоноскопия. В края на 2021 г. вече са достъпни три типа на ендоскопски симулатори – механични симулатори, скъпоструващи компютъризирани модели (напр. на виртуална реалност) и модели на животни *ex vivo* и *in vivo*. Моделите на животни са предназначени за обучение с цел извършване на по-сложни процедури – спиране на кръвотечение, полипектомия и др.

Влиянието на три виртуални упражнения върху развитието на симулираните умения за колоноскопия се изследва в рамките на проспективно рандомизирано проучване при общо 24 лекари в гр. Брага, Португалия (R. Morato и съавт., 2022). Касае се за 19 ординатори с едногодишен стаж по гастроентерология и за пет гастроентеролози с над 500 извършени колоноскопии. Опитната група включва десет ординатори, трима мъже и седем жени, а контролната група – девет ординатори, трима мъже и шест жени. Всички ординатори провеждат по 10 повторения на симулираната колоноскопия. Кривите на обучението и пренасянето на уменията се оценяват по четири показателя: процент на изследвана повърхност на лигавицата; време за достигане до цекума (в sec), процент на ефективност на скрининга и процент на времето, през което болният изпитва болка. Валидността на конструкцията се доказва при първото упражнение (Endobubble I) и се верифицира при второто упражнение (Navigation I), като опитните гастроентеролози са статистически значимо по-бързи от начинаещите си колеги ($p=0.040$), но не и при третото упражнение (Mucosal Evaluation I). Анализът на кривите на обучението показва, че лекарите в опитната група достигат статистически достоверно по-бързо до цекума (за 278 sec спрямо 356 sec; $p=0.035$) и постигат по-висока ефективност на скрининга (83% спрямо 75%; $p=0.019$) в сравнение с другите колеги. Резултатите от изследването на пренасянето на уменията показват, че контролните лица достигат статистически достоверно по-бавно до цекума (за 241 sec спрямо 292 sec; $p=0.021$) и при тях процентът на времето с болка на пациента е по-голям (6%

спрямо 9%; $p=0.021$), отколкото при лекарите в опитната група (R. Morato и съавт., 2022).

A. Rohr и съавт. (2022) провеждат пилотно проучване в медицинския център на Университета в гр. Реймс, Франция, при общо 18 лекари, занимаващи се с гастроинтестинална ендоскопия, и шест студенти, върху използването на реперфузиран човешки труп като нов симулационен модел за колоноскопия. Единадесет лекари (пет мъже и шест жени) са опитни специалисти, пет лекари (четири мъже и една жена) са със среден опит, а двама (един мъж и една жена) са начинаещи. Оценяват се честотата на достигане до ректосигмоидалната връзка и времето за достигане до низходящото дебело черво. Ректосигмоидалната връзка се достига от всички опитни специалисти, както и от 80% от лекарите със среден опит и от 75% от начинаещите лекари (без значима разлика между трите групи), а низходящото дебело черво – съответно от 100%, 80% и 50% от участниците, като разликата в този случай е статистически достоверна ($p=0.018$). Средното време за достигане до ректосигмоидалната връзка е съответно 59 sec, 272 sec и 686 sec, а до низходящото дебело черво – 90 sec, 534 sec и 1360 sec. Тези две времена са статистически значимо по-кратки при опитните специалисти, отколкото при останалите участници (двете $p<0.01$). При 19 от общо 22 въпроса според модела за реалистична преценка се касае за „много благоприятни“ и „благоприятни“ оценки, а образователното съдържание се класифицира като „много благоприятно“. Тези резултати доказват, че използваният модел има потенциала на валиден симулационен инструмент за обучението по диагностична колоноскопия (A. Rohr и съавт., 2022).

2.4.3. Дентална медицина

Според A. Tadinada и съавт. (2022) новите симулационни технологии, които включват изкуствения интелект, виртуалната, увеличената и смесената реалност, предоставят съчетани възможности за създаването на завладяващи образователни платформи в областта на обучението по дентална медицина. Опитът от пандемията, предизвикана от COVID-19, показва, че е благоразумно да се разработват учебни програми, които са ускорени и ефективни посредством

създаването на хибридни курсове с цел придобиване на ефективен опит от ученето, независимо от метода на преподаване. Представя се пътна карта за въвеждане на симулационните технологии в учебните програми по дентална медицина, като се обсъждат конкретните предизвикателства и възможните решения на проблемите.

T. Gredes и съавт. (2022) проучват влиянието и ефективността на новоразработения „AR-демонстратор“ в симулационна лаборатория в Катедрата по ортодонтика на Техническия университет в гр. Дрезден, Германия, по практическо ортодонтоско образование на студентите през 2017 г., 2018 г. и 2020 г. Студентите наблюдават всеки отделен етап и получават указания за работа с уреда за подвижни протези и в края на курса попълват анонимно въпросник с 12 въпроса по отношение на резултата от обучението. Средната годишна оценка по скалата на Likert показва една много положителна обратна връзка по отношение на употребата на този нов „AR-демонстратор“ като образователен инструмент. Въпреки признатите му предимства, студентите не предпочитат пълното заместване на пластмасовите отливки и считат, че съчетаното конвенционално и компютъризирано обучение представлява оптималният подход за придобиването на знания и практически умения за работа.

В хода на пилотно педагогическо проучване N. Philip и съавт. (2023) анализират постиженията на студентите и тяхното възприемане на предклиничното обучение по педиатрична дентална медицина чрез тактилна симулация на виртуалната реалност. Първоначално студентите извършват основната процедура на пулпотомия на моларите върху пластмасови зъби. Експерименталната група провежда същата процедура с помощта на устройството SIMtoCARE Dente® за тактилна симулация на виртуалната реалност. След това студентите от експерименталната и контролната група участват в сесия на конвенционална симулирана пулпотомия и дейността им се оценява при пластмасови зъби. Резултатите от анкетното проучване по отношение на количествените показатели на придобития опит не показват значими различия между двете групи.

2.4.4. Анестезиология и интензивно лечение

C. Vuléon и съавт. (2022) проучват чрез анонимна анкета онлайн с 65 въпроса общо 31 директори на програми за следдипломна квалификация и на програми за симулационно обучение по анестезиология и интензивно лечение от 29 центъра, прикрепени към университетски болници във Франция, с цел разработване на стратегия за развитието на обща програма за симулационно обучение по тази дисциплина. Въпросникът включва следните пет раздела: характеристика на центровете, характеристика на учебната програма, характеристика на курсовете на обучение, характеристика на инструкторите и възприятията на симулацията и перспективите за развитието ѝ. Употребата на симулацията е свързана с обучението (при 100%), научноизследователската и развойна дейност (при 61%), проверките на процедурите и организацията на работа (при 42%) и комплексната оценка (при 13% от центровете). При 90% от центровете съществува пълният набор от междупрофесионално симулационно обучение. Обучение по процедурата със симулатори преди клиничните грижи за пациента се провежда „винаги“ при 16%, „най-често“ – при 45%, „понякога“ – при 29% и „рядко или никога“ – при 10% от центровете. Стандартизирани пациенти се използват при 61% от центровете. Повишаване на симулационната дейност се наблюдава при 68% от центровете. Налице е по-ясна перспектива относно децентрализирания подход, при който отделните институции или регионални консорциуми провеждат симулационно обучение по дадена дисциплина по относително хомогенен начин. Тези данни подсказват осъществимостта на разработването на национални указания в тази област (C. Vuléon и съавт., 2022).

Разработването на учебна програма за симулационно обучение по екстракорпорална мембранна оксигенация изисква усилията на интердисциплинарни екипи по време на всеки етап от това обучение (R. T. Bhakta и A. A. Alshuqayfi, 2022). Имат се предвид следните екипи: а) работещите в интензивните отделения лекари, медицински сестри, специалисти по респираторна терапия и поддържащ персонал; б) сърдечно-съдови и общи

хирурзи, асистенти и медицински сестри и в) персонал, специализиран по екстракорпорална мембранна оксигенация, подготвящ и реализиращ това лечебно поведение.

2.4.5. Акушерство и гинекология

D. D. Syamsuri и съавт. (2022) провеждат в Индонезия съпоставително проучване на резултатите преди и след обучението по абдоминална хистеректомия на 33 специализанти по акушерство и гинекология през третата и четвърта година на следдипломното обучение, разпределени по равно в три групи: с използване само на манекена Surabaya за тази операция, само на видео демонстрация на операцията и с манекен и последваща видео демонстрация. Прилагат се два метода на оценка на постигнатите резултати: валидирана обективна структурна преценка на техническите умения и глобална скала за оценка. След интервенцията се наблюдават статистически достоверно по-високи стойности на оценките по двете скали при участниците в третата група в сравнение с тези от първата и втората група, както следва: при първата скала – от 4.64 (между 2.90 и 6.37 при доверителен интервал от 95%) спрямо 2.55 (между 2.19 и 2.90 при доверителен интервал от 95%) и спрямо 3.82 (между 2.41 и 5.22 при доверителен интервал от 95%) ($p=0.047$), а при втората скала – съответно от 10.00 (между 7.01 и 12.99 при доверителен интервал от 95%) спрямо 5.18 (между 3.99 и 6.38 при доверителен интервал от 95%) и спрямо 7.18 (между 6.11 и 8.26 при доверителен интервал от 95%) ($p=0.006$). Средните разлики на стойностите на двете скали на участниците в третата група са по-високи сред лекарите през третата, отколкото при тези през четвъртата година на специализацията: при първата скала – от 5.67 (между 2.88 и 8.46 при доверителен интервал от 95%) спрямо 3.40 (между 0.83 и 5.97 при доверителен интервал от 95%), а при втората скала – съответно от 12.83 (между 8.61 и 17.05 при доверителен интервал от 95%) спрямо 5.67 (между 2.80 и 8.54 при доверителен интервал от 95%) (D. D. Syamsuri и съавт., 2022).

Симулационно обучение по програма за неонатална ресусцитация се провежда при 40 студенти от пети курс на средна възраст от 24.55 г., 29 мъже и

11 жени, през периода между 24.VII.2020 г. и 20.XI.2020 г. в медицински университет в Южна Корея (J. Lee и J. H. Lee, 2022). Обучението включва 5 min за предварителен инструктаж, 30 min за провеждане на симулацията и 10 min за отчитане на резултата с видеозапис. Възприятията на студентите за придобитите от тях технически и нетехнически умения преди и след симулацията се съпоставят чрез съответни въпросници. Постига се статистически достоверно подобрене както на техническите умения (диагностика – $p=0.007$ и лечебна дейност – $p<0.001$), така и на нетехническите качества (като ръководител – $p<0.001$, работа в екип – $p=0.001$ и управление на задачите – $p=0.020$). Налице е повишаване на клиничната компетентност на студентите.

2.4.6. Медицински сестри и акушерки

В хода на количествено лонгитудинално проучване през периода между м. май 2019 г. и м. януари 2020 г. в Норвегия А. М. Нøegh-Larsen и съавт. (2022) установяват при 38 студенти от втори и трети курс по специалността „Медицинска сестра“, провеждащи обучение в университетски симулационен център, значимо нарастване на дългогодишната перспектива на тяхната собствена професионална компетентност по отношение на анализираните шест области според кратката форма на професионалната скала на медицинските сестри през четири отделни периода. При преминаването от симулационното обучение към практикуването в клиничната среда се наблюдава значително намаляване на компетентността на студентите в четири от тези области. Сестринските грижи, базирани на ценности, се оценяват най-високо, докато развитието, лидерството и организацията на тези грижи – най-ниско през всички периоди.

А. Mestre и съавт. (2022) анализират влиянието на обучението в малки групи посредством виртуално стандартизирани пациенти върху индивидуалния процес на учене и интеграцията на учебната програма при общо 617 студенти по специалностите „Медицинска сестра“ и „Медицина“ от 11 научни институции в осем страни в рамките на многоцентрово кохортно проучване. Възприятията на студентите се оценяват с въпросник с 27 въпроса преди и с подобен въпросник с

32 въпроса – след провеждането на обучението. Първоначално студентите по специалността „Медицинска сестра“ съобщават за по-голяма интеграция на учебната програма и по-голям клиничен и симулационен опит в сравнение със студентите по медицина. След обучението в малки групи участниците споделят за настъпилите значителни подобрения при пет от шестте въпроса, свързани с индивидуалния процес на учене и при всичките седем въпроса, свързани с интеграцията на учебната програма, като резултатите на студентите по специалността „Медицинска сестра“ са подобни на тези на студентите по медицина (A. Mestre и съавт., 2022).

През зимните месеци на 2021 г. и 2022 г. A. Sterner и съавт. (2023) провеждат 14 полуструктурирани интервюта при неотдавна дипломирали се медицински сестри с цел проучване на опита им, придобит по време на едnodневно симулационно обучение преди два месеца за осигуряване на здравни грижи при спешни ситуации. Резултатите от тематичния анализ на интервютата могат най-общо да се представят в три тематични области: структурирана и споделена стратегия за справяне със спешните ситуации; разработена роля на дейността при тези ситуации и по-изчерпателно разбиране на ситуациите по спешност. Симулационното обучение допринася за развитието на способността за полагане на грижи за пациентите при спешните ситуации по отношение на готовността за действие и широкото разбиране на контекста.

Приложението на двучасовата симулация с виртуална реалност или „лице-в-лице“, или с персонален компютър, при обучението в екип при стрес и влошаване на клиничното състояние на стандартизирания пациент е съпоставено при 60 студенти от специалност „Медицина“ и 60 студенти по специалността „Медицинска сестра“ от трети и четвърти курс в рамките на рандомизирано контролирано проучване в Сингапур (S. Y. Liaw и съавт., 2022). Наблюдава се значимо повишаване на систолното кръвно налягане и психологическите реакции спрямо стреса при двете групи. Въпреки че психологическата реакция спрямо стреса корелира отрицателно с нивата на доверието ($r=-0.43$; $p<0.01$), липсва асоциация между реакцията спрямо стреса и оценката на постиженията на студентите. Виртуалната реалност с персонален компютър осигурява

резултати на студентите, подобни на тези при конвенционалното симулационно обучение.

2.4.7. Ортопедия и травматология

M. Sivanathan и съавт. (2022a) разработват обикновени и усъвършенствани симулатори на проксималната тибия на възрастни пациенти като модел на децентрализирано симулационно обучение при преподаването на процедурата за вътрекостен достъп и инфузия при студенти-парамедици. Тези симулатори са евтини и гъвкави и може да се използват извън симулационната лаборатория. Идентифицират се шест характерни особености (една задължителна и пет възможни) по отношение на обикновения и осем (три задължителни и пет възможни) – на усъвършенствания симулатор. Проучването на оценките на участниците в тестването на симулаторите показва наличието на различни перспективи и списък с характеристики на проектирането на лесно достъпните симулатори в бъдеще, към които спадат ниската цена и високата подвижност.

Резултатите от интервюирането онлайн с 14 задължителни въпроса при общо 637 ортопедични хирурзи в Китай, посветено на обучението по ендоскопска хирургия на гръбначния стълб и проведено през м. април и м. май 2022 г., показват, че оперирането върху симулационни модели или трупове се счита от по-младото поколение за най-полезния метод на обучение (от страна на 216 от общо 375 респонденти или от 57.60% от случаите) (Y. Xie и съавт., 2022). Следват теоретичните курсове онлайн или офлайн (според 67 респонденти или според 17.87%), придобиването на възможности за работа по време на операциите (според 51 респонденти или според 13.60%) и честото участие в операциите като асистенти в състава на хирургичния екип (според 41 респонденти или според 10.93% от случаите).

Резултатите от обзора на 35 от общо 1617 публикации, посветени на симулационното обучение по лечение на травмите и реферирани в базата-данни *Web of Science* след 2010 г., показват, че само при седем от тях се касае за обучение на студентите (B. Larraga-García и съавт., 2022). Най-често се използва манекенът с висока прецизност (при 18 курса или при 51.43%), следван от

виртуалната реалност (при седем курса или при 20% от случаите). Обучението по технически умения преобладава спрямо това по другите умения. Болшинството от методите за оценка включват попълване на списъци и въпросници. По-голямо внимание се обръща на обучението по лечението на травмите в болнични, отколкото в амбулаторни условия.

2.4.8. Неврохирургия

S. Natheir и съавт. (2023) разработват модел за машинно обучение с цел прецизно разграничаване между умелото и неопитното провеждане на електроенцефалографското изследване и съпоставят уменията на опитни специалисти и начинаещи лекари и студенти при оценката на данните от електроенцефалографията по време на изпълнението на виртуално симулирана неврохирургична задача от страна на 21 участници, разпределени в две групи. Те извършват три процедури на симулирана резекция на мозъчен тумор на платформата NeuroVR™ (CAE Healthcare, гр. Монрал, Канада) по време на електроенцефалографските записи. Първата група включва пет неврохирурзи и специализанти (с четири- до петгодишно обучение), а втората – шест специализанти (с едно- до тригодишно обучение) и пет студенти от специалност „Медицина“. Изследват се 13 количествени електроенцефалографски показателя, като участниците се обучават по седем типа на модели на машинно обучение. Най-висока прецизност се постига при изкуствената неврална мрежа (от 100%). Интерпретацията на моделите чрез анализа по Shapley идентифицира ниската вълна алфа (8-10 Hz) като най-важната характеристика за класифициране на експертизата. Ниската вълна алфа е статистически достоверно по-висока при опитните неврохирурзи ($p=0.044$). Освен това при тях се установяват както статистически значимо по-ниско отношение между тета- и бета-вълните ($p=0.048$), така и статистически достоверно по-високи бета- (13-30 Hz; $p=0.049$), бета 1- (15-18 Hz; $p=0.014$) и бета 2-вълни (19-22 Hz; $p=0.015$), представляващи важни показатели при оценката на експертизата (S. Natheir и съавт., 2023).

P. Pearce и съавт. (2022) провеждат обширен обзор на 40 статии и метаанализ на три от тях, посветени на клиничните приложения на 3D принтираните модели на гръбначния стълб и реферирани в базите данни *PubMed*, *EMBASE*, *the Cochrane Library* и *Scopus* през периода между 2011 г. и 7.IX.2021 г. вкл. Основната употреба на тези модели чрез общо шест технологии на принтиране и разнообразни материали включва предоперативно планиране, обучение и симулация. Моделите за предоперативно и интраоперативно планиране показват намаляване на стойностите на показателите на ключовия хирургически капацитет. Като цяло, обратната връзка по отношение на осезаемостта, използваемостта и образователната полза на моделите е благоприятна.

M. Zanella и съавт. (2023) провеждат анонимно интервю с 16 въпроса при общо 57 експерти от 20 страни чрез електронните им пощи, посветено на оптималното преподаване и подходите за обучение по лечението със стимулация на вагусовия нерв с цел рехабилитация на пациента след мозъчен инсулт. Счита се, че бъдещото развитие на хирургията чрез стимулация на вагусовия нерв е свързано предимно с провеждането на уъркшоупи по анатомия (според 29 експерти или 50.88%) и с хирургическата симулация (според 26 експерти или 45.61% от случаите).

M. Holtmannspötter и съавт. (2022) представят перспективите пред процеса на напредък, основан на опитността, по отношение на симулационното обучение с виртуална реалност за извършване на ендоваскуларна тромбектомия при болни с исхемичен мозъчен инсулт. Авторите споделят опита си при характеризирането на тази процедура, количествената ѝ валидация и приложението на този подход при обучението за създаване на умения. Резултатите, постигнати при болния, се определят въз основа не само на оптималната успеваемост според теста *Angio Suite*, но и на ефективността на извършването на процедурата при този болен.

2.4.9. Други дисциплини

G. S. Huang и съавт. (2022) представят обзор върху реферираните в базите данни *PubMed*, основния *Google* и *Google Scholar* публикации за произведените в САЩ и други страни и понастоящем достъпни на пазара симулатори за диагностична и интервенционална трансезофагеална ехокардиография. Обсъждат се специфичните образователни потребности за осъществяване на структурните сърдечни интервенции, при които ехокардиографската симулация може да представлява важен инструмент за обучение, и необходимите мероприятия за подобряване на обучението за извършване на сложни процедури в областта на интервенционалната ехокардиография.

W. C. Chung (2022) разглежда съвременното състояние и указанията за подобряване на обучението по гастроентерология на специалисти, разработени през 2017 г. от Корейското дружество по гастроинтестинална ендоскопия. Счита се, че системата за практическо образование с помощта на симулатори подпомага програмата за това обучение. Нейната цел се състои в създаването на добри гастроентеролози, а не – само на ендоскописти.

F. Barghi Shirazi и съавт. (2022) провеждат систематичен обзор на литературата върху съставките на симулационното обучение за работата на катедрата по спешна болнична помощ при аварии и бедствия, реферирана през периода между м. януари 2010 г. и м. юли 2021 г. в базите данни *MEDLINE/PubMed*, *EMBASE*, *ProQuest*, *Scopus*, *Web of Science*, *Iran medex Google Scholar* и *Scientific Information Database MagIran*. Идентифицират се три основни категории и десет подкатегории на факторите, които са свързани с персонала (систематизиране на персонала, умения за справяне, безопасност и комуникация), с медицинските услуги (триаж, времетраене и пренасяне на пациентите с травми) управлението и поддържането на инструментите (физическа среда, оборудване и информационна система). Благодарение на системното планиране, симулацията позволява идентифицирането на проблемите в отделението за спешна помощ по време на аварии и бедствия.

J. Vaughn и съавт. (2022) изследват със смесени методи развитието, внедряването и перспективите пред студентите по спортна медицина и сестрински грижи на една иновативна междупрофесионална образователна симулация и оценяват нейната ефективност. Студентите се ангажират да участват в реалистичен сценарий за здравно обслужване с цел повишаване на знанията си за другата професия, развитие на междупрофесионални умения, съвместна работа и ефективно общуване в рамките на екип. В първата група участват 13 студенти, а във втората – 12. Повечето от тях отговарят положително на зададените въпроси с отворен отговор. Резултатите от качествения анализ показват, че респондентите възприемат положително тази симулационна дейност, тъй като тя им помага да открият ценността на междупрофесионалните грижи за пациента. Находките от количествения анализ посочват, че студентите считат това симулационно обучение за ефективна методология за учене при постигането на целите им.

В рамките на пилотно проучване K. F. Cenzon и съавт. (2022) провеждат интервенции със симулационно обучение с виртуална реалност за обгрижване на деца с нарушение в аутистичния спектър при 33 студенти от втори курс по дентална хигиена. Установяват се статистически достоверни разлики по отношение на споделяната сигурност в предоставянето на грижите за тези пациенти след дипломирането на студентите, оценката на уникалните потребности на болните деца и разбирането на денталните им потребности ($p < 0.05$). Налице е значително повишаване на самочувствието на студентите при осигуряването на обслужването на болните деца, свързано с денталната хигиена.

Влиянието на интензивното едноседмично симулационно хирургическо обучение по осем аспекта на трабекулектомията върху компетентността по основните хирургически умения на общо 49 офталмолози, живеещи в шест центъра за обучение в Субсахарна Африка (в Кения, Уганда, Танзания, Зимбабве и Южна Африка) се анализира в рамките на многоцентровото, многонационално, рандомизирано контролирано проучване за симулационна хирургия при глаукома (GLASS) (R. Annon и съавт., 2022). Средните първоначални оценки на хирургическата компетентност в групата със симулационна интервенция и в

контролната група са съответно 2.88/16 (IQR 1.75 ÷ 4.17) и 3.25/16 (IQR 1.83 ÷ 4.75). След интервенцията настъпва повишаване на средните оценки до 11.67/16 (IQR 9.58 ÷ 12.63) и този ефект се задържа както след три месеца, така и след една година ($p=0.001$). Максимални оценки на компетентност след симулационната интервенция се постигат по следните три аспекта на трабекулектомията: шиене, което може да се освободи (74%), образуване на ламбо на склерата (70%) и инцизия на склерата (65%).

През лятото на 2018 г. Американският съвет по академична физикална терапия назначи девет специалисти с компетентност по симулационното образование, за да разработят панел на стратегическата инициатива по симулацията (M. Quiben и съавт., 2022). Техните задачи бяха: 1) да изследват употребата на симулацията при образованието на физиотерапевтите; 2) да проучат ролята на симулацията за покриването на акредитационните стандарти и елементите на учебната програма, свързани с клиничното и междупрофесионалното образование и 3) да опишат моделите и най-добрите практики на употребата на симулацията при образованието на физиотерапевтите. В резултат на тригодишната работа на участниците в този панел се идентифицират редица значителни празноти както в симулационното обучение, така и в научноизследователската практика. Изясняват се съществените елементи, необходими за оптимизирането на предоставянето на ефективно симулационно обучение по физикална терапия.

J. Eber и A. C. Peterson (2022) анализират различията между по-опитните и по-младите ординатори по урология, осъществяващи радикална и частична лапароскопска нефректомия със симулационен модел от жива тъкан на свиня. Провеждат се общо седем сесии на симулации с жива тъкан, като 12 лекари извършват общо 22 операции – 12 радикални и 10 частични лапароскопски нефректомии. Всеки лекар участва средно в две сесии. По-младите ординатори извършват общо 15, а по-опитните – общо седем операции. По-младите ординатори извършват общо 11 радикални операции за средно 125 min, а по-опитните - общо шест частични операции. Средното оперативно време при частичната лапароскопска нефректомия, осъществена от по-опитните

ординатори, е 152 min, а от по-младите им колеги – 173 min ($p=0.35$). По-опитните ординатори превъзхождат статистически значимо по-младите си колеги и по отношение на ексцизията на симулираната увреда при частичната лапароскопска нефректомия ($p=0.07$). По-младите ординатори имат нужда от почти два пъти повече време (42 min спрямо 23 min) при дисекцията на хилуса, като тази разлика спрямо по-опитните им колеги е статистически достоверна ($p=0.03$) (J. Eber и A. C. Peterson, 2022).

2.5. Качество и ефективност на съвременните симулационни технологии в обучението по медицина

A. Yoshikawa и съавт. (2022) разработват протокол за систематичен обзор и метаанализ на литературата, посветена на симулационното обучение на студентите по въпросите на профилактиката и контрола на инфекциозните заболявания, и реферирана в базите данни *CENTRAL*, *MEDLINE* и *Scopus* през периода между м. януари 1990 г. и м. септември 2022 г. вкл. Ефектите от това обучение се оценяват с качествени и количествени методи.

Y. Kho и съавт. (2022) анализират изпълнимостта и ефективността на един новоразработен модул за обучение чрез 3D принтиране за управление на работата по време на ретроградната интравенална хирургия чрез флексибилна уретероскопия. Средният период на обучение на всички 17 участници възлиза на 3.05 ± 1.80 г. Единадесет от тях (64.71%) асистират по време на операцията при по-малко от 100 болни, а шест лекари (35.29% от случаите) – при повече болни (между 100 и 500). Средното време за управление на операцията при общо 308 случая възлиза на 153.4 ± 92.6 sec, максималното – на 354.3 ± 177.2 sec, а минималното – на 80.1 ± 25.6 sec. Средното време за управление на операцията при първата операция до последната намалява от 251.4 ± 108.0 sec до 93.9 ± 33.2 sec, като средното намаление възлиза на 201.3 ± 133.3 sec. Почти всички лекари са удовлетворени от обучението.

D. M. French и съавт. (2022) провеждат телесимулационно обучение на 24 лекари по спешна медицина на територията на щата Северна Каролина (САЩ).

При значително усложнените симулации се използват манекени с висока прецизност. Наблюдават се тенденции към подобряване на времетраенето на вентилацията с маска и първоначалното назначаване на епинефрин. Средните оценки при познавателния тест се повишават с 9.6%. Общо 18 от обучаваните лекари (75%) споделят, че симулацията е комфортна, 20 от тях (83.33%) съобщават за комфорт при видео конферентната връзка със симулационния център, а 17 от тях (70.83% от случаите) – за удобство при интубацията след проведеното обучение.

Според J. Urbina и S. M. Monks (2022) валидирането на инструментите за оценка на симулационното обучение в областта на здравеопазването гарантира, че обучаваните лица могат да покажат интеграцията на познанията и уменията си в реална среда. Самият процес на оценка влияе върху процеса на развитие на учебните програми, обратната връзка и ученето. Трябва да се определи фокусът на симулацията – дали да е преподаването, или да е ученето. В първия случай трябва да се акцентира върху критериите за постиженията с упражнения за създаване на комплект от способности на основата на уменията и да се оценява ефективността на метода на преподаване при обучението за решаване на задачите. Във втория случай целта на симулацията е да определи ученето от високо ниво, а след това да се измерят многобройни интегрирани способности като напр. разбиране на фактическата информация, решаване на проблемите, анализ и синтез. Валидните и надеждни оценки удовлетворяват потребностите на акредитационния процес и допринасят за обучението на студентите.

Резултатите от систематичния обзор на 76 релевантни пълнотекстови статии на английски език, посветени на симулационното обучение по съдова хирургия и реферирани в базите данни *PubMed* и *EMBASE* до 1.1.2021 г. вкл., валидират общо 34 симулатора и курсове за обучение по отворени и ендоваскуларни процедури (A. Haiser и съавт., 2022). Високи рангови оценки при проучванията се постигат по отношение на съдържанието (при 35), процесите на реакция (при 12), вътрешната структура (при пет), връзките с други променливи (при 57) и последствията (при две). Ниво на ефективност над 3/5 се постига само

при седем проучвания. Най-високо валидираният и ефективен симулатор е ANGIO Mentor. Той е единственият с ниво на ефективност от 5/5.

Н. Al-Wassia и съавт. (2022) провеждат рандомизирано контролирано проучване върху ефективността на симулационното обучение с помощта на манекени с ниска или с висока прецизност по отношение на придобиването и запазването на умения за неонатална интубация при 28 млади педиатри, шест мъже и 22 жени, в две болници в гр. Джедах, Саудитска Арабия. Дванадесет от тях използват стандартния пластмасов манекен ALS Baby (Laerdal Medical Corp., САЩ) с ниска прецизност, а останалите 16 – манекена SimBaby (Laerdal Medical Corp., САЩ) с висока прецизност благодарение на реалистичната анатомия на дихателните пътища и клиничната му функционалност. Преобладаващият брой на педиатрите от двете групи постигат необходимите умения непосредствено след курса на обучение и ги запазват в продължение на шест до девет месеца. Липсват статистически значими разлики между двете групи по отношение на уменията, придобити от педиатрите.

К. К. Howard и съавт. (2022) разработват протокол за систематичен обзор върху стойността на симулацията на роботизираната хирургия с помощта на платформа за виртуална реалност и различни други лабораторни платформи в хода на обучението на начинаещи хирурзи. Ефективността на роботизираната симулация при тези хирурзи се идентифицира въз основа анализа на публикациите по тези проблеми, реферирани в базите данни *PubMed*, *EMBASE*, *the Cochrane Library* и *Web of Science*. При това се дава отговор на въпроса, до каква степен това симулационно обучение на младите лекари, занимаващи се с роботизирана обща хирургия, е свързано с по-добри резултати в сравнение с традиционното им обучение – без симулация.

В рамките на квази експериментално проучване при 101 студенти от втори или трети курс по специалността „Медицинска сестра“ в Южния тайвански университет Н. Y. Chang и съавт. (2022) изследват въздействието на приложението на смартфон с цел обучение на основата на виртуалната симулация върху мненията и ефективността на студентите по отношение на

комуникацията с пациентите по въпросите за допълнителната и алтернативна медицина. Пред всички участници се изнася четиричасова лекция със симулация с ниска прецизност върху оценката на риска и ползата за пациента от употребата на този тип медицина. При студентите от експерименталната група се провежда серия от 13 упражнения с клинични сценарии и с виртуална симулация чрез използване на смартфон. При тях се постига по-силно изразено подобрене на оценките на собствената им ефективност в сравнение с тези от контролната група, особено по отношение на възприятията им за допълнителната и алтернативна медицина и увереността в самите себе си.

Според P. D. Farah и P. El Nacheh (2022) симулационното медицинско образование подобрява клиничната компетентност на студентите и безопасността на пациента, като при подходящото му прилагане е икономически ефективно. При разработването на ефективни учебни програми за симулационното обучение трябва да се имат предвид редица принципи – интеграция на тези програми, обратна връзка, предпазлива практика и умение за учене. Симулацията се прилага при обучението по палиативни грижи във Великобритания още от 1994 г. и се различава от симулацията на основата на процедурите.

Резултатите от обзора на 92 статии върху съвременните тенденции на преподаването и обучението по медицина, основано на виртуалната симулация, показват, че 98% тях са от автори, работещи в Европа, Северна Америка и Азия (Q. Wu и съавт., 2022). При 52% от проучванията се касае за интензивно приложение на виртуалната реалност. Налице са достатъчно доказателства за ефективността на виртуалната симулация при повишаването на знанията или уменията на студентите по медицина. През последните години тази симулация се интегрира широко при обучението върху хирургическите процедури, по спешната и по педиатричната спешна медицина, по фундаменталните медицински науки, радиационната медицина и образната диагностика, пункцията или катетеризацията, медицинското образование по различните професионални направления и в други области.

В своята подробна обзорна статия D. M. Costello и съавт. (2022) систематизират съвременните данни по въпросите на симулационното обучение и новите 3D компютъризирани синтетични органи за обучението по роботизирана хирургия. Оценяват се както валидността и ефективността на симулацията на виртуалната и увеличената реалност, така и моделите на органи от животни, трупове и синтетични материали. Понастоящем на пазара са достъпни шест основни симулационни устройства, предназначени за роботизираната хирургия. Представя се валидността на учебните програми за симулационно обучение с виртуална реалност за психомоторната оценка и придобиването на умения през ранната фаза на обучението по роботизирана хирургия. Високата цена на тези устройства ограничава широкото им разпространение. Животните и труповете се използват от началото на този век и вече се считат за стандарт при симулацията на роботизираната хирургия.

В своя систематичен обзор на литературата S. T. Jallad и B. Işık (2022) оценяват ефективността на симулацията с виртуална реалност като стратегия за преподаване и учене с цел придобиване на клинични умения, справяне със задачите, доверие в себе си, удовлетвореност и ниво на тревожност при обучението на медицинските сестри. При общо 23 проучвания се касае за следните шест теми: умения за работа (при 13), доверие в себе си (при осем), удовлетвореност (при десет), ниво на тревожност (при три), собствена ефективност (при четири) и знания (при 15 проучвания).

P. H. Taylor и K. Coulter (2023) изследват ефективността на телесимулационното обучение и на обучението „лице-в-лице“ на общо 53 студенти по специалността „Медицинска сестра“ за работа със стандартизирани пациенти. Получените резултати показват сходни средни оценки на показателите на придобитата компетентност на студентите при двата метода на обучение.

R. M. Battan (2023) анализират ефективността на програмата за симулационното обучение при 124 служители от персонала, обслужващ домакинството на болницата на Университета „Крал Абдулазис“ в гр. Джедах,

Саудитска Арабия, включваща пет сегмента: обучение за общи познания, лично предпазно оборудване, хигиена на ръцете, почистване на биологични материали и окончателно почистване. След това обучение се постига значително подобрене на конкретните показатели на персонала: при обучението за общи познания – с 33%, при личното предпазно оборудване – с 42%, при хигиената на ръцете – с 53%, при почистването на биологичните материали – с 64% и при окончателното почистване – с 11%.

Ефективността на една иновативна компютъризирана симулация с виртуална реалност при 67 студенти по специалността „Медицинска сестра“, лицензирани за работа в общественото здравеопазване, се оценява в рамките на проучване с използване на смесени методи (J. L. Hoffman и съавт., 2023). След проведеното обучение болшинството от участниците повишават своите оценки от проведените тестове и споделят, че тази симулация е ефективна. Те са придобили нови знания и умения, а използваните материали са много полезни. Идентифицират се ползите за тяхната сестринска практика.

Общо 182 студенти по специалността „Медицинска сестра“ преди лицензирането им, разпределени в групи по пет, участват в 75-минутна симулация за придобиване на подготвеност за незабавно справяне с бедствия (Q. Phan и съавт., 2023). Ефективността на тази иновативна и евтина симулация по отношение на знанията на студентите и увереността им, че могат да реагират при тези спешни ситуации, се оценява с помощта на смесени методи. Студентите съобщават, че след проведеното симулационно обучение както знанията им, така и доверието в самите тях и удовлетвореността им от натрупания опит нарастват.

Ефективността на обучението посредством една зрително усилена психична симулация въз основа на сценарий в режим онлайн при създаването на умения за управление на 20 студенти парамедици, обучаващи се по програма за първа и неотложна помощ в университет в Турция се изследва в хода на квази експериментално проучване (S. Demir и съавт., 2023). Установява се статистически достоверно повишаване на оценките на студентите след образователната интервенция ($p < 0.05$). При болшинството от студентите е

налице положителна обратна връзка по отношение на това симулационно обучение като образователен подход.

Очакванията и възприятията на 32 студенти от втори курс по специалността „Медицинска сестра“, разпределени в пет фокусни групи, относно активната и пасивната роля на инструкторите в хода на двудневния курс на обучение със симулатори с висока прецизност се изследват при качествено проучване в Норвегия (Н. Solli и съавт., 2022). Основната категория за редуването на активната с пасивната роля на инструкторите включва три подкатегории: практическа подкрепа; насочване на комуникацията и емоционално въздействие. Особено важно е инструкторите да имат значителна педагогическа и емоционална компетентност при отношенията си със студентите, съчетана както с клинични и технически умения, така и с умения, базирани на симулацията, за обучение при наблюдаването на различните предпочитания по време на това обучение.

Стойността на приложението на проблемно-базираното образование в съчетание със ситуационното симулирано обучение при клиничното практическо преподаване по радиология се изследва при 120 ординатори в болницата (Т. Gong и съавт., 2022). Обучението на контролната група се осъществява съгласно традиционния план на преподаване. Оценката на контрола на качеството на анализа на изображенията, оценката на интравенозното контрастно вещество и оценката от практически тест са по-високи при експерименталната група. Оценките на малкия и на специалния клас, както и на въпросника за компетентността за работа са статистически значимо по-високи в тази, отколкото в контролната група ($p < 0.05$).

А. J. Hall и съавт. (2022) изследват с помощта на смесени методи ползата от използването на опосредстваната виртуална реалност и на мултимодални уъркшопи за симулационно обучение по извършване на тотална артропластика на коляното при ортопедични хирурзи и операционен персонал. Участниците в проучването споделят за подобро разбиране на принципите на артропластиката – изравняването на компонентите, балансирането на коляното

и интраоперативните стратегии. Обсъжданията на клинични случаи подпомага развитието на умения за диагностика и вземане на решение. Работата с виртуалната реалност подобрява разбирането на картата на хирургическия процес, повишава способността за предвиждане на следващите етапи на операцията и за разбиране на стратегията на процедурата.

Ефективността на една образователна програма със симулационна видео презентация по отношение на нагласата на общо 100 медицински сестри спрямо концептуално споделеното вземане на решение се изследва в рамките на единично-сляпо рандомизирано контролирано проучване (H. C. Hsu и M. H. Lin, 2022). Експерименталната и контролната група включват по 50 медицински сестри. Само в първата група се провежда двуседмично обучение, като през първата седмица се преподава основната концепция за споделеното вземане на решение, а през втората се провежда ситуационно симулационно обучение. С времето се наблюдава значителен основен ефект. И при двете групи се постига повишаване на стойностите на оценката на тази нагласа, като подобряването ѝ при по-късния текст е по-силно изразено в експерименталната група.

M. H. Romli и съавт. (2022) провеждат метасинтез на 23 качествени проучвания, посветени на възприятията на студенти в областта на здравеопазването в Югоизточна Азия по отношение на обучението на основата на симулационни технологии, и реферирани в 12 електронни бази данни. Най-често се касае за онлайн или съчетано обучение, а по-рядко - за виртуална реалност, различни симулации, телездравеопазване, учене чрез игри и видео презентации. Синтезират се три доминиращи теми: 1) културата има значение при провеждането на обучението на основата на симулационните технологии; 2) стойностите и ограниченията на използваната технология и 3) технологията е част от ежедневието и създава нови предизвикателства пред образованието.

В хода на рандомизирано контролирано проучване M. Joseph и съавт. (2022) анализират три основни стресови фактора (медицинска трудност, междуличностно предизвикателство и неуспешна употреба на

технологията/оборудването) при 27 специализанти по спешна медицина в симулирана клинична среда. Междulichностното предизвикателство повишава дистреса, измерен с помощта на въпросника за краткотрайното състояние на стрес, като разликата спрямо другите два стресови фактора е статистически значима ($F[2.144]=9.95$; $p<0.001$). След почивката вариацията в пулса на лекарите намалява статистически достоверно – съответно при медицинската трудност ($p=0.0003$) и при неуспешната употреба на оборудването ($p=0.0027$).

M. Jackson и съавт. (2022) разработват протокол за систематичен обзор на литературата, посветена на резултатите от симулационното обучение на студентите по специалността „Медицинска сестра“ и издирена в базите данни *CINAHL*, *MEDLINE*, *PsycInfo*, *ERIC* и *EMBASE*. Касае се или за оценка на придобитите знания и умения, или за нагласата на студентите. Идентифицират се ефектите на симулационното обучение върху постигнатите резултати, разнообразието на неговите елементи и взаимодействието между тези елементи и резултатите от обучението.

L. Baumann-Birkbeck и съавт. (2022) съпоставят симулационното обучение с виртуална реалност по микробиология с традиционното обучение в лабораторията в хода на интегриран курс по фармакологична терапия при студенти бакалаври от втори курс по фармация. Студентите считат симулацията за ценна и постигнатите от тях резултати подсказват, че учебната дейност, подсилена с тази технология, може да замени до известна степен обучението „лице-в-лице“. Все пак повечето студенти предпочитат традиционното обучение.

Ефективността на симулационното обучение по психиатрия на студентите по специалността „Медицинска сестра“, медицинските сестри и практикуващите сестрински грижи се изследва в хода на систематичен обзор и метаанализ на общо 118 рандомизирани контролирани проучвания с общо 6738 участници, издирени в осем бази данни до 20.VIII.2020 г. вкл. (M. A. Piot и съавт., 2022). Образователните интервенции включват стандартизация на пациенти (при 55), ролеви игри (при 40), виртуална реалност (при 12), манекени и гласови

симулации (при по девет проучвания). Метаанализите на 11 рандомизирани контролирани проучвания показват значимо по-голям ефект на симулацията върху уменията на обучаваните непосредствено след нея, както и слабо и средно изразен ефект върху нагласите им съответно непосредствено след нея и три месеца след нея.

В своя проект за повишаване качеството на кардиопулмоналната ресусцитация R. В. Laco и W. P. Stuart (2022) прилагат симулационно обучение *in situ* и за работа в екип при пет лекари, пет медицински сестри и осем лаборанти в клиника по спешни грижи посредством манекени с висока прецизност и предсимулационна подготовка. Установява се статистически достоверно повишаване на средните оценки по скалата за основна поддръжка на живота на Американския червен кръст след проведеното *in situ* обучение – от 45.42 до 89.21 (при доверителен интервал между 36.89 и 50.68; $p < 0.0001$). Налице е и статистически значимо нарастване на средните оценки на нивата на възприемане на работата в екип от страна на участниците в симулационното обучение след него – от 4.61 до 4.86 (при доверителен интервал между 0.20 и 0.31; $p < 0.0001$).

A. S. Vaetzner и съавт. (2022) провеждат систематичен обзор на 55 статии, посветени на научно оценените методи на обучение за оказване на първа медицинска помощ при бедствия и реферирани в базите данни *Web of Science* и *PubMed* през периода между м. януари 2010 г. и м. септември 2021 г. вкл. Идентифицират се различни методи на обучение – както традиционни (лекции и обучение по сценарий от реалния живот), така и с помощта на симулационни технологии (компютъризирано учене и образователни видео презентации). В повечето случаи се касае за използване на няколко метода на обучение. Макар че всички методи се характеризират с ефективност, при методите с помощта на симулационните технологии често се постигат подобни или по-добри резултати, отколкото при традиционните методи. Обучението чрез погълната виртуална реалност и магнитно резонансното изобразяване се оценяват в сравнително малко на брой проучвания.

J. Y. Kim и съавт. (2022) разработват симулатор на виртуална реалност чрез обработка на данните от изображенията на болния, виртуално създаване на рентгенови образи, пространствена регистрация и технология на виртуалната реалност. В рамките на рандомизирано контролирано проучване се провежда оценка на симулационното обучение на 20 начинаещи лекари за извършване на лумбална епидурална трансфораминална блокада. При експерименталната група се наблюдават статистически значимо по-високи глобални оценки ($p=0.014$), по-кратко времетраене на процедурата ($p=0.025$), по-малък брой на използваните виртуални С-ръце ($p=0.001$), както и по-висока обща оценка на удовлетвореността ($p=0.007$).

Ефективността на симулациите с виртуална реалност и особеностите на тяхното оформление при развитието на уменията за клинично разсъждаване на медицинските сестри и на студентите по тази специалност са обект на систематичен обзор и метаанализ на 12 рандомизирани контролирани проучвания, реферирани в базите данни *CINAHL*, *PubMed*, *the Cochrane Library*, *EMBASE*, *ProQuest*, *PsycINFO* и *Scopus* (J. J. M. Sim и съавт., 2022). Доказва се значително по-добро клинично разсъждаване въз основа на приложните познания и клиничната успеваемост сред участниците в експерименталната, отколкото сред тези в контролната група. Симулациите с виртуална реалност при лечението на пациента, осъществявани с многобройни сценарии, продължаващи повече от 30 мин и свързани с последваща обратна връзка, са по-ефективни.

J. A. van der Leun и съавт. (2022) изследват степента на подобрене на симулационното обучение с виртуална реалност по роботизирана хирургия посредством добавянето на видео презентация при общо 40 студенти и докторанти от една университетска болница в гр. Утрехт, Нидерландия. Измерват се първоначалните и придобитите след това умения за извършване на везикоуретрална анастомоза с помощта на роботизиран симулатор с виртуална реалност и на самия робот *da Vinci*. Експерименталната група работи с роботизирания симулатор при междинна видео ревизия, докато при контролната група тази ревизия е заменена с почивка. При експерименталната група се допускат значимо по-малко травми на уретрата, а шевовете са с по-голяма

оптимална дълбочина. Участниците в контролната група се справят значимо по-бързо със задачата, с по-малко движение на камерата и по-рядко изпускат контрола върху инструментите си. При работата с робота da Vinci всички участници се справят значително по-бързо и техните глобални оценки на уменията, придобити след използването на симулатора с виртуална реалност, са по-високи.

Q. Deng (2022) обсъжда правдоподобността на адаптацията на една платформа за онлайн обучение в университетска среда и потребностите на студентите при използването на този начин на образование в Китай. Провежда се иновационно обучение посредством модерна симулационна технология и изкуствен интелект. Установява се, че потребителите имат повече време за учене, отколкото тези, които не използват тази платформа. При това оценките на техните резултати са по-високи с 21.5% в сравнение с тези на другите студенти.

2.6. Икономически анализи на приложението на съвременните симулационни технологии в обучението по медицина

S. K. Bakhshi и съавт. (2022) изследват ефективността на едно евтино многоцентрово регионално симулационно двудневно обучение на 22 лекари в Южна Азия по неврохирургия за извършване на краниотомия при 3D принтирани черепи и при манекени, предназначени за извършване на лумбална пункция. Съпоставянето на резултатите след първия и третия опит по отношение на придобитите умения показва статистически достоверно подобрене при всички 14 изследвани показателя ($p < 0.05$). Получената обратна връзка варира между 3.9 и 4.8 по петстепенната скала на Likert. Общите разходи за един участник в обучението възлизат на 145 щ.д. и са значително по-малки в сравнение с предишните проучвания.

S. Arango и съавт. (2022) разработват интерактивен симулатор с безплатен онлайн достъп до него, за да подобрят обучението по периперативна трансезофагеална ехокардиография посредством 3D модел на човешко сърце с висока прецизност. Използва се сканиране на сърцето и съседните органи с

висока резолюция, при което действителните анатомични структури се представят с голяма точност. Симулаторът може да се ползва от различни лекари без никакви ограничения за пространство или време.

C. R. Trelles Guzmán и съавт. (2022) разработват валидиран 3D принтиран модел за обучение по флексибилна уретероскопия въз основа на компютърно томографско сканиране на горните пикочни пътища на един действителен пациент. Касае се за една евтина възможност за обучение по урология. Времето за принтиране възлиза на 19 часа. Общият разход за изработване на симулационния модел е 8.77 евро. Този модел позволява лесното въвеждане на флексибилния уретероскоп и изследването на бъбречните чашки както от страна на специалистите по урология, така и в рамките на текущата клинична практика. Възможно е и отстраняването на бъбречни камъни.

С помощта на основна технология S. Kaug и съавт. (2022) разработват икономически изгодна и приспособима симулация на хирургическа интервенция при катаракта и анализират нейната валидност. Те филмират редица симулационни техники, които наподобяват факоемулсификационната хирургия при катаракта с различни „ежедневни“ материали и разпространяват онлайн въпросник за субективна валидация сред колегите си в Англия и Уелс. Касае се за общо 67 анкетирани лекари – 44 мъже и 33 жени. Експертите са общо 35, а начинаещите лекари – 32. Общо 66 участници (98.51%) споделят, че обясненията във видео материала са ясни, а 53 (79.10% от случаите) имат чувството за реалистичност на симулираната оперативна техника. Инструментариумът и адаптациите се считат за дружелюбни спрямо потребителя и възпроизводими от 66 участници (от 98.51% от случаите). Общо 60 лекари (89.55%) смятат, че техниките, описани във видео материала, отразяват техническите умения, необходими за конкретното обучение на хирурзите офталмолози, а 49 лекари (73.13% от случаите) – че тези симулирани техники съответстват на условията за придобиване и на други генерични и прехвърляеми умения по микрохирургия (S. Kaug и съавт., 2022).

Според S. Riches и съавт. (2022) се налага да се повиши икономическата ефективност на обучението чрез виртуална реалност на медицинските сестри, ангажирани с поддържането на психичното здраве на населението във Великобритания посредством по-големи инвестиции и осигуряване на съответните ресурси. Налице са както необходимост, така и възможност за включване на технологията на виртуалната реалност в процеса на обучение на медицинските сестри в тази област на здравеопазването, тъй като тя може да изгражда емпатия, доверие и съчувствие на персонала. Тази технология може да допринесе за намаляването на стигматизацията в психиатричните болнични заведения.

Y. Vu и съавт. (2022) създават система, включваща серия от нови 3D принтирани модели на човешко сърце, които могат да бъдат сегментирани в зависимост от действителните изображения, и ултразвуков симулатор във всички равнини, показващ начина, по който ултразвуковият лъч пресича сърцето под различни ъгли и формира изображенията, с цел симулационно обучение по трансезофагеална ехокардиография. Тази система осигурява както по-директен начин за визуализация на механиката на получаването на изображенията при трансезофагеалната ехокардиография в сравнение с традиционните онлайн симулатори, създадени на основата на манекени, така и реална обратна връзка за равнината на ултразвуковото сканиране и трансезофагеално-ехокардиографския изглед на сърцето. Доказва се, че това подобрява пространствената ориентация на обучаваните лекари и може да подпомогне разбирането и запомнянето на сложните анатомични структури. Тази система за обучение е преносима и евтина, поради което може да се използва в операционни зали, отделения за интензивно лечение и други здравни структури в райони с различен икономически статус (Y. Vu и съавт., 2022).

При систематичния обзор на 49 статии по въпросите на симулационното обучение по фармация, реферирани в пет бази данни (*MEDLINE*, *CINAHL*, *ERIC*, *Education Source* и *EMBASE*) или достъпни в големи уебстраници за симулатори по фармация, се идентифицират 29 уникални симулатора (A. M. Gharib и съавт., 2023). Все пак понастоящем са достъпни само осем от тези симулатори. Техните

характеристики се анализират през призмата на осем основни критерия: тип на обратна връзка, начин на ползване от потребителя, разходи, изискване за работа, обстановка в общността/болницата, възможност за споделяне на сценария и елементи на взаимодействието. Всеки симулатор притежава предимства и недостатъци.

През периода между м. януари 2016 г. и м. май 2021 г. в гр. Баракалдо, Испания, L. Álvarez Martínez и съавт. (2022) описват и оценяват оригинална програма за обучение по минимално инвазивна хирургия с модели на животни във виртуална лаборатория и експериментална операционна зала със споделена стратегия на учене с цел както стандартизация на качеството на преподаването, така и придобиване и усъвършенстване на уменията на 20 лекари в болницата. Установява се значително скъсяване на времетраенето за извършване на конкретните практически упражнения в края на изпълнението на програмата. Процентите на ефективността са статистически значимо по-високи в края, отколкото в началото на програмата за обучение ($p < 0.001$). Средният процент на подобрене на един лекар възлиза $72 \pm 4\%$ (между 62% и 77%). Анализът на направените разходи при настоящата симулационна програма показва икономии от 67.89% спрямо традиционните програми за обучение, използвани през периода между 2010 г. и 2011 г.

2.7. Симулационни центрове по медицина в медицинските университети в България

Докато в чуждата литература ефективността и бъдещото използване на симулационните технологии в обучението на студентите от различни здравни специалности се изследват интензивно, в България такива проучвания са ограничени.

М. Сандева (2020) споделя опита на Медицинския симулационен тренировъчен център в Медицинския университет – Пловдив. Проучва се ефективността на симулационното обучение в центъра сред 309 респонденти, участвали в обученията по спешни състояния в акушерството и гинекологията и в

педиатрия. От тях 82.80% са студенти, 9.40% са специализанти и 7.80% са специалисти. Не се посочва разпределение на студентите по специалности. Разработват се анкети за обучаваните и формуляр за оценка, попълван от преподавател. Анкетната карта съдържа седем раздела, между които – за оценка на компетентността лекторите, на качеството на предложеното обучение, самооценка на обучаваните преди и след обучението, оценка на планираната организация на обучението и разбора след приключването му. Заклучава се, че използването на симулацията повишава значително знанията, уменията и нагласите при обучаваните. Увеличаването на броя на посещенията повишава увереността при изпълнението на дадена манипулация, подобрява съществено знанията и намалява броя на допуснатите грешки. Освен това предлагането на структурирано симулационно обучение води до нови умения в среда, която не компрометира безопасността на пациентите и намалява разхищаването на ресурси.

Г. Чанева и съавт. (2018) изследват мненията на преподавателите по сестрински и акушерски грижи относно възможността чрез симулационно обучение на интравенозна терапия да се постигне много висока степен на концентрация на студентите и по този начин както да се намалят пропуските и грешките, така и да се постигнат по-добри резултати при вземането на самостоятелни решения.

М. Vacheva (2022) докладва проучване, целящо да се оцени ефекта от използване на клиничните симулации в обучението на студентите от специалност „Медицинска сестра“, трети и четвърти курс, в Югозападен университет „Неофит Рилски“, както и удовлетвореността на студентите от обучението. Симулационното обучение помага на студентите да се фокусират върху клиничните си умения, като ги мотивира да изпробват и приложат наученото в курса на обучение. Демонстрира се високо ниво на самоефективност и образователна ефективност. В подкрепа на това изследване е и докладът на Г. Чанева и съавт. (2018) за мнението на преподавателите по сестрински и акушерски грижи, в който доклад се отчита възможността чрез симулационно обучение на интравенозна терапия да се постигне много висока степен на

концентрация на студентите и така да се намалят пропуски и грешки, както и да се постигнат по-добри резултати при вземането на самостоятелни решения

T. Kalinov и съавт. (2023) обобщават резултатите от проучване върху удовлетвореността на студентите по медицина в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна от обучението им по роботизирана хирургия със симулатора на уменията на системата da Vinci. Обучението е с продължителност от един месец и е разделено на два модула: двуседмичен теоретичен модул и двуседмичен практически модул. Удовлетвореността на студентите се оценява след приключването му чрез анкета. Включени са тридесет участници (16 мъже и 14 жени). Общо 93% от тях споделят, че биха продължили по-нататъшното си образование и обучение в областта на роботизираната хирургия. Обучението по роботизирана хирургия се оказва полезен подход за обучение на студенти за развиване на умения в областта на хирургията.

Симуляционното обучение във висшите медицински училища в България е организирано по два модела, базирани на централизирано и децентрализирано управление. Примери за централизираното управление са Медицинският симуляционен тренировъчен център към Медицинския университет – Пловдив, Телекомуникационният ендоскопски център към Медицинския университет – Плевен с прилежащия към него Ресусцитационен център, Симуляционният център по ветеринарна медицина към Ветеринарния факултет на Тракийския университет – Стара Загора и Военномедицинският симуляционен тренировъчен център към Военномедицинска академия. В тези центрове различните видове симулатори и мулажи са концентрирани на едно място. В останалите медицински университети симуляционната техника е разположена в отделни звена – катедри или клиники в университетските болници. И двата модела имат предимства и недостатъци, които не са предмет на тази дисертация.

Всички медицински университети в България прилагат симуляционно-базирано практическо обучение на студентите. Най-широко застъпени са симулаторите в областта на анестезиологията и интензивните грижи,

позволяващи упражняване на умения по интубиране, кардиопулмонална ресусцитация и други процедури. Използват се мулажи, които представляват интубационна глава с реалистично изглеждащи анатомични елементи като напр. зъби, език, устна кухина с фаринкс, ларинкс, епиглотис, части от трахеята, белите дробове, хранопровода и стомаха (Фиг. 2.7.1).

Други симулатори, които се използват за обучението на студентите в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна и в Медицинския университет – Пловдив, са лапароскопските симулатори като напр. LAP MENTOR™ III (Фиг. 2.7.2) и артроскопските симулатори като напр. VirtaMed ArthroS (Фиг. 2.7.3).

Vimedix се използва за придобиване на практически умения, необходими при работа с реален ехокардиограф. С него се организират курсове за кардиолози за придобиване на базисно ниво по ехокардиография, курсове за кардиолози за придобиване на експертно ниво по ехокардиография, провеждане на изпити по кардиология, по трансезофагеална и трансторакална ехокардиография.



Фиг. 2.7.1. CPR Lilly PRO – симулатор за кардио-пулмонална ресусцитация. Той разполага със софтуер, който отчита коректността и ефективността на извършваните реанимационни действия



Фиг. 2.7.2. LAP Mentor III – лапароскопски симулатор за придобиване и усъвършенстване на лапароскопски умения. Разполага с богата библиотека за базови умения и цели клинични случаи



Фиг. 2.7.3. VirtaMed ArthroS – симулатор за артроскопска хирургия на колянната става (на снимката). Платформата разполага с модули за хирургия на глезена, лакътя, рамото и тазобедрената става

Денталните симулатори също са въведени в обучението на студентите в денталните факултети на Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна и в Медицинския университет – София. Те се използват интензивно за практически клинични упражнения по протетична дентална медицина, консервативно зъболечение и детска дентална медицина. През 2021 г.

в България започва развитието и на симулационен ветеринарен център, където бъдещите ветеринарни лекари използват разнообразни симулатори, като напр. симулатор за интубация на куче, кастрационен симулатор на женско куче и др.

В областта на ехографията и използването на ултразвука в интервенционални процедури в българските медицински университети се използват симулаторите Simbionix U/S Mentor и Vimedix (Фиг. 2.7.4).



Фиг. 2.7.4. Vimedix – ехографски симулатор за придобиване на практически умения за ефективно ехографско изследване. Разполага с богата библиотека за различни кардиологични и абдоминални патологии

2.8. Критически анализ на литературата по научния проблем

Имайки предвид стремителното нарастване на публикационната активност върху приложението на симулационните технологии в хода на медицинското образование в световен мащаб, настоящият литературен обзор е ограничен само върху най-новите публикации по проблема на приложението симулационно-базираното обучение по различните медицински дисциплини.

Заслужава да се отбележи непрекъснатото усъвършенстване на методите и формите на симулационно-базираното обучение по различните медицински дисциплини. Касае се за все по-масовото използване на модерните

симулационни технологии както от студентите и специализантите, така и от преподавателите и практикуващите лекари. Това позволява непрекъснато подобряване на различни аспекти качеството и ефективността на това обучение и оптимизиране на получените резултати. Провеждат се както ретроспективни изследвания в отделни университети и болници, така и проблемно-ориентирани систематични обзори и метаанализи. Доказват се важни закономерности и се конкретизират перспективите на бъдещото развитие на симулационно-базираното обучение.

Все по-широко се използват разнообразни съвременни методи за статистически анализ на данните. Налице е голямо разнообразие на анализирани показатели при отделните публикувани изследвания. Установяват се редица демографски и образователни различия по отношение на анализирани контингенти. Разнородната структура на тези контингенти затруднява съпоставимостта на резултатите на съответните автори. Някои изследователи не отчитат своевременно въздействието на многобройни постоянно променящи се фактори върху специфичните характеристики на индивидуалните единици на наблюдение и окончателните оценки, респ. произтичащите от тях изводи за практиката.

Литературният обзор в областта на ефективността на симулационните технологии в обучението на медицинските специалисти в България показва малко изследвания, проведени от български автори. Това е мотивация за провеждане на настоящото изследване, обхващащо мненията на студентите по медицина и дентална медицина, на техните преподаватели и на експертите в тази област върху практическото използване на съвременните симулационни технологии за целите на обучението в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна с цел по-нататъшното му оптимизиране и развитие.

ГЛАВА 3

ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И РАБОТНИ ХИПОТЕЗИ

Целта на дисертационния труд е да се анализират приложението, ефективността и перспективите на симулационните технологии в обучението на студенти от здравни специалности.

За постигане на тази цел са поставени следните задачи:

1. Да се направи исторически преглед на въвеждането и приложението на симулационните технологии в подготовката на студенти от здравни специалности;
2. Да се проучат различните видове симулационни технологии, тенденциите в съвременното им развитие и целите на тяхното приложение, вкл. в България;
3. Да се определи ефективността на приложението на симулационните технологии спрямо класическите методи на преподаване;
4. Да се оцени субективният опит, отношение и преживяване на студенти и преподаватели при работа със симулационни технологии в хода обучението и процеса на оценяване;
5. Да се идентифицират бариерите за широкото въвеждане на симулационните технологии в обучението на здравните професионалисти.

Формулирани работни хипотези:

1. Приложението на симулационните технологии е с по-голяма ефективност спрямо класическите методи на преподаване и оценяване.
2. Студентите и преподавателите са добре информирани относно предимствата на симулационно-базираното обучение и са готови да участват активно в приложението на симулационните технологии.
3. Съществуват бариери с мултидисциплинарен произход за широкото въвеждане на симулационните технологии в обучението на студентите от здравните специалности.

ГЛАВА 4

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

4.1. Материал

След провеждането на симулационното обучение са изследвани знанията, нагласите и придобития опит на студентите и преподавателите с помощта на специализирани анонимни анкети. Проучването е осъществено през периода 2020 г. и 2021 г. в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна.

Анкетираните студенти от специалност „Медицина“ и „Дентална медицина“ са от двата вида на обучение – българоезично (БЕО) и английско (АЕО). Касае се за общо 186 студенти от специалност „Медицина“ от пети курс, 101 от които по БЕО и 85 – по АЕО, както и за общо 73 студенти от специалност „Дентална медицина“ от трети курс, 47 от които по БЕО и 26 – по АЕО.

Следват студентите в 4-ти курс от специалност „Медицина“ по дисциплината „Акушерство и гинекология“, както и техните шестима преподаватели учебната база на Медицински университет Варна – СБАГАЛ „Проф. д-р Стаматов“ през летния семестър на учебната 2021/22 година за проучване ефективността на симулационно обучение.

Единадесет специалисти по акушерство и гинекология от същото лечебно заведение участват за установяване на знанията, нагласите и субективния им опит за приложение на симулационните технологии в обучението по дисциплината „Акушерство и гинекология“ на студенти от различни здравни и медицински специалности на студентите от Медицински университет Варна.

Проведено е качествено проучване на експертното мнение на лицата, имащи пряко отношение към въвеждането, приложението и оценката на използването на симулационните технологии при обучението на студентите по здравни специалности. Основната цел на това проучване се състои в идентифицирането на мястото на симулационните технологии в учебния

процес на студентите и дефинирането на ползите и бариерите за приложението им в медицински университет в България от гледна точка на експертния опит на респондентите. Етичните въпроси при обучението на здравните специалисти със симулатори се явяват нов аспект от медицинското образование с приложение на симулационни технологии и настоящото изследване има за цел изясняване на това в условията на българско висше медицинско училище.

4.2. Методи

За изпълнение на поставените задачи и тестване на работните хипотези са приложени следните методи:

1. Документален метод при извършване на историческия преглед на наличната и достъпна научна литература за създаването, въвеждането и приложението на симулационните технологии (СТ) при подготовката на здравни професионалисти; проучване на различни видове СТ, тенденциите в съвременното им развитие и целите на тяхното приложение; анализ на нормативната база за регулиране на приложението на СТ.

2. Анкетно проучване за изследване на нагласите, опита на студентите от специалностите „Медицина“ и „Дентална медицина“ по споменатите две форми на обучение – БЕО и АЕО, в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна. Анкетирането е проведено през летния семестър на учебната 2020/2021 г. Въпросникът за студенти се състои от 11 структурирани, полуструктурирани и отворени въпроси, с възможности за свободни отговори по следните видове: социално-демографски, осигуреност, опит и възможности за работа със симулатори (Приложение 1). Проведено е пилотно тестване на въпросника сред 10 студенти и след извършена корекция на три от въпросите, той е разпространен сред таргетните групи: 200 студенти от специалност „Медицина“ от пети курс и 100 студенти по дентална медицина от трети курс. Изборът на курса е обусловен от включването на симулационните технологии в практическото обучение на студентите по посочените специалности. Въпросниците са разпространени от изследователя в края на семестъра.

Върнатите попълнени анкети са 186 от специалност „Медицина“ (101 – БЕО и 85 – АЕО) и 73 от специалност „Дентална медицина“ (47 – БЕО и 26 – АЕО).

3. Експериментално проучване – за оценка ефективността на обучение с майчино-фетален симулатор CAE Fidelis™ Lucina при студенти от специалност „Медицина“ в четвърти курс при обучението им за водене на раждане и първите грижи за новороденото. Направено е сравнение на познанията относно СТ, преживяванията при използване на СТ, опита и успеваемостта на студентите от 4 курс при изпълнение на задачата с реални пациенти между две групи: контролна - с теоретично обучение и без предварително обучение на симулатор за раждане и експериментална – с теоретично обучение и предхождащо изпълнението на задачата върху реални пациенти, обучение на симулатор. Проучването е извършено в учебната база на Медицински университет Варна – СБАГАЛ „Проф. д-р Стаматов“ през летния семестър на учебната 2021/22 година по време на практическите занятия по съответната тематика в хода на обучение по дисциплината „Акушерство и гинекология“. Поканени за участие в проучването са 137 студенти от специалност „Медицина“ от 12 студентски групи (рандомизирани на случаен принцип по 65 за контролната и експерименталните групи), водени от шестима преподаватели по дисциплината „Акушерство и гинекология“.

При студентите от двете групи са проучени преживяванията и възприятията, които студентите имат по време на изпълнение на задачата; ролята на преподавателя; познанията относно видовете и предимствата на симулационните технологии чрез приложение на пряка индивидуална анкетна карта. Студентите от експерименталната група са попълнили въпросника за познанията и преживяванията след направено от преподавателя първоначално обучение на майчино-феталния симулатор CAE Fidelis™ Lucina и последваща самостоятелно извършена задача на симулатора за водене на раждане и първи грижи за новороденото в рамките на четири учебни часа (Приложение 2).

По време на изпълнението на задачата върху майчино-феталния симулатор CAE Fidelis™ Lucina преподавателите са оценявали студентите по

следните параметри: ориентация на обучаваните в анатомичните особености на симулатора; извършване на преглед; оценка на действията на студента по следене на родовия процес; оценка на действията на студента по проследяване реакциите на родилката и адекватността на поведението; извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс); оценка на действията на студента при раждане на плацентата; запис на APGAR score от симулатора (Приложение 3).

Задачата върху реални пациенти студентите от експерименталната група са изпълнили по време на учебните занятия след първоначалното обучение. При невъзможност за провеждане на задачата по време на практическото занятие по програма поради липса на подходящ пациент (родилка във втората фаза на раждането), студентите са изпълнявали задачата в допълнително определено време.

След приключване на задачата върху реални пациенти, студентите от контролната група са попълнили кратка анкетната карта, включваща въпросите относно предимствата, опита с използване и ролята на СТ в обучението (Приложение 4).

По време на изпълнението на задачата върху реални пациенти в двете групи участници (експериментална и контролна), преподавателите отново са провеждали наблюдение и оценка на студентите по следните параметри, съгласно протокола за наблюдение (Приложение 5):

- ✓ ориентация на обучаваните в анатомичните особености;
- ✓ извършване на преглед;
- ✓ оценка на действията на студента по следене на родовия процес;
- ✓ оценка а действията на студента проследяване реакциите на родилката и адекватността на поведението;
- ✓ извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс);
- ✓ оценка на действията на студента при раждане на плацентата;

✓ оценка на действията на студента по извършване на първи грижи за новороденото с изчисляване на APGAR score.

Оценяването на успеваемостта на студентите е по 5-степенна скала: 1 – много лошо; 2 – лошо; 3 – средно; 4 – добре и 5 – много добре.

APGAR score е приложен за оценка адаптацията на новороденото непосредствено след раждането – на 1-вата минута за оценка на жизнените функции на новороденото, необходимостта от провеждане на реанимационни мероприятия и като резултат от успешно/неуспешно водене на родовия процес. Скалата се състои от 5 показателя (мускулен тонус, сърдечна честота, реакция при дразнене, цвят на кожата, дишане), които се оценяват от 0 до 2 точки и накрая се сумират:

1. Мускулен тонус – при свободно движение на крайниците оценката е 2 точки; при слаби движения (например: лека флексия) – 1 точка; при липса на всякакви движения – 0.
2. Сърдечна честота – при пулс над 100 удара/мин оценката е 2 точки, при под 100 удара/мин – 1 точка, при липса на пулс – 0 точки.
3. Дишане – при нормална честота и ритъм на дишане, силен плач – 2 точки, при бавно и неравномерно дишане и слаб плач – 1 точка и при липса на дишане – 0 точки.
4. Реакция на дразнене/аспирация – отдръпване, кихане, кашляне, плач – 2 точки; при наличие единствено на лицева мимика – 1 точка, а при липса на реакция – 0.
5. Цвят на кожата – при розов цвят на цялото тяло (вкл. крайниците) – 2 точки; при сивкав цвят на крайниците – 1 точка, а ако цялото тяло е синкаво – 0 точки.
6. Дишане – при нормална честота и ритъм на дишане, силен плач – 2 точки, при бавно и неравномерно дишане и слаб плач – 1 точка и при липса на дишане – 0 точки.

Възможният резултат от сбора на точките от петте показателя е от 0 до 10 точки, които се интерпретират по следния начин:

7-10 точки – нормална адаптация на новороденото без необходимост от интензивни грижи и лечение;

4-6 точки – средно тежко депресивно състояние на новороденото с потребност от първична реанимация за подпомагане на адаптацията, например механична стимулация на дишането, подаване на кислород, осигуряване на топлинен комфорт и т.н.

≤ 3 точки – тежко депресивно състояние на новороденото с необходимост от интензивни грижи и лечение, вкл. апаратна вентилация и др.

Оценяването по APGAR score е извършвано от преподавателя при реалните пациенти и от симулатора, като заложена функция при изпълнение на задачата. Описанието на техническите характеристики на използвания за експерименталното проучване майчино-фетален симулатор CAE Fidelis™ Lucina е представено в съответното приложение към настоящия научен труд (Приложение 6)

4. Проучване сред преподавателите по АГ. Проучването сред преподавателския състав на Катедрата по акушерство и гинекология към Медицински университет „Проф. д-р П. Стоянов“ – Варна е проведено за установяване на знанията, нагласите и субективния им опит за приложение на симулационните технологии в обучението по дисциплината „Акушерство и гинекология“ на студентите от различни здравни и медицински специалности.

Инструментариумът на проучването е пряка индивидуална анкетна карта (Приложение 7), включваща 16 въпроса (8 – отворени; 6 – затворени и 2 – полуотворени), разпределени в 4 тематични направления:

- знания относно видовете и предимствата на СТ за обучението на студентите;

- обучение, предходен опит и преживявания от приложението на СТ в обучението на студентите;

- оценка на работата на студентите със СТ;
- демографски показатели.

Време на провеждане на изследването е краят на летния семестър на 2021/2022 учебна година.

5. Качествен метод за експертна оценка на бариерите и перспективите на СТ в обучението сред представители на различни институции и звена, имащи отношение към разработването, въвеждането и прилагането на СТ в медицински учебни заведения:

- ✓ Ръководители и експерти от симулационните центрове към МУ в България;
- ✓ Представители на фирми, производители на симулационни технологии;
- ✓ Експерти по биоетика в областта на етични аспекти на симулационните технологии и роботизирането в медицината;
- ✓ Юрист с практика в областта на регулиране на здравното обучение;
- ✓ Финансов експерт от висше медицинско училище.

Поканени са и са приели да участват в проучването 17 експерти от два медицински университета в България, двама представители на компании, произвеждащи оборудване за симулационно обучение (експерти 1. и 2.), двама директори на симулационен център (експерти 3. и 4.), инженер от симулационен център (експерт 5.), 10 преподаватели по дисциплините акушерство и гинекология (експерти 6. и 7.), анестезиология и реанимация (експерти 8., 9. и 10), хирургия (експерти 11., 12. и 13.), медицинска етика и деонтология (експерти 14. и 15.), юрист (експерт 16.) и счетоводител (експерт 17.). Тези експерти могат да бъдат групирани условно в три групи: 1) производители на симулационни технологии; 2) административни ръководители и персонал по осигуряване и поддръжка на симулационните технологии и 3) преподаватели, използващи симулационни технологии. Част от административния персонал участва и в

третата група поради включването им в преподавателската дейност на ръководените от тях симулационни центрове.

Темите, поставени за обсъждане, са както следва:

✓ Съществуват ли регулаторни бариери и какво следва да се направи, за да бъдат те преодолены?

✓ Етични аспекти при обучение на здравните специалисти със СТ;

✓ Национална и локални стратегии за развитие на СТ в обучението;

✓ Икономическа обосновааност.

За провеждане на експертния анализ е съставен въпросник, включващ 11 отворени въпроса по отношение на предимствата, бариерите и перспективите в използването на СТ в обучението на студентите от медицински специалности (Приложение 8). Въпросникът е предоставен на участниците по електронната поща. Спазен е принципът за анонимността в предоставянето на отговорите и анализа.

Време за провеждане на проучването – октомври 2022 г. – март 2023 г.

6. Статистически методи.

6.1. Дескриптивни методи

✓ Честотен анализ на качествени променливи (номинални и ординални) – изчисляване на абсолютни и относителни честоти (%) с представяне на резултатите в табличен вид;

✓ Вариационен анализ на количествени променливи – изчисляване на средна величина (средна аритметична стойност, медиана), стандартно отклонение, стандартна грешка на средната аритметична стойност при доверителен интервал от 95%;

✓ Графичен метод за онагледяване на резултатите.

6.2. Методи за проверка на хипотези

✓ Параметрични методи

t-тест на Student – за сравняване на средни аритметични стойности от две независими извадки

✓ Непараметрични методи

Критерий χ^2 на Pearson – за анализ на категорийни променливи величини

Метод на Колмогоров–Смирнов (Kolmogorov–Smirnov) – за проверка за нормалността на разпределението на количествена променлива

✓ Корелационен анализ – за установяване на зависимости между количествени и качествени променливи величини.

Нивото на значимост на нулевата хипотеза се приема при стойност $\alpha=0.05$.

За въвеждане и анализиране на събраните данни е използван статистическият софтуерен пакет SPSS v. 25.0.

Получено е разрешение на Комисията по етика на научните изследвания (КЕНИ) (Решение № 98/26.11.2020 г.) за провеждане на изследванията.

4.3. Симулатори

В Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна се използват разнообразни симулатори за целите на практическото обучение на студентите по медицина и дентална медицина, младите лекари и студентите по специалностите „Медицинска сестра“ и „Акушерка“.

В настоящото проучване е направена оценка на ефективността на приложението на майчино-феталния симулатор CAE Fidelis™ Lucina (Фиг. 4.3.1) с приложение на функциите, свързани с извършване на външната палпация чрез приемите на Леополд, вагинален преглед и водене на раждане. Техническите характеристики на симулатора са представени в съответното описание на производителя (Приложение б).



Фиг. 4.3.1. СAE Lucina – майчино-фетален симулатор за раждане. Платформа за обучение по целия процес на раждане, вкл. различни усложнения и тяхното коректно менажиране

ГЛАВА 5

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

5.1. Проучване на нагласите и опита от приложение на СТ в обучението на студентите от специалностите „Медицина“ и „Дентална медицина“

Анализът на данните от въпросниците, попълнени от общо 258 студенти, 186 по медицина и 46 по дентална медицина, за нагласите и опита им от приложението на симулационните технологии, показва, че почти всички анкетирани студенти (n=233; 90.31%) отговарят положително на въпроса „Има ли всеки студент възможност да работи със симулатор по време на симулационно базираното упражнение?“. Този дял е най-висок при студентите по медицина по АЕО (n=81; 95.29%), а най-нисък – при тези по дентална медицина – също по АЕО (n=38; 82.61%) (Таблица 5.1). Този резултат е благоприятен, като се има предвид, че недостатъчният брой на симулаторите е една от основните бариери при симулационното обучение (Z. Zhao и съавт., 2017).

Не се установява статистически значима зависимост между вида обучение (БЕО/АЕО) и мнението относно възможността всеки студент по време на упражнение да работи със симулатор както за студентите от специалност медицина ($\chi^2=2.38$; p=0.12), така и от специалност дентална медицина ($\chi^2=1.31$; p=0.25).

Повече от половината от анкетираните студенти смятат, че има нужда от осигуряване на допълнителни симулатори, за да се повиши достъпността до симулационно обучение (n=147; 57%), като при студентите от специалност „Дентална медицина“ в БЕО този дял е най-висок (n=17; 63.0%). Не знаят дали има такава потребност 17% от респондентите, което е предимно за сметка на студентите по дентална медицина в БЕО (25.5%) (Таблица 5.2).

Не се установява статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и мнението относно необходимостта от допълнителни симулатори както за студентите от специалност „Медицина“ ($\chi^2=2.72$; $p=0.26$), така и от специалност „Дентална медицина“ ($\chi^2=2.89$; $p=0.87$).

Таблица 5.1. Сравнителен анализ на мнението на студентите за възможността на всеки студент да работи със симулатор по време на симулационно базирано практическо занятие спрямо вида обучение (БЕО/АЕО)

Специалност			Обучение			Общо
			БЕО	АЕО		
Медицина	По време на симулационно базирано упражнение всеки студент ли има възможност да работи със симулатор?	да	Брой	90	81	171
			% има ли възможност	52.6%	47.4%	100.0%
			% по обучение	89.1%	95.3%	91.9%
		не	Брой	11	4	15
			% има ли възможност	73.3%	26.7%	100.0%
			% по обучение	10.9%	4.7%	8.1%
	Общо		Брой	101	85	186
			% има ли възможност	54.3%	45.7%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
	Дентална медицина	По време на симулационно базирано упражнение всеки студент ли има възможност да работи със симулатор?	да	Брой	38	24
% има ли възможност				61.3%	38.7%	100.0%
% по обучение				82.6%	92.3%	86.1%
не			Брой	8	2	10
			% има ли възможност	80.0%	20.0%	100.0%
			% по обучение	17.4%	7.7%	13.9%
Общо		Брой	46	26	72	
		% има ли възможност	63.9%	36.1%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Общо		По време на симулационно базирано упражнение всеки студент ли има възможност да работи със симулатор?	да	Брой	128	105
	% има ли възможност			54.9%	45.1%	100.0%
	% по обучение			87.1%	94.6%	90.3%
	не		Брой	19	6	25
			% има ли възможност	76.0%	24.0%	100.0%
			% по обучение	12.9%	5.4%	9.7%
	Общо		Брой	147	111	258
			% има ли възможност	57.0%	43.0%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Между мнението относно необходимостта от допълнителни симулатори и вида специалност се установява положителна умерена статистически значима корелация ($r=0.22$; $p<0.0001$). По-силна е зависимостта с вида на специалност при студентите по АЕО ($r=0.233$; $p=0.01$).

Таблица 5.2. Според Вас има ли нужда от осигуряването на допълнителни симулатори, за да се повиши достъпността до симулационно обучение?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	Има ли нужда от осигуряването на допълнителни симулатори, за да се повиши достъпността до симулационно обучение?	да	Брой	62	58	120
			% по необходимост от допълнителни симулатори?	51.7%	48.3%	100.0%
			% по обучение	61.4%	68.2%	64.5%
		не	Брой	21	19	40
			% по необходимост от допълнителни симулатори?	52.5%	47.5%	100.0%
			% по обучение	20.8%	22.4%	21.5%
		не зная	Брой	18	8	26
			% по необходимост от допълнителни симулатори?	69.2%	30.8%	100.0%
			% по обучение	17.8%	9.4%	14.0%
	Общо	Брой	101	85	186	
		% по необходимост от допълнителни симулатори?	54.3%	45.7%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Дентална медицина	Според Вас има ли нужда от осигуряването на допълнителни симулатори, за да се повиши достъпността до симулационно обучение?	да	Брой	17	10	27
			% по необходимост от допълнителни симулатори?	63.0%	37.0%	100.0%
			% по обучение	36.2%	40.0%	37.5%
		не	Брой	18	10	28
			% по необходимост от допълнителни симулатори?	64.3%	35.7%	100.0%
			% по обучение	38.3%	40.0%	38.9%
		не зная	Брой	12	5	17
			% по необходимост от?	70.6%	29.4%	100.0%
			% по обучение	25.5%	20.0%	23.6%
	Общо	Брой	47	25	72	
		% по необходимост от?	65.3%	34.7%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Общо	Според Вас има ли нужда от осигуряването на допълнителни симулатори за да се повиши достъпността до симулационно обучение?	да	Брой	79	68	147
			% по необходимост ?	53.7%	46.3%	100.0%
			% по обучение	53.4%	61.8%	57.0%
		не	Брой	39	29	68
			% по необходимост от?	57.4%	42.6%	100.0%
			% по обучение	26.4%	26.4%	26.4%
		не зная	Брой	30	13	43
			% по необходимост от?	69.8%	30.2%	100.0%
			% по обучение	20.3%	11.8%	16.7%
	Общо	Брой	148	110	258	
		% по необходимост?	57.4%	42.6%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	

Повече от половината студенти (n=138; 54.5%) изказват мнение, че семинарните занятия с включване на симулационните технологии не са достатъчно застъпени в тяхното обучение. Участниците по специалността „Медицина“ (n=58; 57.43%), както и бъдещите дентални медици (n=23; 62.16%), обучаващи се по БЕО, са по-критични към предоставянето на възможността за практическо обучение със симулационните технологии, в сравнение с обучаващите се на алтернативния език в същата специалност (Таблица 5.3). Симулационното обучение изисква много работна сила и един от основните проблеми с организирането на обучението е трудността при настаняването на голям брой студенти предвид ограничения брой на симулаторите и ограниченото учебно време. Поради тази причина е важно в началото при планирането на обучението със симулатори екипът, който го осигурява, да не е твърде амбициозен (D. Rai, 2018).

Не се установява статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и мнението за достатъчен брой упражнения със симулатори както на студентите по медицина ($\chi^2=0.47$; $p=0.79$), така и по дентална медицина ($\chi^2=2.93$; $p=0.23$). Между мнението относно достатъчността на упражненията с използване на симулатори в учебната програма и вида на специалност се установява положителна умерена статистически значима корелация ($r=0.27$; $p<0.0001$), както и по-висока в групата по АЕО ($r=0.4$; $p<0.0001$).

Нашите резултати се подкрепят от изследването на С. М. Thomas и N. Barker (2022), според което елективното симулационно обучение с по-голям брой учебни сесии оказва благоприятно въздействие върху клиничното мислене благодарение на създаването на креативни модели. Освен това то допринася за подобряването на уменията и резултатите на студентите. М. Сандева (2020) също потвърждава резултатите от нашето изследване.

Таблица 5.3. Смятате ли, че упражненията със симулатори са достатъчно застъпени в учебната програма?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	Смятате ли, че упражненията със симулатори са достатъчно застъпени в учебната програма?	Да	Брой	40	36	76
			% по застъпени	52.6%	47.4%	100.0%
			% по обучение	39.6%	43.9%	41.5%
		Не	Брой	58	43	101
			% по застъпени?	57.4%	42.6%	100.0%
			% по обучение	57.4%	52.4%	55.2%
		не зная	Брой	3	3	6
			% по застъпени?	50.0%	50.0%	100.0%
			% по обучение	3.0%	3.7%	3.3%
	Общо			Брой	101	82
			% по застъпени?	55.2%	44.8%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	Смятате ли, че упражненията със симулатори са достатъчно застъпени в учебната програма?	Да	Брой	14	3	17
			% по застъпени?	82.4%	17.6%	100.0%
			% по обучение	30.4%	12.5%	24.3%
		Не	Брой	23	14	37
			% по застъпени?	62.2%	37.8%	100.0%
			% по обучение	50.0%	58.3%	52.9%
		не зная	Брой	9	7	16
			% по застъпени?	56.3%	43.8%	100.0%
			% по обучение	19.6%	29.2%	22.9%
	Общо			Брой	46	24
			% по застъпени?	65.7%	34.3%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	Смятате ли, че упражненията със симулатори са достатъчно застъпени в учебната програма?	Да	Брой	54	39	93
			% по застъпени?	58.1%	41.9%	100.0%
			% по обучение	36.7%	36.8%	36.8%
		Не	Брой	81	57	138
			% по застъпени?	58.7%	41.3%	100.0%
			% по обучение	55.1%	53.8%	54.5%
		не зная	Брой	12	10	22
			% по застъпени?	54.5%	45.5%	100.0%
			% по обучение	8.2%	9.4%	8.7%
	Общо			Брой	147	106
			% по застъпени?	58.1%	41.9%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Студентите в нашето проучване споделят в много голяма степен удовлетвореност от пресъздаването на различни клинични състояния при използването на симулаторите в хода на обучението им (n=234; 91.1%).

Студентите по медицина (96.8%) посочват по-често, че симулационните технологии пресъздават различни клинични състояния, отколкото тези по дентална медицина (76.4%) (Таблица 5.4).

Видът на специалност, по която се обучават студентите, и мнението им относно пресъздаването на различни клинични състояния, имат положителна умерена статистически значима корелация ($r=0.32$; $p<0.0001$), която е по-висока при студентите по БЕО ($r=0.4$; $p<0.0001$), в сравнение с тези по АЕО ($r=0.29$; $p=0.002$).

Таблица 5.4. Симулаторите, които се използват в обучението Ви, пресъздават ли различни клинични състояния?

Специалност			Обучение			Общо
			БЕО	АЕО		
Медицина	Симулаторите, които се използват в обучението Ви, пресъздават ли различни клинични състояния?	Да	Брой	100	79	179
			% по пресъздават ли	55.9%	44.1%	100.0%
			% по обучение	99.0%	94.0%	96.8%
		Не	Брой	1	5	6
			% по пресъздават ли	16.7%	83.3%	100.0%
			% по обучение	1.0%	6.0%	3.2%
	Общо		Брой	101	84	185
			% по пресъздават ли	54.6%	45.4%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	Симулаторите, които се използват в обучението Ви, пресъздават ли различни клинични състояния?	Да	Брой	36	19	55
			% по пресъздават ли	65.5%	34.5%	100.0%
			% по обучение	78.3%	73.1%	76.4%
		Не	Брой	10	7	17
			% по пресъздават ли	58.8%	41.2%	100.0%
			% по обучение	21.7%	26.9%	23.6%
	Общо		Брой	46	26	72
			% по пресъздават ли	63.9%	36.1%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	Симулаторите, които се използват в обучението Ви, пресъздават ли различни клинични състояния?	да	Брой	136	98	234
			% по пресъздават ли	58.1%	41.9%	100.0%
			% по обучение	92.5%	89.1%	91.1%
		не	Брой	11	12	23
			% по пресъздават ли	47.8%	52.2%	100.0%
			% по обучение	7.5%	10.9%	8.9%
	Общо		Брой	147	110	257
			% по пресъздават ли	57.2%	42.8%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Нашите резултати са подобни на тези *C. Chakravarthy* и съавт. (2022), които съпоставят триизмерния хибриден модел на долна челюст с естествен зъб на мястото на увреден зъб с цел обучение по хирургическа екстракция, от една страна, и челюстта на труп на вол със същата цел, от друга страна. Изследователите оценяват анатомичната и оперативна симулация на двата модела с помощта на валидиран въпросник и сравняват икономическата им ефективност. Като цяло са налице значителни разлики между двата модела по отношение на оценката на студентите. При животинския модел на челюстта се постига по-добра обратна тактилна връзка с меките тъкани, докато триизмерният хибриден модел е значително по-реалистичен по отношение на анатомичната коректност, степента на свобода на движение и симулацията на операцията.

Резултатите, публикувани в чуждестранната научна литературата по въпросите на пресъздаването на клинични състояния от симулаторите, са предимно отрицателни. *T. Gredes* и съавт. (2022) проучват влиянието и ефективността на новоразработения „AR-демонстратор“ в симулационна лаборатория в Катедрата по ортодонтика на Техническия университет в гр. Дрезден, Германия, по практическо ортодонтоско образование на студентите през 2017 г., 2018 г. и 2020 г. Студентите наблюдават всеки отделен етап и получават указания за работа с уреда за подвижни протези и в края на курса попълват анонимно въпросник с 12 въпроса по отношение на резултата от обучението. Средната годишна оценка по скалата на Ликерт показва една много положителна обратна връзка по отношение на употребата на този нов „AR-демонстратор“ като образователен инструмент. Въпреки признатите му предимства, студентите не предпочитат пълното заместване на пластмасови отливки и считат, че съчетаното конвенционално и компютъризирано обучение представлява оптималният подход за придобиването на знания и практически умения за работа.

Нашите резултатите са в противоречие и с някои други изследвания (*M. Meerdink* и *J. Khan*, 2021; *J. Sterz* и съавт., 2022). Според *J. Sterz* и съавт. (2022) студентите считат, че стандартизираните пациенти са по-реалистични от симулационните манекени по отношение на възможността за провеждане на

методите на изследване и снемане на анамнезата. Общо 54.92% от студентите предпочитат обучението със стандартизирани пациенти. Оценките на придобитите компетентности по двете теми (гръдна болка и нарушено съзнание) със симулационни манекени са по-ниски в сравнение с тези при използването на стандартизираните пациенти. М. Meerdink и J. Khan (2021) сравняват двата типа на симулационно обучение (чрез симулационни манекени и стандартизирани пациенти) и установяват, че 58.33% от студентите се чувстват по-комфортно, когато работят със стандартизиран болен, 17.16% от тях предпочитат да работят със симулационен манекен, а останалите 24.51% от случаите нямат конкретно предпочитание в това отношение. И двата метода са от полза при медицинското обучение, но тя е статистически значимо по-голяма при използването на стандартизираните пациенти ($p < 0.0001$). Най-честата причина за оцененото преимущество на обучението чрез стандартизирани пациенти се състои в по-голямата реалистичност на метода.

В допълнение към горните резултати за нереалистичност при симулационното обучение за развитието на хирургически умения за извършване на артроскопия на бедрото, В. Cai и съавт. (2022a) показват, че хирурзите възприемат симулацията с помощта на материали от трупове като най-подходящия метод за практикуване на хирургическите умения по артроскопия. Той се предпочита спрямо употребата на симулатора с виртуална реалност, физическите модели с висока прецизност и моделите върху плоска повърхност с ниска прецизност.

Съгласно Таблица 5.5, близо 100% от нашите участници посочват, че симулационно базираното обучение подпомага развиването на различни клинични умения и компетентности. Делът на бъдещите медици, които изразяват съгласие по този въпрос, е по-висок (98.9%), отколкото този на бъдещите дентални медици (95.8%), като е налице положителна, много слаба статистически незначима корелация ($r=0.10$; $p=0.1$). Не се установява статистически значима зависимост между формата на обучение (БЕО/АЕО) и мнението относно приноса на симулационно базираното обучение за развитието

на различни клинични умения и компетентности както за студентите по медицина ($\chi^2=0.02$; $p=0.89$), така и по дентална медицина ($\chi^2=1.75$; $p=0.26$).

Удовлетвореност се демонстрира и при проучването в Медицинския симулационен тренировъчен център в Медицинския университет – Пловдив, като се заключава, че обучението чрез симулационни техники значително подобрява знанията, уменията и нагласите при обучаваните лица (М. Сандева, 2020).

Таблица 5.5. Симулационно базираното обучение помага ли да развиете различни клинични умения и компетентности?

Специалност			Обучение			Общо
			БЕО	АЕО		
Медицина	Симулационно базираното обучение помага ли да развиете различни клинични умения и компетентности?	да	Брой	100	83	183
			% по помага ли да развиете?	54.6%	45.4%	100.0%
			% по обучение	99.0%	98.8%	98.9%
		не	Брой	1	1	2
			% по помага ли да развиете?	50.0%	50.0%	100.0%
			% по обучение	1.0%	1.2%	1.1%
	Общо		Брой	101	84	185
			% по помага ли да развиете?	54.6%	45.4%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	Симулационно базираното обучение помага ли да развиете различни клинични умения и компетентности?	да	Брой	45	24	69
			% по помага ли да развиете?	65.2%	34.8%	100.0%
			% по обучение	97.8%	92.3%	95.8%
		не	Брой	1	2	3
			% по помага ли да развиете?	33.3%	66.7%	100.0%
			% по обучение	2.2%	7.7%	4.2%
	Общо		Брой	46	26	72
			% по помага ли да развиете?	63.9%	36.1%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	Симулационно базираното обучение помага ли да развиете различни клинични умения и компетентности?	да	Брой	145	107	252
			% по помага ли да развиете?	57.5%	42.5%	100.0%
			% по обучение	98.6%	97.3%	98.1%
		не	Брой	2	3	5
			% по помага ли да развиете?	40.0%	60.0%	100.0%
			% по обучение	1.4%	2.7%	1.9%
	Общо		Брой	147	110	257
			% по помага ли да развиете?	57.2%	42.8%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Нашите резултатите се потвърждават от данните в два систематични обзора (R. Moussa и съавт., 2022; R. Plackett и съавт., 2022). В първия обзор се разглеждат 73 публикации, посветени на ефективността на симулаторите на виртуалната реалност и на интерактивните симулатори при обучението на студентите по дентална медицина. При 52 от тях се установява значимо подобрение на резултатите от симулационното обучение, а технологиите на виртуалната реалност се възприемат положително от всички участници. Според втория обзор в 11 от общо 19 статии се наблюдава положително влияние на инструментите за виртуално стандартизирания пациент върху клиничното разсъждаване на студентите. Оценката на няколко области на клиничното разсъждаване показва, че събирането на данни и схващанията за диагностиката и лечението на болните се подобряват по-често след симулационното обучение (при 34 от 47 анализа или при 72.34%), отколкото прилагането на знанията, гъвкавостта на мисленето и решаването на проблемите (при три от седем анализа или при 42.86% от случаите).

Подобни са и резултатите от рандомизираното изследване на M. S. Mansooru и съавт. (2022). Касае се за анализ на ефективността на използването на технологията с виртуална реалност при обучението върху оценката на неутралната зона и подреждането на зъбите при общо 50 студенти по дентална медицина от шести курс, разпределени в две групи (експериментална и контролна) от по 25 студенти. Тази използваемост се потвърждава от всички анкетиранни студенти, като болшинството от тях (76% от случаите) са много удовлетворени от употребата на тази технология в хода на учебния процес.

L. Rohrig и съавт. (2022) установяват нарастване на уменията в областите сестринско дело, медицина, респираторна терапия, лечение на професионалните заболявания, физиотерапия, фармация, медицинска диететика, логопедия и социални дейности в резултат на използването на симулатори при проучване на общо 800 студенти. Анкетираните лица оценяват високо ефективността на проведените 40 симулации в дигитална среда в рамките на една академична учебна година.

Проучването по въпросите на практическото обучение за зашиване на сухожилия със симулатори на виртуалната реалност показва, че студентите преминали виртуално обучение, се справят по-добре с физикалното изследване, зашиването на сухожилията, както и разчитането на находките от образната диагностика (W. Gan и съавт., 2023). Симулационното обучение по роботизирана везикоуретрална анастомоза също показва ефективност (J. A. van der Leun и съавт., 2022), като студентите по медицина се справят по-бързо при работата с робота da Vinci и са с по-добра обща преценка на уменията си в тази дейност (по-малко движения на камерата и по-добро наблюдение на техните инструменти) след проведените сесии със симулатора с виртуална реалност. Подобни резултати се демонстрират при симулационните методи на обучение на студентите по анестезиология (W. He и съавт., 2022) и на тези, занимаващи се със сонография (H. Maita и съавт., 2022). Наблюдава се статистически значимо нарастване на средните оценки на работата с основния апарат, контрол на сондата, придобиване на изображения, оценката им и клиничното им приложение (H. Maita и съавт., 2022).

Провеждането на предварителен инструктаж преди работа с нов симулатор е от много важно значение за осигуряване безопасността при работа и ефективността на обучението на студентите. За провеждането на такъв инструктаж споделят 89.5% от анкетирания студенти (n=231). Не се установява статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и провеждането на първоначален инструктаж както за студентите по медицина ($\chi^2=0.51$; $p=0.48$), така и по дентална медицина ($\chi^2=2.75$; $p=0.09$) (Таблица 5.6).

Докато виртуалната реалност поставя потребителя в едно виртуално триизмерно пространство, увеличената реалност добавя покрити виртуални елементи в средата на действителния свят (R. R. Bruno и съавт., 2022). Виртуалната реалност помага за облекчаването на тревожността, стреса, страха и болката при пациента, съдейства за мобилизацията и рехабилитацията му и подобрява общуването между хората, ангажирани с грижите за него. Увеличената реалност е ефективен инструмент за подпомагане на продължаващото образование на специалистите по интензивно лечение и за

допълване на традиционните методи за обучение с цел придобиване на ключова практическа компетентност за извършване на редица процедури – поставяне на централен венозен катетър, кардиопулмонална ресусцитация, поставяне на устройството за екстракорпорална мембранна оксигенация или ендотрахеална интубация.

Таблица 5.6. Провежда ли се първоначален инструктаж преди работа с нов, непознат за Вас симулатор?

Специалност			Обучение			Общо
			БЕО	АЕО		
Медицина	Провежда ли се първоначален инструктаж преди работа с нов, непознат за Вас симулатор?	да	Брой	88	76	164
			% по първоначален инструктаж	53.7%	46.3%	100.0%
			% по обучение	87.1%	90.5%	88.6%
		не	Брой	13	8	21
			% по първоначален инструктаж	61.9%	38.1%	100.0%
			% по обучение	12.9%	9.5%	11.4%
	Общо		Брой	101	84	185
			% по първоначален инструктаж	54.6%	45.4%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	Провежда ли се първоначален инструктаж преди работа с нов, непознат за Вас симулатор?	да	Брой	45	22	67
			% по първоначален инструктаж	67.2%	32.8%	100.0%
			% по обучение	95.7%	84.6%	91.8%
		не	Брой	2	4	6
			% по първоначален инструктаж	33.3%	66.7%	100.0%
			% по обучение	4.3%	15.4%	8.2%
	Общо		Брой	47	26	73
			% по първоначален инструктаж	64.4%	35.6%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	Провежда ли се първоначален инструктаж преди работа с нов, непознат за Вас симулатор?	да	Брой	133	98	231
			% по първоначален инструктаж	57.6%	42.4%	100.0%
			% по обучение	89.9%	89.1%	89.5%
		не	Брой	15	12	27
			% по първоначален инструктаж	55.6%	44.4%	100.0%
			% по обучение	10.1%	10.9%	10.5%
	Общо		Брой	148	110	258
			% по първоначален инструктаж	57.4%	42.6%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Студентите, посочващи присъствието на инструктор по време на обучение със симулационните технологии, са 95.7% (n=247). Този дял е по-висок при студентите по медицина (97.8%). По-ниска честота на присъствие на инструктор

се установява сред респондентите по АЕО: 90.5% от студентите по медицина и 84.6% – при тези по дентална медицина (Таблица 5.7).

Таблица 5.7. По време на упражнения присъства ли инструктор, наблюдаващ работата ви със симулаторите?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	По време на упражнения присъства ли инструктор, наблюдаващ работата Ви със симулаторите?	да	Брой	101	80	181
			% по присъства ли инструктор	55.8%	44.2%	100.0%
			% по обучение	100.0%	95.2%	97.8%
		не	Брой	0	4	4
			% по присъства ли инструктор	0.0%	100.0%	100.0%
			% по обучение	0.0%	4.8%	2.2%
	Общо		Брой	101	84	185
			% по присъства ли инструктор	54.6%	45.4%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	По време на упражнения присъства ли инструктор, наблюдаващ работата Ви със симулаторите?	да	Брой	43	23	66
			% по присъства ли инструктор	65.2%	34.8%	100.0%
			% по обучение	91.5%	88.5%	90.4%
		не	Брой	4	3	7
			% по присъства ли инструктор	57.1%	42.9%	100.0%
			% по обучение	8.5%	11.5%	9.6%
	Общо		Брой	47	26	73
			% по присъства ли инструктор	64.4%	35.6%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	По време на упражнения присъства ли инструктор, наблюдаващ работата Ви със симулаторите?	да	Брой	144	103	247
			% по присъства ли инструктор	58.3%	41.7%	100.0%
			% по обучение	97.3%	93.6%	95.7%
		не	Брой	4	7	11
			% по присъства ли инструктор	36.4%	63.6%	100.0%
			% по обучение	2.7%	6.4%	4.3%
	Общо		Брой	148	110	258
			% по присъства ли инструктор	57.4%	42.6%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Установява се статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и присъствието на инструктор, наблюдаващ работата на студентите със симулаторите в групата на студентите по медицина ($\chi^2=4.92$; $p=0.03$), като тази корелация е положителна слаба статистически значима ($r=0.16$; $p=0.04$). При участниците по дентална медицина не се установява такава зависимост ($\chi^2=0.18$; $p=0.67$). Между присъствието на инструктор, наблюдаващ работата на

студентите със симулатори, и вида на специалност на студентите се установява положителна слаба статистически значима корелация ($r=0.17$; $p=0.008$). Това се наблюдава и в групата на студентите по БЕО ($r=0.24$; $p=0.003$).

Нивото на подготовка на инструктора е от решаващо значение за предоставянето на ефективно симулационно обучение (N. Kishimoto и съавт., 2018). В Япония се препоръчва анестезиолозите в денталната медицина, които са и експерти в предоставянето на спешна медицинска помощ, да се включват като инструктори в курсовете по симулация в спешната медицинска помощ. Въпреки че някои дентални анестезиолози имат достатъчен клиничен опит, възможно е те да не са запознати със симулационното обучение – с методите на обучение и работата на симулатора (N.Kishimoto и съавт., 2023).

На въпроса „Смятате ли, че използваните във Вашето обучение симулатори биха могли да се поставят в по-реалистична клинична среда?“ само половината от студентите отговарят утвърдително (56.3%), а близо една трета – не знаят (Таблица 5.8).

Не се установява статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и мнението за необходимостта от това, симулаторите да бъдат поставени в по-реалистична клинична среда сред студентите по медицина ($\chi^2=4.69$; $p=0.09$) и сред тези по дентална медицина ($\chi^2=1.06$; $p=0.59$). Между мнението за тази необходимост и вида на специалност на студентите се установява положителна слаба статистически незначима корелация ($r=0.11$; $p=0.08$).

S. J. Hamstra и съавт. (2014) описват подробно някои от ключовите компоненти за ефективна работа на симулационните сценарии. Чрез обучението на студентите по медицина чрез симулационни сценарии и в среда, която имитира реалния живот, може да се постигне отлично образование и да се придобие достатъчен опит. H. Williams и съавт. (2015) показват, как традиционното обучение чрез симулатори манекени, съчетано с реални пациенти, води до незабавно и устойчиво повишаване на самооценката на увереността.

Таблица 5.8. Смятате ли, че използваните във Вашето обучение симулатори биха могли да се поставят в по-реалистична клинична среда?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	Смятате ли, че използваните във Вашето обучение симулатори биха могли да се поставят в по-реалистична клинична среда?	да	Брой	64	46	110
			% по клинична среда	58.2%	41.8%	100.0%
			% по обучение	65.3%	54.1%	60.1%
		не	Брой	9	17	26
			% по клинична среда	34.6%	65.4%	100.0%
			% по обучение	9.2%	20.0%	14.2%
		не зная	Брой	25	22	47
			% по клинична среда	53.2%	46.8%	100.0%
			% по обучение	25.5%	25.9%	25.7%
	Общо			Брой	98	85
			% по клинична среда	53.6%	46.4%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	Смятате ли, че използваните във Вашето обучение симулатори биха могли да се поставят в по-реалистична клинична среда?	да	Брой	23	10	33
			% по клинична среда	69.7%	30.3%	100.0%
			% по обучение	51.1%	38.5%	46.5%
		не	Брой	8	6	14
			% по клинична среда	57.1%	42.9%	100.0%
			% по обучение	17.8%	23.1%	19.7%
		не зная	Брой	14	10	24
			% по клинична среда	58.3%	41.7%	100.0%
			% по обучение	31.1%	38.5%	33.8%
	Общо			Брой	45	26
			% по клинична среда	63.4%	36.6%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	Смятате ли, че използваните във Вашето обучение симулатори биха могли да се поставят в по-реалистична клинична среда?	да	Брой	87	56	143
			% по клинична среда	60.8%	39.2%	100.0%
			% по обучение	60.8%	50.5%	56.3%
		не	Брой	17	23	40
			% по клинична среда	42.5%	57.5%	100.0%
			% по обучение	11.9%	20.7%	15.7%
		не зная	Брой	39	32	71
			% по клинична среда	54.9%	45.1%	100.0%
			% по обучение	27.3%	28.8%	28.0%
	Общо			Брой	143	111
			% по клинична среда	56.3%	43.7%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Таблица 5.9 показва, че около 90% от всички анкетирани студенти споделят мнението, че изграждането на специализиран симулационен център би повишило ефективността на симулационното обучение, като този дял е по-висок при студентите по медицина (91.8%), отколкото при тези по дентална медицина (79.7%).

Не се установява статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и мнението относно повишаване ефективността на симулационното обучение в резултат на изграждането на специализиран

симуляционен център при студентите по медицина ($\chi^2=1.43$; $p=0.49$) и по дентална медицина ($\chi^2=4.77$; $p=0.09$).

Таблица 5.9. Според Вас изграждането на специализиран симуляционен център би ли повишило ефективността на симуляционното обучение?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	Изграждането на специализиран симуляционен център би ли повишило ефективността на симуляционното обучение?	да	Брой	92	76	168
			% по изграждането на СЦ	54.8%	45.2%	100.0%
			% по обучение	93.9%	89.4%	91.8%
		не	Брой	2	2	4
			% по изграждането на СЦ	50.0%	50.0%	100.0%
			% по обучение	2.0%	2.4%	2.2%
		не зная	Брой	4	7	11
			% по изграждането на СЦ	36.4%	63.6%	100.0%
			% по обучение	4.1%	8.2%	6.0%
	Общо			Брой	98	85
			% по изграждането на СЦ	53.6%	46.4%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Дентална медицина	Според Вас изграждането на специализиран симуляционен център би ли повишило ефективността на симуляционното обучение?	да	Брой	35	20	55
			% по изграждането на СЦ	63.6%	36.4%	100.0%
			% по обучение	81.4%	76.9%	79.7%
		не	Брой	1	4	5
			% по изграждането на СЦ	20.0%	80.0%	100.0%
			% по обучение	2.3%	15.4%	7.2%
		не зная	Брой	7	2	9
			% по изграждането на СЦ	77.8%	22.2%	100.0%
			% по обучение	16.3%	7.7%	13.0%
	Общо			Брой	43	26
			% по изграждането на СЦ	62.3%	37.7%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%
Общо	Според Вас изграждането на специализиран симуляционен център би ли повишило ефективността на симуляционното обучение?	да	Брой	127	96	223
			% по изграждането на СЦ	57.0%	43.0%	100.0%
			% по обучение	90.1%	86.5%	88.5%
		не	Брой	3	6	9
			% по изграждането на СЦ	33.3%	66.7%	100.0%
			% по обучение	2.1%	5.4%	3.6%
		не зная	Брой	11	9	20
			% по изграждането на Симуляционен център	55.0%	45.0%	100.0%
			% по обучение	7.8%	8.1%	7.9%
	Общо			Брой	141	111
			% по изграждането на СЦ	56.0%	44.0%	100.0%
			% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%

Между мнението за повишаване на ефективността на симуляционното обучение чрез изграждането на специализиран симуляционен център и вида на специалност на студентите се установява положителна слаба статистически значима корелация ($r=0.15$; $p=0.016$). Логично е установяването на положителна слаба статистически значима корелация между мнението на студентите за важността за изграждането на симуляционен център за повишаване на ефективността на симуляционното обучение и необходимостта от поставянето на симулаторите в по-реалистична клинична среда и твърдението им ($r=0.20$; $p=0.002$).

Около две трети от нашите респонденти съобщават, че броят на инструкторите, които водят симуляционно базираното обучение, е достатъчен, Този дял е почти еднакъв при студентите по дентална медицина (70.4%) и тези по медицина (72.5%). Студентите по БЕО и в двете специалности са статистически значимо по-често съгласни с осигуреността с инструктори, отколкото тези по АЕО (Таблица 5.10).

Установява се статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и мнението на студентите относно достатъчността при осигуряването броя на инструкторите, водещи симуляционно базираното обучение както в групата на студентите по медицина ($\chi^2=9.4$; $p=0.009$), така и в групата на студентите по дентална медицина ($\chi^2=7.83$; $p=0.02$). Корелацията е много слаба положителна и статистически незначима ($p>0.07$). Между мнението за осигуреност с инструктори, водещи симуляционно базираното обучение, и специалността на студентите се установява положителна слаба статистически незначима корелация ($r=0.08$; $p=0.22$).

Обучението на медицински специалисти в специализиран симуляционен център изисква адекватно осигуряване и с човешки ресурси. S. Viggers и съавт. (2020) излагат идеята си студентите по медицина да бъдат интегрирани в работната сила на симуляционния център, с цел предоставяне на симуляционно обучение. Студентите с интереси към спешната медицина, анестезиологията и педиатрията вероятно ще бъдат силно мотивирани да научат повече за всички

видове технически и клинични умения, използвани в тези специалности, и биха се включили в симулация, базирана на сценарии.

Таблица 5.10. Достатъчен ли е броят на инструкторите, които Ви водят симулационно базираното обучение?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	Достатъчен ли е броят на инструкторите, които водят симулационно базираното обучение?	да	Брой	79	53	132
			% по брой инструктори	59.8%	40.2%	100.0%
			% по обучение	80.6%	63.1%	72.5%
		не	Брой	13	27	40
			% по брой инструктори	32.5%	67.5%	100.0%
			% по обучение	13.3%	32.1%	22.0%
		не зная	Брой	6	4	10
			% по брой инструктори	60.0%	40.0%	100.0%
			% по обучение	6.1%	4.8%	5.5%
	Общо	Брой	98	84	182	
		% по брой инструктори	53.8%	46.2%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Дентална медицина	Достатъчен ли е броят на инструкторите, които водят симулационно базираното обучение?	да	Брой	34	16	50
			% по брой инструктори	68.0%	32.0%	100.0%
			% по обучение	75.6%	61.5%	70.4%
		не	Брой	3	8	11
			% по брой инструктори	27.3%	72.7%	100.0%
			% по обучение	6.7%	30.8%	15.5%
		не зная	Брой	8	2	10
			% по брой инструктори	80.0%	20.0%	100.0%
			% по обучение	17.8%	7.7%	14.1%
	Общо	Брой	45	26	71	
		% по брой инструктори	63.4%	36.6%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Общо	Достатъчен ли е броят на инструкторите, които водят симулационно базираното обучение?	да	Брой	113	69	182
			% по брой инструктори	62.1%	37.9%	100.0%
			% по обучение	79.0%	62.7%	71.9%
		не	Брой	16	35	51
			% по брой инструктори	31.4%	68.6%	100.0%
			% по обучение	11.2%	31.8%	20.2%
		не зная	Брой	14	6	20
			% по брой инструктори	70.0%	30.0%	100.0%
			% по обучение	9.8%	5.5%	7.9%
	Общо	Брой	143	110	253	
		% по брой инструктори	56.5%	43.5%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	

Студентите с интереси към вътрешните болести, психиатрията или сестринските грижи може да се интересуват повече от симулираните пациенти, докато студентите с интереси към хирургията може да бъдат силно мотивирани за работа с модерните хирургични симулатори.

Необходимостта от двама инструктори по време на провеждането на обучението със симулационни технологии се посочва от 79.1% (n=201) от всички анкетиранни студенти (Таблица 5.11).

Таблица 5.11. Смятате ли, че добре организираното симулационно обучение изисква работа в екип на двама инструктори?

Специалност			Обучение		Общо	
			БЕО	АЕО		
Медицина	Смятате ли, че добре организираното симулационно обучение изисква работа в екип на двама инструктори?	да	Брой	82	65	147
			% по работа в екип	55.8%	44.2%	100.0%
			% по обучение	83.7%	76.5%	80.3%
		не	Брой	7	10	17
			% по работа в екип	41.2%	58.8%	100.0%
			% по обучение	7.1%	11.8%	9.3%
		не зная	Брой	9	10	19
			% по работа в екип	47.4%	52.6%	100.0%
			% по обучение	9.2%	11.8%	10.4%
	Общо	Брой	98	85	183	
		% по работа в екип	53.6%	46.4%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Дентална медицина	Смятате ли, че добре организираното симулационно обучение изисква работа в екип на двама инструктори?	да	Брой	36	18	54
			% по работа в екип	66.7%	33.3%	100.0%
			% по обучение	80.0%	69.2%	76.1%
		не	Брой	3	5	8
			% по работа в екип	37.5%	62.5%	100.0%
			% по обучение	6.7%	19.2%	11.3%
		не зная	Брой	6	3	9
			% по работа в екип	66.7%	33.3%	100.0%
			% по обучение	13.3%	11.5%	12.7%
	Общо	Брой	45	26	71	
		% по работа в екип	63.4%	36.6%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	
Общо	Смятате ли, че добре организираното симулационно обучение изисква работа в екип на двама инструктори?	да	Брой	118	83	201
			% по работа в екип	58.7%	41.3%	100.0%
			% по обучение	82.5%	74.8%	79.1%
		не	Брой	10	15	25
			% по работа в екип	40.0%	60.0%	100.0%
			% по обучение	7.0%	13.5%	9.8%
		не зная	Брой	15	13	28
			% по работа в екип	53.6%	46.4%	100.0%
			% по обучение	10.5%	11.7%	11.0%
	Общо	Брой	143	111	254	
		% по работа в екип	56.3%	43.7%	100.0%	
		% по обучение	100.0%	100.0%	100.0%	

Според резултатите, обобщени в Таблица 5.11), най-висока потребност от включване на втори инструктор посочват студентите по БЕО по медицина (83.7%) и по дентална медицина (80%), докато студентите по АЕО показват по-ниска честота на този показател и в двете специалности (съответно 76.5% и 62.7%).

Не се установява статистически значима зависимост между вида на обучение (БЕО/АЕО) и мнението относно необходимостта от работа в екип с двама инструктори, водещи симулационно базираното обучение сред студентите по медицина ($\chi^2=1.63$; $p=0.44$) и сред тези по дентална медицина ($\chi^2=2.6$; $p=0.27$). Между мнението относно необходимостта от работа в екип с двама инструктори, водещи симулационно базираното, и вида на специалност на студентите се установява положителна слаба статистически незначима корелация ($r=0.05$; $p=0.45$).

Участниците в проучването отправиха конкретни препоръки за подобряване на симулационното обучение и в частност в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна.

Таблица 5.12 представя структурното разпределение на студентите от специалностите „Медицина“ и „Дентална медицина“ в двете форми на обучение (БЕО и АЕО), които са споделили своите препоръки, свързани с отделните аспекти на симулационното обучение.

Таблица 5.12. Разпределение на студентите, отправили своите препоръки според вида специалност и форма на обучение

Специалност	БЕО		АЕО		общо	
	n	%	N	%	n	%
Медицина	10	10.20	18	21.40	28	15.40
Дентална медицина	4	8.89	9	34.60	13	18.31
Общо	14	9.81	27	24.55	41	16.21

Общо 16.21% (n=41) от всички анкетирани студенти отправиха своите конкретни препоръки. Четирима от студентите по медицина по АЕО изразяват

искрена благодарност за възможностите, които получават в хода на симулационното обучение.

Основните препоръки на студентите по медицина (БЕО и АЕО), свързани с отделните аспекти на симулационното обучение, са както следва:

Провеждане на симулационното обучение в по-малобройни групи (n=5; АЕО)

Увеличаване на броя на практическите занятия със симулационните технологии (БЕО n=2; АЕО n=3)

Увеличаване на броя на симулаторите, използвани по време на практическите занятия (БЕО n=2; АЕО n=3)

Увеличаване на броя на асистентите, провеждащи практическите занятия със симулационните технологии (БЕО n=2; АЕО n=1)

Увеличаване на броя на инструкторите по време на практическите занятия със симулационните технологии (БЕО n=2).

Студентите по БЕО препоръчват да има представяне на повече клинични случаи по време на упражненията, разделяне на упражненията на симулаторите с най-много две групи наведнъж, наблюдение на самостоятелната работа на студента от опитен лекар за упражняване на вече наученото, повече упражняване на самите манипулации и поставянето на инжекции и наличие на повече манекени.

Студентите по АЕО препоръчват да има повече време за самостоятелна работа след упражненията, за което е необходимо да се осигури по-дълго работно време на симулационния център с цел постоянен достъп до него, да се прави оценка на всички етапи на симулацията (опасна среда, статус на пациента), повече часове за обучение за извършване на манипулации (вземане на кръв, слагане на канюла), включване на актьори в клиничните ситуации и др. Респондентите посочват, че някои симулационни обучения биха могли да се преподават още в първи курс вместо някои теоретични теми, за да се придобие

компетентност преди влизането в клиниката (напр. вместо темата за алкално-киселинното равновесие да се включи темата за парентералното хранене).

Най-честите препоръки, отправени от бъдещите лекари по дентална медицина, касаят увеличаването броя на практическите занятия (вкл. и избираеми) с използване на симулационните технологии и осигуряването на повече материали/инструменти. Студентите в АЕО препоръчват обясненията за употребата на симулатора да се прожектират на екран, за да се виждат ясно от всички, обучаващи се в залата, както и допълнително обучение с преподавател, записването за което да се прави чрез BlackBoard. Студентите посочват необходимостта от по-ефективна употреба на всички функции (напр. на камерата) на главата на фантома; практическа работа с главата на фантома и сравняване с реален пациент.

Заслужават внимание някои неотдавна публикувани статии от чужди автори, посветени на симулационно-базираното обучение на студентите по медицина и по дентална медицина.

F. Agi и съавт. (2022) провеждат крос-секционно проучване при 215 студенти от специалност „Медицина“ в САЩ на средна възраст от 20.11 ± 1.93 г., 108 жени и 107 мъже, по отношение на опита и уменията им за използване на информационни технологии, придобити в хода на симулационното обучение в онлайн среда в продължение на петседмичен период. Резултатите от количествените анализи показват, че възприеманата от студентите лекота на употреба на новите информационни технологии оказва пряко въздействие върху удовлетвореността им от симулационната онлайн среда и това води до по-добро възприемане на учебния материал. Находките от качествените анализи показват, че както техническите проблеми, които не позволяват изпълняването на целта на конкретната задача поради прецизността, изисквана от тази задача, така и неизменяемостта на някои характеристики на симулационната онлайн среда влияят най-често върху удовлетвореността на студентите от симулационното обучение и тяхното възприемане на учебния материал.

В хода на валидирано срезово проучване I. AlBalawi и съавт. (2022) изследват нагласите спрямо симуляционното обучение, възприятията и придобития опит от него сред общо 246 студенти в Саудитска Арабия. Общо 104 от тях (42.28%) се обучават по грижи за дихателната система, 90 (36.59%) – по технология на анестезията, а 45 (18.29% от случаите) – за медицински сестри. Като цяло студентите имат положителна нагласа спрямо това обучение със средна оценка от 129.76 ± 14.27 (при максимална стойност от 150). Средната оценка на 54% от анкетираните студенти е между 5.00 и 4.50. Тя корелира статистически достоверно с по-доброто възприемане на релевантността на симулацията ($p=0.005$), комуникацията ($p=0.003$), ролите и отговорностите ($p=0.04$) и информираността за симулацията ($p=0.009$).

Възприятията, нагласите и перспективите относно симуляционното обучение с манекени и виртуална реалност на общо 95 студенти от специалност „Медицина“ (36 от четвърти и 58 – от шести курс) в Университета в гр. Лагос, Нигерия, се изследват с помощта на въпросник с 25 въпроса в рамките на крос-секционно анкетно проучване през м. януари 2019 г. (С. Ezeaka и съавт., 2022). Само 22 студенти от шести курс (37.93% от случаите) получават симуляционното обучение по поддържането на основните жизнени функции. Студентите възприемат следните предизвикателства пред симуляционното обучение с манекени: липсата на учебна програма (според 27 или 28.42%), на инструктори със съответната квалификация по симуляционното обучение (според 31 или 32.63%) и на недостатъчното финансиране (според 52 или 54.74% от случаите). Липсата на информираност е най-голямото предизвикателство пред онлайн обучението (според 50 или 52.63% от случаите). Въпреки че 96% от студентите притежават смартфони, само трима от тях (3.16% от случаите) имат опит с използването на симуляционното обучение с виртуална реалност. Ако са налице необходимите материални условия, 94 студенти (98.95% от случаите) биха препоръчали употребата на онлайн симуляционното обучение (С. Ezeaka и съавт., 2022).

К. Torres и съавт. (2022) провеждат анкетно проучване в Медицинския университет на Люблин в Полша сред 273 студенти на средна възраст от 25 г.

(между 23 и 33 г.), 165 жени и 108 мъже, посредством полуструктурирани интервюта с експериментален въпросник, съдържащ общо 33 въпроса относно ефективността на двата метода на обучение – със симулационни манекени и със стандартизирани пациенти. Идентифицират се два основни фактора – взаимоотношението между лекаря и пациента и практическите аспекти на обучението. При скалата за оценка на обучението със симулационни манекени се касае за коефициент на Cronbach алфа от 0.721. Този коефициент възлиза на 0.825 по отношение на взаимоотношението между лекаря и пациента и на 0.524 – по отношение на практическите аспекти на обучението. При скалата за оценка на обучението със стандартизирани пациенти се установява коефициент на Cronbach алфа от 0.758. Този коефициент възлиза на 0.846 по отношение на взаимоотношението между лекаря и пациента и на 0.780 – по отношение на практическите аспекти на обучението.

В едно експериментално проучване при общо 53 студенти от специалност „Медицина“ от пети курс M. J. Labuschagne и съавт. (2022) съпоставят ефективността на качествената кардиопулмонална ресусцитация с възрастни манекени с електронна обратна връзка и с конвенционални възрастни манекени в рамките на практически упражнение от по 10 min. Средната фракция на потока възлиза на 78.0% (в интерквартилния диапазон между 63% и 89%) в първата и на 80.0% (в интерквартилния диапазон между 74% и 85%) – във втората група. Средният брой на компресиите е 104 (в интерквартилния диапазон между 101 и 109) в първата и 107 (в интерквартилния диапазон между 79 и 124) – във втората група. Студентите в двете групи постигат честота на компресията от 100% при адекватна дълбочина, а тяхната максимална обща ефективност е 99%.

S. Ajab и съавт. (2022) използват симулационно обучение с висока прецизност посредством симулатора SimMan 3G по снемане на анамнеза и клинично изследване на сърдечно-съдовата система като алтернатива на традиционното обучение при леглото на болния при 12 студенти от специалност „Медицина“ от трети курс. Обратната връзка на студентите по отношение на симулационните упражнения е силно положителна. Десет студенти попълват този въпросник, като девет от тях са по-уверени в себе си по отношение на

придобитите клинични умения. Всички студенти биха препоръчали на колегите си този метод на обучение. Наред с това те предлагат редовното му прилагане.

J. Micallef и съавт. (2022) разработват в изследователската лаборатория на Техническият университет в гр. Отава, Канада, симулатор за анастомоза на жлъчния канал със силиконови части посредством триразмерно принтиране. Оценката на качествата на симулатора (прецизност, функционалност и обучаващ капацитет) се осъществява от общо девет лица – хирурзи, ординатори в хирургични отделения и студенти от специалност „Медицина“. Симулаторът е изключително здрав, но е необходимо е да бъде по-мек и по-тънък, както и с бежов цвят. След някои дребни подобрения той може да се използва като инструмент за обучение на хирурзите.

G. J. Farah и съавт. (2023) провеждат систематичен обзор на 72 статии на английски език, посветени на оценката на успеваемостта на симулационните модели, използвани при обучението на ординатори в болницата по хирургия на гръбначния стълб и реферирани в базите данни *PubMed*, *Web of Science* и *Google Scholar*. Касае се за няколко класа на модели: от трупове на животни и на хора, физически/триразмерни и компютъризирани/основани на виртуална реалност. Извършването на процедурите се оценява по отношение на поставянето на импланти, времетраенето на процедурата и придобитите технически умения. Симулаторите притежават висока външна валидност и са полезни в тази област. Употребата на голям брой симулатори е свързана с ефективно обучение на лекарите.

Ползата от един новоразработен триразмерен принтиран модел за многократно симулационно обучение по функционална ендоскопска хирургия на синусите при трупове се оценява при 47 оториноларинголози в Япония (M. Suzuki и съавт., 2022). Касае се за девет сертифицирани експерти (с поне 200 операции), 19 сертифицирани специалисти с междинен опит (с по-малко от 200 операции) и 19 начинаещи лекари. Те използват модела, произведен от системата за цифрово изобразяване и комуникация в медицината с изображения от компютърно-томографското сканиране на реални пациенти. Само десет от

начинаещите лекари провеждат симулационното обучение, докато останалите девет са в контролната група. И при трите групи от лекари се наблюдават статистически достоверни разлики по отношение на стойностите на обективната структурна оценка на техническите умения (съответно от 74.7 ± 3.6 ; 58.3 ± 10.1 и 43.1 ± 11.1 ; $p < 0.001$) и на качеството на дисекцията (съответно от 81.1 ± 13.1 ; 93.7 ± 15.1 и 126.4 ± 25.2 ; $p < 0.001$). Само след симулационното обучение се наблюдава статистически значимо подобрене на стойностите на обективната структурна оценка на техническите умения (от 41.1 ± 8.0 до 61.1 ± 6.9 ; $p < 0.001$) и на качеството на дисекцията (от 122.1 ± 22.2 до 9.9 ± 10.3 ; $p = 0.013$) (M. Suzuki и съавт., 2022).

F. Qiu и съавт. (2022) обсъждат ключовите технологии при интерактивната виртуална симулация на хирургическата интервенция за реализиране на триизмерната реконструкция на медицинските изображения, получени с помощта на компютърната томография и ядрения магнитен резонанс. Системата VxWorks, включена в процеса в реално време, се използва за действително възстановяване и установяване на триизмерния виртуален модел с цел осъществяване на реконструкция на обема, максимална проекция на плътността, реконструкция в много равнини, динамично интерактивно срязване на всякаква повърхност, динамично показване на триизмерния модел и двуизмерния образ на среза, планиране на хирургичната пътека и интерактивна хирургична симулация, при което се определя най-добрата схема на хирургическо поведение.

В хода на квази експериментално проучване при 44 студенти по спешна медицина S. Behmadi и съавт. (2022) сравняват ефективността на виртуалното симулационно обучение и на лекционното обучение. При контролната група се провеждат традиционни лекции до средата на семестъра, докато при експерименталната група след това се провежда обучение със симулация с виртуална реалност. Постигнатите средни изпитни оценки на студентите след симулационното обучение са малко по-високи от тези на студентите след лекционното обучение, но разликата не е статистически значима ($p > 0.05$). От друга страна, студентите са статистически достоверно повече удовлетворени от

симуляционното, отколкото от традиционното обучение ($p < 0.001$). Касае се за ефективно подобряване на знанията по спешна медицина както посредством симуляционното обучение с виртуална реалност, така и чрез традиционното обучение.

S. Erici и съавт. (2023) провеждат полуструктурирани интервюта за анализ на възприятията на участниците (осем студенти от пети курс и трима преподаватели) от обучението на пациент в хода на сесия със симуляционен сценарий в рамките на програма по психиатрия в Университета на гр. Лунд, Швеция. Резултатите от качествения анализ на съдържанието открояват три основни теми, свързани с това обучение: създаване на идентичност, съвместно учене и намерения, свързани с ученето. Този много емоционален сценарий извежда студентите от тяхната зона на комфорт и ги стимулира да свържат своите роли като частно лице и като професионалист. Самият стандартизиран пациент възприема общото пресъздаване на сценария като значим елемент е обучението. Преподавателите разглеждат това обучение от гледна точка на перспективите пред техните бъдещи колеги.

В рамките на крос-секционно проучване X. Yang и съавт. (2023) оценяват с помощта на количествен анализ на попълнените въпросници както перспективите пред общо 119 студенти по фармация на възраст между 18 г. и 25 г., така и характеристиките на тяхното поведение и нагласа по време на провеждането на курс чрез симулация с виртуална реалност, изискващ създаването на практически умения. Повечето студенти споделят положителното си възприятие, че симулацията с виртуална реалност ще им помогне при създаването на способности за практическа работа (61.4%), при самостоятелното учене (68.9%) и при придобиването на теоретични знания (61.4% от случаите). По-малко от половината от студентите са съгласни с това, че тези курсове са задължителни (44.5%) и че броят им трябва да се увеличи (42.9% от случаите). Повечето студенти (33.6 % спрямо 27.7% от случаите) не предпочитат симулацията с виртуална реалност пред традиционното лабораторно упражнение. Установява се статистически значима положителна корелационна зависимост между средната оценка на възприемането и тази на

нагласата ($r=0.76$; $p<0.001$), средното сравнение ($r=0.68$; $p<0.001$) и средното поведение ($r=0.67$; $p<0.001$). Това показва, че студентите, според които симулацията с виртуална реалност е от полза, я приемат с по-голяма вероятност в сравнение с другите студенти (X. Yang и съавт., 2023).

S. A. Yamakami и съавт. (2022) съпоставят два метода на оценка (конвенционален с дентални инструменти и дигитално сканиране на триразмерни изображения) на подготовката на зъбната кухня от студентите по дентална медицина. Студентите използват амалгама от втори клас и смолист композит от трети клас при симулирани зъби преди провеждането на предклиничните изпити за придобита компетентност. Липсват статистически значими разлики по отношение на тези два класа между конвенционалната (втори клас – 73.3 ± 12.2 и трети клас – 82.5 ± 8.9) и дигиталната оценка (втори клас – 71.3 ± 11.0 и трети клас – 82.2 ± 8.2). Според повечето студенти (84.2%) дигиталните модели са полезни, а според болшинството от тях (91.1% от случаите) дигиталната технология подпомага обучението им по оперативна дентална медицина. От друга страна, повечето студенти (82.2% от случаите) смятат, че конвенционалното оценяване трябва да бъде основната система за самооценка, а 68.3% не са на мнение, че дигиталното оценяване е по-ефективно от конвенционалната самооценка (S. A. Yamakami и съавт., 2022).

A. Ohsato и съавт. (2022) разкриват предизвикателствата пред употребата на международното електронно обучение по дентална медицина и оптималните решения за разпространяване онлайн на курсовете и системите в международен план. Разработва се такъв електронен курс с четири компютъризирани симулационни материала за висшите училища по дентална медицина в Япония и Виетнам през 2020 г. Общо 41 студенти участват в проучването, като 32 от тях (78.05% от случаите) попълват въпросника за преценката на успеха на използвания курс. Средната оценка на теста след курса е статистически достоверно по-голяма от тази преди него ($p<0.001$). Студентите от двете страни смятат, че електронното обучение е полезно, приложимо при бъдещата им дейност и трябва да продължи.

M. Pang и съавт. (2022) разработват и валидират нов стратегически рамков проект за нова система за симулационно обучение с виртуална реалност за практическия изпит на зъботехници. Сертифицираният изпит на обективните умения на зъботехниците за извършването на манипулациите се основава на указанията на обективната структурирана клинична оценка и на китайските стандарти за практически умения на зъботехниците. Оценката на ефективността на тази система преминава през два етапа: 36 студенти използват тестовия модул за приключване на задачата и техните резултати се анализират, а след това 30 студенти използват системата при техните изследвания и изпитите при дипломирането си.

5.2. Проучване при студенти от специалността „Медицина“ със задача по акушерство и гинекология

За изследване на ефективността на приложението на симулационните технологии при обучението на студентите е приложено експериментално проучване сред студентите по медицина с изпълнение на задачата „водене на раждане“ с предварително обучение на симулатора за експерименталната група и без предхождащо обучение на симулатора – за контролната група.

Средната възраст на участниците в контролната група е 22.9 ± 0.93 г. ($n=32$; мъже – 15; жени – 17), а на тези в експерименталната група – 23 ± 1.46 г. ($n=25$; мъже – 12; жени – 13) и не се различава статистически значимо между двете групи ($t=-0.22$; $p=0.83$).

Не се установява статистически значима разлика между двата пола при посочените отговори по отношение на познаването на видовете на симулационни технологии и предимствата на приложението им ($p>0.05$), поради което не е правен сравнителен анализ по пол на съответните проучвани въпроси.

Знания и нагласи за приложението на симулационните технологии

Повечето участници (43.9%; $n=25$) са наясно какво включват симулационните технологии и посочват преди всичко тренажорите, мулажите за обучение по акушерство и хирургия, като в контролната група този дял е

значително по-нисък: 24.5%. Нито един от анкетиранияте студенти по специалност „Медицина“ не посочва конкретните елементи и ситуации на симулационното обучение – използване на симулационни модели, близки до реалните; упражнения, подобни на реални хирургически манипулации, развитие на чувството за допир, подготовка за реалната практика, по-добра интуиция и подход към задачата. Всеки четвърти от експерименталната група определя СТ като вид изкуствен интелект. Четирима от контролната група (1 мъж и 3 жени) посочват, че не знаят отговора на въпроса *„Какво според Вас включват симулационните технологии“*, а трима определят това като оборудване за обучение на методите за кардиопулмонална ресусцитация. Този резултат сигнализира за необходимостта от допълнително и задълбочено информиране на студентите относно видовете и възможностите на приложение на симулационните технологии, както и организиране на специализирани обучения както за преподавателите-инструктори, така и за самите студенти.

На въпроса *„Кои са според Вас предимствата за използване на симулационните технологии?“* по двама студенти открояват по-добрата подготовка, придобитият опит и практическите умения по хирургия. Обръща се внимание и на безопасния за пациента начин на обучение, намаляването на напрежението при научаването на техниката, ранното запознаване с лапароскопската хирургия, придобиването на правилни навици, интегрирането на нови и иновативни методи в медицината, повишаването на ефективността на работата, развитието на добра ориентация и координация, както и по-бързото усвояване на материала и запознаване с хирургичния инструментариум.

Повече от половината участници (61.4%; n=35) съобщават, че имат опит с използването на симулационните технологии при обучението си, като тази честота е статистически незначимо по-висока при контролната група (57.1%; n=20) в сравнение с експерименталната група ($\chi^2=0.04$; p=0.85) (Таблица 5.13). Само един от участниците споделя, че опитът с приложението на симулационните технологии е негативен, а всички останали дават отлична или добра самооценка на предходното приложение на симулационните технологии в обучението си.

Всички участници в контролната и 95.8% (n=23) в експерименталната група са на мнение, че обучението чрез приложение на симулационните технологии допринася значително за придобиване на повече знания, опит и сигурност. Този резултат се подкрепя от N. M. Araújo и съавт. (2023), които демонстрират, че обучението чрез използването на симулационен модел за разширяване на шийката на матката също води до по-правилна оценка на постигнатото разширяване. Симулационното обучение за лечение на следродов кръвоизлив, представляващ сериозна спешна патология в акушерството, също води до значително субективно подобрение на уменията и знанията на студентите (L. Renganathan и съавт., 2022). Преди симулационното обучение нивото на увереност на 46 студенти от специалност „Медицина“ от шести курс за успешно лечение на това усложнение е по-ниско от 50%, но след симулацията това ниво нараства до 70%.

Таблица 5.13. Разпределение на участниците от двете групи по наличие на опит с приложение на симулационните технологии в обучението

			Група		Общо
			Контролна	експериментална	
Имате ли дотук опит с използване на симулационни технологии в обучението си?	да	Брой	20	15	35
		% по опит	57.1%	42.9%	100.0%
		% по група	62.5%	60.0%	61.4%
	Не	Брой	12	10	22
		% по опит	54.5%	45.5%	100.0%
		% по група	37.5%	40.0%	38.6%
Общо	Брой	32	25	57	
	% по опит	56.1%	43.9%	100.0%	
	% по група	100.0%	100.0%	100.0%	

Провеждане на експеримент с приложение на първоначално симулационно обучение за родовия процес и първите грижи

Всички студенти от експерименталната група преминаха обучение на симулатора Lucina с последващо оценяване от наблюдаващия преподавател на самостоятелното изпълнение на симулационната задача за водене на родовия процес и полагане на първи грижи за новороденото, както и самооценяване на преживяванията и постигнатите резултати. Само един от отговорилите 24 студенти в експерименталната група споделя, че не е успял да се справи с поставената задача, без да посочи причината за това.

Половината от споделилите своите преживявания студенти (n=11) посочват, че са се вцепенили в началото и са имали нужда от помощ за стартиране на задачата. Спокойно и организирано е преминало изпълнението на задачата при 8 (36%) от студентите и само трима споделят, че са забравили алгоритъма или не са могли да открият протокола на задачата (Фиг. 5.1).



Фиг. 5.1. Какви са били Вашите възприятия по време на симулационния опит?

Присъствието на преподавателя по време на провеждането на индивидуалната симулационна задача не се отразява по никакъв начин върху възприятията и начина на справяне със задачата при 91.7% (n=22) от студентите в експерименталната група и само двама (8.3%) се чувстват по-притеснено при посочената ситуация.

Значителна част от участниците в експерименталната група (80.1%; n=20) споделят, че се нуждаят от напътствия от страна на обучаващия по време на провеждането на симулационната задача, а 16% (n=4) не могат да преценят. Този резултат съвпада с резултатите на А. Н. Jamie и А. А. Mohammed (2019) и демонстрира важната роля на инструктора, който трябва да обясни целите на симулацията, да отдели достатъчно време на всеки студент и при необходимост да му помогне за реализирането на задачата.

Почти всички студенти в експерименталната група (92%; n=23) споделят, че преподавателите провеждат без затруднения симулационното обучение и само един докладва за усещане на известна несигурност от страна на преподавателите при използването на симулационните технологии. Ролята на преподавателя е критична при развитието на компетенции и умения при процеса на раждане. А. Н. Jamie и А. А. Mohammed (2019) установяват, че помощта, оказана от преподавателя по време на симулация, „начинът, по който учителят ми преподаваше симулацията, е подходящ за моя стил на учене“, като програмите за практикуване на умения през семестъра са статистически значими и са свързани с удовлетвореността на студентите от симулационното обучение.

По време на изпълнението на задачата на майчино-феталния симулатор *Lucina* преподавателите наблюдават и оценяват всеки един студент по следните показатели: ориентация в анатомичните особености на симулатора при външна палпация и гинекологичния преглед, проследяване на родовия процес, адекватността на поведението при раждането на плода, адекватността на поведението за раждането на плацентата, извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс), както и показания на APGAR score на съответното новородено.

Очаквано, студентите с наличие на предходен опит в използване на СТ в обучението си показаха по-високи средни резултати (с изкл. на показателя за израждане на плацентата) в сравнение с колегите си без предходен такъв опит, макар и без статистически значима разлика в стойности ($p>0.05$) (Таблица 5.14).

Умерена статистически значима корелация на проучваните показатели е установена единствено между APGAR score и самооценка на предходния опит ($r=-0.46$; $p=0.02$) и степента на справяне с поставената задача ($r=0.61$; $p=0.002$). Студентите, които оценяват по-високо опита си от работата със СТ и представянето си на задачата, са демонстрирали и по-високи стойности на APGAR score.

Таблица 5.14. Сравнение на оценяването на студентите при изпълнение на задачата на симулатора между групите със и без наличие на предишен опит на обучение с използване на симулационните технологии по други дисциплини (Independent Samples t-test)

Как оценявате действията на студента по отношение на....?	Опит с използване на СТ в обучението?	Брой	Mean	SD ±	SE Mean	t	p
ориентацията в анатомичните особености на симулатора; извършване на преглед	да	15	4.80	0.42	0.13	-1.07	0.29
	не	10	4.60	0.51	0.13		
проследяване на реакциите на родилката и родовия процес?	да	15	5.00	0.01	0.01	-1.82	0.08
	не	10	4.73	0.46	0.12		
адекватността на поведението при раждането на плода?	да	15	4.80	0.42	0.12	-0.37	0.72
	не	10	4.73	0.46	0.13		
действията на студента за раждане на плацентата?	да	15	4.27	0.46	0.12	-1.18	0.25
	не	10	4.50	0.53	0.17		
извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс)?	да	15	4.93	0.28	0.07	0.89	0.37
	не	10	4.80	0.42	0.133		
APGAR score	да	15	9.6	0.43	0.12	0.32	0.75
	не	10	9.2	0.28	0.09		

Провеждане на обучение на студентите върху реални пациенти за водене на раждане и първи грижи за новороденото

Студентите от двете групи участници в проучването изпълниха задачата за водене на раждане във втората фаза на родовия процес и първи грижи за

новороденото на реални пациенти в рамките на организирани допълнителни часове. Резултатите от оценяването на участниците от двете групи е представено в Таблица 5.15.

Таблица 5.15. Сравнение на оценките на студентите от изпълнение на задачата за водене на раждане и първи грижи за новороденото на реални пациенти между експерименталната и контролната групи (Independent Samples t-test)

Как оценявате действията на студента по отношение на....	Група участници	Брой	Mean	SD ±	SE Mean	t	p
извършване на преглед (външна палпация чрез прийоми на Леополд, вагинално туширане)?	контролна	32	4.75	0.51	0.09	-1.61	0.14
	експериментална	25	4.92	0.28	0.06		
проследяване на реакциите на родилката и родовия процес?	контролна	32	4.69	0.5	0.09	-1.36	0.18
	експериментална	25	4.83	0.37	0.08		
действията при израждането на плода?	контролна	32	4.56	0.5	0.08	-1.58	0.12
	експериментална	25	4.76	0.55	0.08		
извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс)?	контролна	32	4.38	0.50	0.09	-1.18	0.25
	експериментална	25	4.60	0.53	0.10		
действията на студента за израждане на плацентата?	контролна	32	4.78	0.42	0.07	-0.96	0.34
	експериментална	25	4.88	0.33	0.06		
APGAR score	контролна	32	9.52	0.41	0.07	-1.33	0.19
	експериментална	25	9.66	0.40	0.08		

Получените средни оценки за всяка от заложените дейности показват по-високи стойности в експерименталната група студенти, преминали предходно обучение на майчино-феталния симулатор, в сравнение с участниците от контролната група, макар и без статистическа значимост на разликата ($p > 0.05$). Най-високи оценки са постигнати при извършване на прегледа на родилката чрез външна палпация и вагинален преглед за оценка процеса на раждането (експериментална – 4.92; контролна 4.75) и израждането на плацентата (експериментална – 4.88; контролна – 4.78). Най-ниски оценки са поставени за

инструменталното подпомагане на раждането при възникнала такава необходимост (вакуум, форцепс), което е очаквано предвид необходимостта от повече упражняване и опит за овладяване на горепосочените техники (4.60 и 4.38 съответно). Раждането на плода е сред действията с по-ниски стойности отново предвид на необходимостта от провеждане на повече практически занятия за постигане на по-добри умения у студентите.

Интерес представляват и чуждестранните публикации върху приложението на съвременните симулационни технологии при обучението на студентите по акушерство и гинекология.

Стойността на 3D принтиран модел на женски таз Pelvisio® за обучение при гинекологичното изследване на таза се оценява при общо 84 студенти от специалност „Медицина“ в Германия (M. Kiesel и съавт., 2022). Първата група включва 38 студенти, които не използват симулационния модел, докато втората – 46 студенти, провеждащи същото упражнение със същия преподавател, но с помощта на този модел. Удовлетвореността на студентите от упражнението и придобитите знания е статистически достоверно по-добра във втората, отколкото в първата група (съответно 6.7 точки спрямо 8.2 точки; $p < 0.001$ и 8.1 точки спрямо 8.9 точки; $p < 0.009$). Студентите от втората група отговарят често правилно на всичките три въпроса с няколко възможни отговора относно анатомията на женския таз (съответно $p < 0.001$, $p < 0.008$ и $p < 0.001$).

Целта на количествено крос-секционното проучване с въпросници онлайн при общо 95 студенти по специалностите „Медицинска сестра“ и „Акушерка“ от последния курс в университета в гр. Лимерик, Ирландия, е да се оценят перспективите за бъдещата им работа след приложението на симулационното обучение с помощта на модифицирания инструмент за ефективността на симулацията (M. Moloney и съавт., 2022). Само 67 студенти попълват въпросника (70.53% от случаите). Само осем от тях са от специалността „Акушерка“. Студентите характеризират придобития си опит от симулационното обучение като смислено, мотивиращо и предлагащо възможности за надграждане на предишното обучение, повишаване на увереността и подготовката за работа в

реалната клинична практика. Студентите са по-сигурни по отношение на уменията си за изследване на пациента, предоставянето на грижи за него и реагирането при промяна на здравния му статус. Предварителните и последващите сесии с инструкции се открояват като важни аспекти на симулацията, които допринасят за повишаването на сигурността на студентките и за култивирането на съзнателното учене (M. Moloney и съавт., 2022).

W. Zhang и съавт. (2022) анализират ползите от холистичното обучение със симулатори с висока прецизност и бариерите пред него сред 124 студенти от трети курс по специалността „Акушерка“ в колеж към университет в Китай и оценяват използвания интегрален подход. Студентите, анкетирани след приключване на сесиите на обучение, споделят, че то култивира грамотност за хуманни грижи, способности за клинична практика и за клинично мислене, повишена способност за работа в екип и обогатени професионални знания.

5.3. Проучване на мнението на преподавателите по акушерство и гинекология

В настоящото проучване са включени 65% (n=11) от преподавателския състав на Катедрата по акушерство и гинекология към Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна или почти всички преподаватели, водещи практическо симулационно обучение със студентите и специализантите към съответното академично звено. Средната възраст на участниците е 38.4 ± 10.2 г. (27÷56 г.; медиана 35.5 г.). Не се установява статистически значима разлика по отношение на средните стойности на възрастта при двата пола ($p=0.51$). Почти всички преподаватели (n=10), използващи симулационни технологии в обучението си, имат трудов стаж под 10 г. и само един е с по-дълъг трудов стаж – 20 г. (медиана на продължителността на стажа – 4 г.).

Средната продължителност на опита с приложението на симулационните технологии в преподавателската практика е 2 ± 1.1 г. (1÷4 г.).

На въпроса „*Какво според Вас включват симулационните технологии*“, 11 преподаватели по дисциплината „Акушерство и гинекология“ отговарят, че в тяхната област се касае предимно за водене на раждането, обучение, провеждане на експерименти и научни изследвания, лапароскопски и други хирургически интервенции, а по-рядко – за използването на тренажори, обучение за извършване на кардиопулмоналната ресусцитация, за приложение на акушерските прийоми, лечение на усложненията, тренировки и тестване.

По отношение на предимствата на симулационните технологии четирима посочват близостта им до реалността и спестяването на време и средства. По един преподавател подчертава и някои други особености на симулационните технологии – иновативност, подобро качество и практическа насоченост на обучението, както и упражняване на протоколи за действие.

Почти всички преподаватели провеждат без затруднения обученията с използването на симулационните технологии и само преподавателят с най-дълъг трудов стаж споделя, че се чувства недостатъчно добре подготвен, за да обучава студентите с помощта на симулатори.

По трима преподаватели определят своите преживявания по време на симулационното обучение като удовлетворение и наличие на интерес, а един преподавател откроява адекватността на провеждането на практическите упражнения.

Обучението, което са преминали преподавателите за приложението на симулационните технологии при обучението на студенти и специализанти, се състои предимно от интензивни дву- тридневни курсове (n=9). Най-възрастният преподавател посочва обучение в кратък курс по интернет за работа със симулационни технологии при раждането и усложненията. Един преподавател не е преминал специализирано обучение по симулационни технологии.

Самокритичното отношение към нивото на знания се проявява в необходимостта от допълнително обучение по разработването на симулационни задачи/сценарии, приложението на симулационните технологии при седем от

анкетиранияте преподаватели. Следва темата за обучение относно правилното използване на тези технологии – при четири преподаватели.

Анализирането и докладването на изпълнената задача/симулация със студентите би била най-малко интересната тема при посещението на курса за обучение по приложението на симулационните технологии за шестима от преподавателите. Следват оценяването на студентите (симулационни технологии за оценяване) – за трима преподаватели и обучението за правилно използване на тези технологии – за двама преподаватели.

Като необходимо обучение/подкрепа за преподавателите, използващи симулационните технологии за обучение и работа, по двама преподаватели предлагат повече курсове и редовни опреснителни курсове, а по един преподавател – по-дълготрайно обучение и обучение за оценяването на студентите.

Шестима от анкетиранияте преподаватели донякъде са съгласни, четирима преподаватели – напълно съгласни и само преподавателят с най-голям трудов стаж не е съгласен с въвеждането на задължителното преддипломно индивидуално изпитване на студентите върху симулационните задачи/сценарии.

Приложението на индивидуалното изпитване на специализантите върху симулационните задачи/сценарии преди изпита за придобиване на специалност донякъде се подкрепя от две трети от анкетиранияте преподаватели, двама преподаватели са напълно съгласни и отново преподавателят с най-голям стаж не е съгласен с подобен начин на изпитване.

Респондентите с преподавателски стаж под 5 г. (n=8) смятат, че обучаващите се със симулационни технологии трябва да бъдат напътствани по време на провеждането на симулационната задача. Причините за това са следните: често възникващите проблеми, затрудненията в ориентацията на студентите, високата цена на оборудването, сигурността при придобиването на добри навици и практики. Преподавателите със стаж, по-дълъг от пет години, не могат да преценят дали е налице необходимост от напътствие на обучаващите се, не посочвайки причини за това. Този резултат съвпада и с данните на А. Н.

Jamie и A. A. Mohammed (2019), според които над 40% от студентите са съгласни с твърдението за оказване на помощ от страна на преподавателя.

Само трима от анкетираните преподаватели по акушерство и гинекология са напълно съгласни с това, че студентите са подготвени да дадат конкретни обосновки за действията си по време на задачата/сценария, един не е съгласен, а останалите са донякъде съгласни с това твърдение. В голяма степен това зависи от конкретната задача/сценарий и от самия медицински симулатор. G. E. Chalouhi и съавт. (2016) посочват, че въпреки възможността на обучаемите да моделират вербално взаимодействията със пациентите по време на симулацията, взаимодействието с манекена или друго симулационно устройство не е така идентично с взаимодействието с живия пациент. Редица социални взаимодействия не могат да бъдат оценени чрез симулации.

Работата в екип е от важно значение във всички клинични области, вкл. и в акушерството и гинекологията. Тя трябва да е една от задачите/сценариите, които да се прилагат за усвояване при симулационното обучение. Едва половината от анкетираните посочват, че студентите демонстрират добри умения за комуникация с други здравни специалисти, четирима са донякъде съгласни и един несъгласен с това твърдение. Този извод предполага да се заложи допълнително симулационно обучение на студентите по медицина с цел работа в екип. Комуникацията, сътрудничеството и координацията са жизненоважни за ефективните грижи, особено в сложни ситуации, които може да възникнат в операционната зала. S. J. Weaver и съавт. (2010) представят успешно положителния ефект на едно такова обучение, като студентите показват значително повишаване на количеството и качеството на инструктажите за предхирургични процедури и използването на качествени поведения за работа в екип по време на сложни случаи, което би довело и до по-голяма безопасност на пациентите.

Само четирима от преподавателите подкрепят твърдението, че по време на симулационната задача студентите демонстрират умения за критично мислене, придобити по време на обучението, способност за набавяне на

необходими данни и докладване на констатациите. Половината от тях донякъде са съгласни с това твърдение, а един не е съгласен. Асоциацията на професорите по гинекология и акушерство на САЩ препоръчва използването на симулационно обучение с цел увеличаване на клиничния опит и придобиването на умения, тъй като традиционното обучение, използващо раждащи пациенти, „може да доведе до лошо или непълно придобиване на умения в среда с висок стрес без стандартизиране на очаквания за знания“ (С. С. DeStephano и съавт. 2015). Смята се, че обучението, базирано на симулация, е обещаващ подход за постигане на препоръките на тази асоциация, тъй като то приспособява различни стилове на учене и позволява по-добра интеграция на теоретични и практически концепции (J. Ker и P. Bradley, 2010).

Оценяването на усвоените знания и последващата работа върху пропуските и грешките са една от основите на качествено обучение на студентите. Две трети от участниците в настоящото проучване посочват, че успяват да оценят усвояването на знанията и уменията на студентите по време на индивидуалния сценарий, което може би е обусловено от по-големия размер на групите и е косвен критерий за необходимостта от провеждането на симулационно обучение в по-малки групи.

О. Ayaz и F. W. Ismail (2022) дефинират нерешените проблеми на симулационното обучение по медицина и начините за най-доброто му прилагане. Касае се за интегрирането на симулационното обучение в учебните програми на студентите като съществен етап на реализацията на този подход, спектъра на употреба, значението и предизвикателствата на необходимите инструменти в светлината на теориите на образованието и най-добрите указания за практиката. Симулацията предлага на студентите и младите лекари адекватни възможности за практикуване на клиничните им умения в среда без никакъв риск за пациента.

Изкуственият интелект играе интегрираща роля за повишаването на качеството на хирургическата симулация и разширява обхвата на улесняване на предоперативното планиране до интраоперативната визуализация и в крайна

сметка – за подобряването на безопасността на пациента (J. J. Park и съавт., 2022). Изкуственият интелект осигурява персонализирана обратна връзка при симулациите на хирургическото обучение. Обсъжда се съвременната литература, посветена на ключовата роля на изкуствения интелект като двигател на развитието на хирургическата симулация, както и на предизвикателствата и перспективите в тази област.

5.4. Качествен анализ сред експерти в областта на приложението на симулационните технологии в съвременното висше медицинско образование

Проведено е качествено проучване на експертното мнение на лицата, имащи пряко отношение към въвеждането, приложението и оценката от използването на симулационните технологии при обучението на студентите от здравни специалности. Основната цел на това проучване се състои в идентифициране на мястото на симулационните технологии в учебния процес на студентите и дефиниране на ползите и бариерите за приложение на симулационните технологии в медицински университет в България от гледна точка на експертния опит на респондентите. Етичните въпроси при обучението на здравните специалисти със симулатори се явяват нов аспект от медицинското образование с приложение на симулационни технологии и настоящото изследване цели изясняване на това в условията на българско висше медицинско училище.

5.4.1. Определяне на мястото и предимствата на симулационните технологии в съвременното висше медицинско образование

Представителите на производителите на симулационни технологии определят използването на симулаторите в съвременното обучение на студентите и специализантите във висшите медицински училища като много важно и съществено, посочвайки основните предимства на приложението на симулационните технологии – по-лесно възприемане на теоретичния материал

по фундаменталните дисциплини (анатомия, физиология и др.); създаване на близки до реалността технологии и ситуации; използване на напътстващи режими по време на обучението; многократно използване на симулационните технологии с намаляване на вероятността за грешки; придобиване на практически умения в спокойна атмосфера, както и по-ефективни начини за по-кратки срокове:

„Симулацията в медицинското образование е съвременна технология за преподаване и оценяване на практически умения, способности и знания, базирани на реалистично моделиране, симулиране на клинична ситуация или единна физиологична система, за която могат да се използват биологични, механични, електронни и виртуални (компютърни) модели“ (Експерт 2.).

„Симулаторите, манекените, тренажорите и мулажите са с висока достоверност – изключително близки до реалността! Обучението с тях позволява да се скъси максимално времето между теоретичното обучение и клиничната практика. Обучаемият се абстрахира от срещата с жив пациент и усвоява умения в спокойна атмосфера“ (Експерт 1.).

„Симулаторите дават възможност за персонализиране на безкрайни варианти на учебните случаи и патологии. Симулаторите са снабдени с истински хирургически инструменти, които помагат за по-лесното преминаване от симулативна към реална работна среда“ (Експерт 2.).

Представителите на административното ръководство и персонала по осигуряване и поддръжка на симулационните технологии демонстрират различна осведоменост за тяхното място и за предимствата им в съвременното висше медицинско образование. Както се очаква, ръководителите и работещите в центровете за симулационни технологии показват отлично познаване на ролята и предимствата на симулационните технологии като *„неразделна част от обучението в модерните медицински университети. Те са валидирани методики за по-ефективно запазване на знанията както сред студентите, така и сред специалистите и практикуващите лекари, желаещи да се усъвършенстват в определена област“* (Експерт 3.).

„Иновационните образователни технологии стават все по-популярни сред преподавателите във висшите учебни заведения. Изкуственият интелект се явява в помощ на естествения“ (Експерт 4.).

Експертите от тази група ясно очертават водещите предимства на симулационните технологии:

по-добрите когнитивни и практически умения, придобити след определен брой повторения на съответния тренажор или симулатор, при което типът му не играе толкова голяма роля за крайния резултат;

по-висока ефективност на учебния процес по отношение на необходимото време, ресурси, при което същевременно се гарантира безопасността за пациента;

възможност за обучение върху определени патологични състояния и заболявания, дори когато не са достъпни пациенти със съответната диагноза;

обективно оценяване на постигнатите резултати от обучението.

„Възможността да се имитират заболявания и състояния посредством софтуерни и хардуерни способности позволява не просто близко до действителното преживяване, но и възможността да се оцени обективно (количествено, качествено и времево) оказаната помощ. Това задава напълно нови стандарти както за обучение, така и за оценка на бъдещите здравни специалисти и отваря нови хоризонти в сферата на образованието“ (Експерт 5.).

Преподавателите с експертиза в областта на приложението на симулационните технологии демонстрират задълбочено описание на нарастващото им значение в световен мащаб, важното място и предимствата от приложението им в обучението на студентите по здравни специалности:

- създаване на желани ситуации, които са възможно най-близки до действителните (Експерти 8., 10-14.).
- възможност за многократни повторения до постигане на желания резултат (Експерти 6.-11.).

- по-ефективно развитие на практическите умения и рутина в движенията (Експерт 6., 8-15.).
- пресъздаване на протоколи за поведение, особено при спешните състояния в безопасна, спокойна и контролирана среда (Експерти 9.-14.).
- упражняване на последователност от действия и различни сценарии за развитие на състоянията (Експерти 7. и 9.-14.).
- избягване на притеснението у обучаващите се, че експериментът е свързан с болка и страх за пациента (Експерти 6.-15.).
- възможност за лесно планиране на учебния процес (Експерти 13.-15.).
- липса на ограничение от наличието на подходящ клиничен случай (Експерти 13. и 14.).
- липса на етични ограничения (Експерти 9.-15.).

Конкретните мнения на експертите по отделните предимства на симулационните технологии са следните:

„Симулационните технологии би следвало да бъдат разглеждани като вече неизменна част от висшето медицинско образование. С напредването на информационните технологии и инженерството се дава възможност за изработване на все по-усъвършенствани симулатори, които да отговорят на нуждите на медицинското образование. Основното предимство е възможността за създаване на медицински сценарий пред студента/специализанта, който може да бъде репетиран до неговото усъвършенстване, което е невъзможно в реална среда“ (Експерт 11.).

„Възможността на обучаващите се да приложат теоретичните си знания на практика, да тренират клиничното си мислене и да преминат от механично рецитиране на запомненото лечение към реалното му приложение, да правят диференциална диагноза на различните състояния и да видят отговора на своите действия и колко време им отнема да съставят и изпълнят плана си за лечение“ (Експерт 10.).

„Доказано е, че медицинските специалисти, обучавани на симулатори, имат много по-бърза и ефективна крива на обучение в реална среда след това“ (Експерт 9.).

5.4.2. Основни бариери за приложението на симулационните технологии

Представителите и на трите групи експерти посочват важни бариери за широкото приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите по здравни специалности.

Според експертите, производители на симулационни технологии, водещата пречка за използване на симулационното обучение са неадаптираните учебни програми, в които не е заложено комбинирането на традиционни практически занятия с пациенти и такива на симулатори. Последваща бариера според тях е и липсата на достатъчен брой на подготвени преподаватели по различни специалности, които познават всички възможности на конкретните симулационни технологии с оглед на тяхното по-ефективно приложение.

„Програмите за обучение на студентите трябва да се преработят с оглед на включването на симулационното обучение. Трябва да се осигурят преподаватели по различните специалности и те да са пряко ангажирани с преподаването с помощта на симулаторите. Този процес изисква време, а преподавателите, в повечето случаи, са прекомерно заети с лечебната си дейност, т.е. те нямат време за придобиване на задълбочени познания за симулаторите, както и за преподаването с помощта на симулационна техника“ (Експерт 1.).

Представителите на административното ръководство и персонала по осигуряване и поддръжка на симулационните технологии дефинират няколко основни бариери за въвеждането на симулационните технологии, част от които се повтарят с тези на останалите две групи експерти:

Ограниченията на нормативно регламентиране на използването на симулатори (Експерт 3.).

Недостатъчният брой на обучени и желаещи преподаватели, които да прилагат симулационните технологии при обучението на студенти, специализанти и здравни специалисти, външни за висшето медицинско училище (Експерти 3.-5.).

Високата цена на симулационните технологии и ограничените финансови ресурси на висшето медицинско училище (всички експерти в тази група).

Липсата или недостатъчната площ за разполагане на симулационен център или оборудване в съответните основни звена (Експерти 3. и 16.).

Всички експерти, вкл. и ръководителят на финансовия отдел на висшето медицинско училище, отдават важно значение на финансовите ресурси, но двама от участниците подчертават, че те не са водещи (Експерти 3. и 5.):

„Финансовите възможности на съответното висше медицинско училище не са определящи. Съществуват множество нискобюджетни възможности за имплементиране на симулации в обучението“ (Експерт 17.).

„Ограниченото финансиране по европейски програми за закупуване на симулационна техника“ (Експерт 16.).

Недостатъчният или немотивиран човешки ресурс е посочен като бариера за приложението на симулационните технологии основно от управляващите и работещите в центровете за симулационни технологии, което е потвърдено и от следните мнения:

„Друга възможна причина е липсата на достатъчно мотивирани преподаватели, които да проправят пътя на една такава нова модалност на преподаване (при всички случаи в началото се изискват доста саможертви за сметка на свободното време на тези хора – да отделят от времето и енергията си за посвещаване на тази дейност). В повечето случаи закупените симулатори се „разпиляват“ по клиничните звена, където остават неизползвани, или се поставят в помещения, които са пригодени, а не построени за тази цел“ (Експерт 3.).

„Втората бариера е недостатъчното желание при част от преподавателите за промяна на техния менталитет и стереотип в обучителния процес“ (Експерт 4.)

„Пречките са основно в консервативните методи на обучение“ (Експерт 5.)

Преподавателите дефинират много ясно и разширяват спектъра от възможните бариери за приложението на симулационните технологии, с изключение на един, който казва, че *„няма бариери за използването им, но реалният контакт с пациента и индивидуалният подход към него е невъзможно да се възпроизведе“* (Експерт 6.):

- Недостатъчен брой на преподаватели, подготвени за работа със симулационни технологии (всички експерти, освен Експерт 6.).
- Голям брой на студентите в групите за практическите занятия (Експерт 9.).
- Свърхнатовареност на преподавателите, ангажирани със симулационните технологии и с много други задачи.
- Подценяване или нежелание от страна на преподавателите за въвеждане или по-широко приложение на симулационните технологии при обучението (Експерти 10.-12.).
- Недостатъчен брой на симулационни технологии от висок клас или подходящи за съответната клинична специалност (Експерти 8., 11. и 13.).
- Амортизация на някои симулационни технологии, с изключение на тези с виртуална реалност.
- Финансов ресурс за изграждане и обзавеждане на симулационен център, както и осигуряване на необходимите поддръжка и консумативи (всички експерти без Експерт 6.).
- Ефективна логистика за осигуряване на поддръжка, консумативи и заетост на залите и оборудването на центъра за симулационни технологии (Експерт 9.).

- Необходимост от специализиран симулационен център.

„За да бъде сесията ефективна, групата на обучаващи се трябва да е малка. Необходими са поне двама обучители (един оператор и един модератор), които познават в детайли възможностите на симулаторите. Необходимо е пространство, а най-добре и най-реалистично би било да има помещения, които са специално подбрани и оборудвани за тази цел. Освен това често преподавателите са ангажирани едновременно с обучение, лечебна и научна дейности, което ги натоварва и пречи да се концентрират достатъчно във всяко едно от тези направления“ (Експерт 9.).

„Традициите, които до момента не са включвали такъв тип обучение, нежелание на по-възрастните преподаватели да променят методите си на преподаване и да се обучават да използват нови технологии“ (Експерт 10.).

5.4.3. Осигуреност със симулационни технологии и тяхната използвае-мост в съответното висше медицинско училище

Всички преподаватели и представители на административната част на симулационния център и висшето медицинско училище са на мнение, че използването на симулационните технологии е широко застъпено в образователния процес на двете висши медицински училища. Медицинският симулационен тренировъчен център на Медицинския университет – Пловдив е най-големият симулационен център за медицински специалисти в България и разполага както с необходимите симулатори, така и с международно признати методики за обучение по над 20 медицински специалности (Медицинският симулационен тренировъчен център на Медицинския университет – Пловдив е един от шестте акредитирани образователни института към Американския колеж по хирургия в Европа). Всички симулатори и тренажори в този център са интегрирани в учебния процес, като част от курсовете се предлагат и по линия на следдипломното обучение срещу заплащане.

През 2019 г. в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна бе разкрит Център за симулационна техника и медицинска апаратура,

базата на който ежегодно се допълва и обновява според финансовите възможности на университета. Повечето експерти смятат, че този център е *„един от най-добре технически обезпечените симулационни центрове в България“*, но въпреки това има възможност за допълнително осигуряване на оборудване и персонал. За хармонизиране и интегриране на предклиничното и клиничното обучение на студентите в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна в този център се използват наличните симулатори в областта на хирургията, ехографските изследвания, спешната медицина и анестезиологията, акушерството и гинекологията, както и денталната медицина.

„МУ-Варна работи и с проекти по Оперативната програма НОИР за внедряване в обучението на съвместни учебни програми по изкуствен интелект с Варненския свободен университет и по процедура за създаване на центрове по компетентност с водещ партньор Медицинския университет – Плевен“ (Експерт 16.).

Експертите споделят, че закупената симулационна техника се използва пълноценно в голяма степен, с изключение на един от експертите, според който *„използването ѝ е недостатъчно“* (Експерт 9.).

Един от експертите подчертава, че симулационното обучение не включва само използването на симулационното оборудване:

„Съществуват медицински дисциплини, по които не могат да се използват физически симулатори, но форма на симулация може да има във всяка една специалност – дори в психиатрията може да се ангажират симулационни подходи при обучението на студентите“ (Експерт 10.).

5.4.4. Приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите

Експертите от фирмите производители посочват, че студентите разполагат с виртуални библиотеки, поддържани от видеоклипове и изображения в симулационните технологии.

Експертите с преподавателски опит използват в голяма степен симулационните технологии при обучението, а някои и ежедневно и в пълен капацитет. Те декларират позитивно отношение от страна на студентите, което се изразява в повишаване на знанията, уменията и интереса у студентите.

„Стига се до ситуация, в която един от първите въпроси, който поставят чуждестранните студенти, е дали университетът разполага (и дали предлага) симулационно обучение“ (Експерт 3.).

Преподавателите отчитат важния принос на преминалите от тях обучения и подготовка, преди да започнат работата със симулационните технологии, по-голямата сигурност и спокойствие при провеждането на практическите занятия с по-малобройни групи, постоянното и последователно надграждане на придобитите умения и знания.

Преподавателите отбелязват обичайно първоначален дискомфорт у студентите, но след известен и индивидуален период за настройка, абстрахиране, запознаване с работата със симулационните технологии те се фокусират върху придобиването на умения и знания и интересът за използване на симулационните технологии от страна на обучаващите нараства. Те открояват и провокирането на логическото мислене, самокритичността към пропуските в знанията и желанието за запълване на тези знания, както и за усъвършенстването на уменията. Чувства се по-голяма увереност поради факта, че не съществува опасност да бъде допусната фатална грешка. Преподавателите съобщават, че едно от предимствата на използването на симулационното обучение е полесното ангажиране и задържане на вниманието на обучаваните.

Отбелязва се по-слабото въвличане на симулационните технологии в обучението на специализантите, което и нормативно не е напълно уредено (Експерт 9.). Същевременно експертите заявяват сигурност по отношение на позитивното и голямото бъдеще на приложението на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите.

„Определено симулационните технологии са настоящето и бъдещето в изграждането на млади лекари и развитието на завършили такива!“ (Експерт 6.).

„Студентите приемат с интерес и очакват с нетърпение упражненията с използването на симулационните технологии. Чувствам комфорт и удовлетвореност, че мога да предам лесно и удобно практическите си умения на студентите и нагледно да демонстрирам рядко срещано състояние в медицината“ (Експерт 7.).

„Не се използват достатъчно в обучението на специализантите. Няма регламентирани сесии и теми, а се провеждат единични спонтанни, кратки симулации, при това – рядко“ (Експерт 9.).

„Когато аз бях студент, нямаше такава възможност и мога да оценя, че приложението на симулационните технологии в обучението го прави с по-голяма практическа насоченост и по-интересно. Не на последно място, този тип обучение позволява трениране и усъвършенстване на манипулации, като същевременно премахва напрежението и страха“ (Експерт 10.).

5.4.5. Бариири от страна на преподавателите за широкото приложение на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите във висшето медицинско училище

Всички експерти са на мнение, че преподавателите играят ключова роля както за ефективното използване на симулационните технологии в съответното звено, така и за изграждането на позитивно отношение на студентите към симулационното обучение. Приложението на симулационните технологии изисква няколко важни момента, които, ако не са спазени, се явяват сериозна пречка от страна на преподавателите:

- Изработване на собствена нагласа за истинско и сериозно обучение, а не като към игра;
- Влагане на достатъчно време и усилия за самоподготовка и предварително проиграване на ситуационните задачи и сценарии;

- Запознаване с възможностите и ограниченията на симулационните технологии;
- Готовност за реагиране при възникване на технически проблеми;
- Разработване на подходяща, гъвкава и адаптивна методология за преподаване и оценяване на студентите и техните знания;
- Заделяне на достатъчно време за обучение, предвидено от сценария.

Двама от преподавателите споделят, че по-високата възраст на обучаващите се явява важна бариера за ефективното приложение на симулационното обучение във висшите медицински училища.

„Най-сериозният проблем, свързан с приложението на симулационните технологии в образованието, е лимитираното време на медицинските обучители, което те са склонни да отделят на студентите/специализантите. Без квалифициран ментор, който да контролира и води обучението, симулаторите не са нищо повече от видео игри“ (Експерт 3.).

„В съвременните симулационни технологии е имплементирано огромно количество технологии, това вероятно възпира част от преподавателите да боравят уверено и свободно със съответната симулационна технология. Възможно е да съществуват притеснения у някои преподаватели да не повредят неумишлено техниката“ (Експерт 5.).

„Подценяване на обучението със симулационни технологии поради непознаване на предимствата на този метод за преподаване“ (Експерт 9.).

„Липсата на изготвени програми за обучение, принуждаващи преподавателя да „импровизира“ (Експерт 13.).

5.4.6. Етични проблеми на приложението на симулационните технологии при обучението във висшите медицински училища

Всички експерти са на мнение, че етичните проблеми нямат място в приложението на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите в здравните специалности. Трима от тях споделят мнението, че симулационното обучение дори елиминира част от етичните съображения при

директното обучение върху пациенти (Експерти 3., 6. и 8.). Един експерт дори смята, че манипулациите върху пациентите следва да бъдат предхождани от задължително успешно покриване на обучение и упражняване на симулаторите.

Експертите в сферата на медицинската етика също подкрепят становището за липса на етични проблеми при приложението на симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите.

„Обучението, което включва симулационни технологии, развива знанията, уменията и нагласите на обучаващите се здравни специалисти, като потенциално предпазва и пациентите от ненужен риск, с което отговаря на едни от основните принципи в съвременната биоетика – благодеяние и ненаанасяне на вреда. Още повече, базираното на симулационни технологии обучение е институционализирано и в други високотехнологични и рискови професии, като напр. авиацията и ядрената енергетика, с цел да се увеличи максимално безопасността при обучението и да се минимизира рискът. В контекста на здравните специалности и медицинското обучение симулационните технологии не създават етични проблеми, доколкото могат да подпомогнат развитието на поведенчески и практически умения, но не и да заменят реалния контакт между медицинския специалист/лекар и пациент“ (Експерт 3.).

„Нямам такива наблюдения, напротив, чрез симулационните технологии отпадат емоционални състояния, които биха възникнали при определени тематики и максимално обективно могат да се прецизират детайлите в обучението!“ (Експерт 6.).

„Не мисля. Считаю, че е много по-етично, безопасно и ефективно, обучението да се осъществява първо върху симулатори и само при достигане на определено ниво на компетентност и успеваемост на симулатора, да се преминава към манипулации върху реални пациенти“ (Експерт 9.).

5.4.7. Правни и финансови проблеми на приложението на симулационните технологии при обучението във висшите медицински училища

Почти всички експерти (n=15; 88.24% от случаите) споделят становището, че няма правни проблеми за приложението на симулационните технологии при обучението във висшите медицински училища.

От гледна точка на експерта по право съществуват юридически проблеми, които следва да бъдат решени с цел осъществяване на ефективно обучение преди всичко на специализантите, за да могат да бъдат включени в практическата част на обучението им и часовете за работа със симулаторите:

„При придобиване на специалност в определени професионални направления в системата на здравеопазването се извършва задължителна лечебно-диагностична дейност с определен брой манипулации с пациенти, които трябва да бъдат изпълнени, за да бъдат покрити законовите критерии и стандарти за придобиване на съответната медицинска специалност от регулираните професии. Обучението със симулационна техника е предвидено като факултативна избираема дисциплина и са необходими законови промени за включване на часовете за работа със симулатори като част от практическото обучение на специализанти, докторанти и студенти“ (Експерт 16.).

Според друг експерт правните проблеми се състоят в това, че *„няма регулаторна рамка за използване на симулационните технологии в медицинското образование – нито по отношение на хорариуми, нито по отношение на Единните държавни изисквания“ (Експерт 3.).*

Финансовите бариери се очертават от почти всички експерти като много значими, особено за по-малките висши училища или факултети, въпреки че по думите на един от експертите финансите не трябва да са водещи при *„наличие на воля и желание е възможно въвеждане на симулационно обучение, като се започне с различни таск-тренажори, част от които могат да се създадат от подръчни средства“.*

„Разходите за високата себестойност на високотехнологичното оборудване и консумативи за симулационно обучение не би следвало да са водещи и да се преследва непременно възвръщаемост на вложенията във финансово изражение поради положителните резултати от такова обучение от хуманна гледна точка в резултат на намаляване на грешките при всички здравни и медицински специалисти“ (Експерти 5. и 10.).

„Принципно високотехнологичното оборудване със симулационни технологии е с висока първоначална цена за придобиване и впоследствие за поддръжка. Погледнато от чисто финансовата страна, може би използването на такъв тип техника не е напълно оправдано. Но от хуманна гледна точка, ако използването на такъв тип техника минимизира лекарските грешки впоследствие, дори и в малка степен, и това доведе до подобряване на общественото здравеопазване като цяло – то тогава финансовата страна на въпроса въобще не би трябвало да бъде водеща при вземане на решението за придобиване“ (Експерт 5.).

„Високата първоначална цена би могла да бъде пречка, но при правилно обучение и експлоатация най-вероятно би имало задоволителен продължителен ефект – финансов, обучителен и етичен“ (Експерт 10.).

Двама от експертите (преподавател и счетоводител) допълват, че към високите финансови разходи за закупуване и поддръжка на оборудването следва да бъдат отнесени и системните разходи за заплащане на преподавателите за обучението им (национални или международни семинари), допълнително възнаграждение предвид необходимостта от провеждане на обучението със студенти в по-малобройни групи от традиционния размер, и за да могат преподавателите да са посветени на работата си със симулационните технологии.

„Симулаторите и консумативите са скъпи; броят на студентите е голям; за да има повече преподаватели, трябва да има средства за заплати; за да имат преподавателите повече време, е необходимо заплащането да не налага работа на повече от едно работно място“ (Експерт 9.).

Според J. M. Senvisky и съавт. (2022) създаването и поддържането на симулационните центрове и програми за обучение са свързани със значителни разходи и изискват съществено дългосрочно инвестиране от страна на съответната основна институция. Директните разходи включват самата симулационна програма, проектирането и изграждането на пространството за построяване на самия център, разходите за материали и за строеж, снабдяването с персонални компютри, програмни продукти, манекени, уреди за разширяване и консумативи, както и заплати на персонала и стипендии. Непреките разходи включват режимните разноси, административните дейности, заплатите на администрацията, услугите, застраховката и амортизацията на сградата и апаратурата. Разбирането и оправдаването на тези разходи е сериозно предизвикателство по отношение на финансовата устойчивост. Капацитетът за ясно идентифициране на разходите и на клиничните и икономически ползи от симулационната програма за обучение ще предостави на съответната научна организация информацията, необходима за подкрепа на решението за инвестиране в симулационното обучение (J. M. Senvisky и съавт., 2022).

Анализирано са разходите, свързани с прилагането на интерактивен онлайн модул с виртуална реалност с цел обучение на 40 студенти от четвърти курс по фармация в Университета Монаш в Малайзия през 2017 г. (A. S. Lim и S. W. H. Lee, 2022). През първата година общите разходи за създаването и използването на виртуалния опит от обективното структурно клинично изпитване на това обучение възлизат на 94.38 щ.д. за един студент, а за провеждането на уъркшопи „лице-в-лице“ – на 64.14 щ.д. за един студент, докато през втората година те възлизат съответно на 32.86 щ.д. за един студент и на 58.97 щ. д. за един студент. Нетна печалба от това флексибилно симулационно обучение се установява след третата година, а по-големи икономии се постигат при кохорти от над 100 студенти.

5.4.8. Перспективи на симулационните технологии във висшите медицинските училища в България

Предложените от всички експерти препоръки са рационални и последователни, като касаят решаването на всички засегнати проблеми в предишните обсъждания. Фундаментални са отправените предложения за приемане на регулаторна рамка за задължително използване на симулационни технологии в медицинското образование по отношение на Единните държавни изисквания за предвиден хорариум, кредити и дисциплини, в които да бъде заложено обучението с приложение на симулационните технологии.

„Активното членство и колаборацията между специалистите по симулационна медицина в Българското общество по симулационна медицина обединяват усилията си и съдействат пред държавните органи за предприемане на необходимите мерки за възприемане и популяризиране на симулационното обучение“ (Експерт 3.).

Важен елемент на ефективното провеждане на обучението с приложение на симулационните технологии е построяването или обособяването на самостоятелна сграда/достатъчна площ за тази цел.

Необходимо е осигуряване на институционална подкрепа за развитие на симулационното обучение чрез закупуване и поддръжка на оборудване, подготовка на адекватен на натоварването брой на качествени и заинтересовани кадри. За покриване на високите разходи е изказано предложение да бъде осигурено необходимото финансиране от страна на Министерството на образованието и науката.

Разработването на адаптивна методология за преподаване, оценяване и сертифициране на придобитите знания е друго предложение, при което да се вземе предвид и реструктурирането на организацията по провеждане на практическите обучения. Важен елемент е провеждането на предварително обучение на преподавателите за работа със симулационните технологии за овладяване на техниката за обучение и оценяване на студентите. Освен това един

от експертите предлага и възможност за провеждане на курсове и за външни за учебното заведение лица (лекари, полицаи, пожарникари, моряци и др.) (Експерт 8.).

Допълнителното финансово стимулиране за преподавателите, работещи със симулационните технологии при обучението на студентите и специализантите, би допринесло за постигането на по-високи резултати и по-широко приложение на симулационните технологии.

„Принципно използването на симулационните технологии (СТ) трябва да бъде регламентирано като изискване в нормативните уредби, касаещи обучението на бъдещите и настоящи медицински специалисти. СТ може и трябва да бъде наложен като стандарт за обучение и като средство за оценка на придобитите знания и умения“ (Експерт 5.).

„Необходимо е интензивно проучване на предлаганите продукти и търсене на възможности за интегрирането им в съществуващите учебни програми. Разнообразието на СТ и конкуренцията на пазара предлагат неизчерпаеми възможности за подобряване на програмите за обучение“ (Експерт 5.).

„Нужно е повече обучение на преподавателите, в това число посещение на големи симулационни центрове и симпозиуми в чужбина. Нужно е поощряване на преподавателите, занимаващи се с този вид на обучение“ (Експерт 8.).

„Проблем е голямата обща натовареност, която не ми позволява да придобия достатъчна увереност при оперирането с манекените и воденето на симулациите. Необходимо е време, за предварително разиграване – веднъж като обучаващ и веднъж като обучаван. Затова е нужен поне още един преподавател и свободно време. Тези две условия са изпълнени рядко“ (Експерт 9.).

ГЛАВА 6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия дисертационен труд са анализирани нагласите, впечатленията и придобитият опит на няколко групи от студенти, преподаватели и експерти с помощта на разработения за целта инструментариум.

Получените резултати убедително показват готовността на студентите и преподавателите да участват активно в приложението на симулационно-базираното обучение. Те показват задоволителна информираност по този въпрос и осъзнават несъмнените предимства на симулационните технологии – ефективност, индивидуална работа в реалистична среда, възможност за многократно повтаряне на практическите упражнения и затвърдяване на придобитите знания и умения, безопасност за пациента и др.

Ефективността на приложението на симулационното обучение е демонстрирана чрез приложение на предхождащо обучението на реални пациенти, обучение на майчино-фетален симулатор за придобиване на практически умения на бъдещите лекари и снижаване възможностите за допускане на грешки.

Експертите в проучването открояват редица съществени предимства, перспективи и някои недостатъчно решени проблеми на приложението на съвременните симулационни технологии във висшето медицинско образование у нас.

Настоящото проучване би могло да стимулира учените в България също да организират и проведат комплексни изследвания по тази актуална и социално значима проблематика.

ГЛАВА 7

ИЗВОДИ

1. Симулационното обучение се характеризира със задоволително качество, достатъчна ефективност, перспективност и безопасност за пациента. Образованието с приложение на симулационни технологии е изградено въз основа на теорията за експерименталното обучение и позволява съществено активизиране на учащите се. Разбирането на основополагащите теории за образованието, зависещи от симулационното обучение, подпомага преподавателите при разработването на новите симулационни програми. Методите на това обучение се разглеждат като утвърдена компонента както за студентите по медицина, така и за специализантите. Те са икономически ефективни, поради което употребата им през последните години се свързва със значимо по-добри резултати, особено по отношение на поведението спрямо болните с висок риск и при спешните състояния.
2. Проучените различните видове симулационни технологии са представени систематизирано в литературния обзор, в зависимост от технологията и нейното приложение. Обзорът на статиите и докладите от конференции в България показва твърде малкото проучвания на ефективността на симулационното обучение, прилагано във висшите медицински училища.
3. Установени са сходни резултати сред анкетираните студенти, преподаватели и експерти по отношение на повечето анализирани въпроси. Почти всички участници потвърждават, че симулационно базираното обучение подпомага развиването на клинични умения и компетентности, както и за придобиване на сигурност. По-малко от половината участници в експерименталното проучване са наясно с различните видове симулационни технологии. Обучаемите показват задоволителна информираност и осъзнават несъмнените предимства на симулационните технологии – ефективност, индивидуална работа в реалистична среда, възможност за многократно повтаряне на практическите упражнения и затвърждаване на придобитите знания и умения, безопасност за пациента и др.

4. Всички студенти от специалностите „Медицина“ и „Дентална медицина“ имат възможност да се обучават на симулатор по време на симулационно-базирано упражнение, но повече от половината смятат, че е необходимо да се увеличи броят и повиши достъпът до симулаторите (57%), особено за студентите по дентална медицина в БЕО (63%).
5. Недостатъчно застъпено е използването на симулационните технологии по време на практическите занятия според 57.4% от студентите по медицина и 62.2% от студентите по дентална медицина в БЕО, като зависимостта между този показател и вида специалност е статистически значима ($p < 0.0001$).
6. Студентите са удовлетворени от пресъздаването на различни клинични състояния при използването на симулаторите в хода на обучението им, като в по-висока степен споделят това бъдещите medici ($p < 0.0001$) и обучаващите се в БЕО (58.1%) ($p < 0.0001$) спрямо алтернативния вид специалност и език на обучение.
7. Инструкторите за обучение на СТ присъстват винаги на практическите занятия на студентите по медицина в БЕО, а най-рядко при студентите по дентална медицина в АЕО ($p = 0.04$). Студентите (около 1/3) и почти всички преподаватели смятат, че броят на инструкторите не е достатъчен за осъществяване на ефективно симулационно обучение.
8. Изграждането на специализиран симулационен център би повишило ефективността на симулационното обучение на допълнителни симулатори и семинарни занятия с цел повишаване достъпността до симулационно обучение.
9. Провеждането на обучение с приложение на симулационни технологии при студенти от специалност „Акушерство и гинекология“ води до по-висока успеваемост и по-добри умения при студентите от експерименталната група, в сравнение със студентите от контролната група.
10. Основните бариери за широкото приложение на симулационните технологии за обучение на студенти и специализанти по здравни специалности са както следва: неадаптираните учебни програми, в които да е заложено комбинирането на традиционни практически занятия с пациенти и такива на

симулатори; липсата на достатъчен брой подготвени и мотивирани преподаватели по различни специалности, нежелание от страна на преподавателите за въвеждане или по-широко приложение на симулационните технологии в обучението, както и големият брой студенти в групите; високите разходи за закупуване и поддръжка на СТ спрямо ограничените финансови ресурси на учебните заведения, липсата или недостатъчната площ за разполагане на симулационен център или оборудване в съответните основни звена.

11. Очертани са перспективите за развитие и позициониране на симулационните технологии на достойно място и широко приложение в обучението на студентите във висшите медицински училища чрез приемане на регулаторна рамка за задължително използване на СТ в обучението на студентите от различни медицински специалности; институционална подкрепа чрез осигуряване на оборудване и достатъчен брой обучени и мотивирани кадри; разработване на адаптивна методология за преподаване, оценяване и сертифициране на придобитите знания.

ГЛАВА 8

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Реализиран е детайлен и задълбочен исторически преглед на разработването и приложението на симулационните технологии за обучение на студентите от различни медицински специалности.
2. Настоящото многоаспектно проучване е първата инициатива в нашата страна по отношение на ефективността и перспективността на използването на съвременните симулационни технологии при обучението на студенти по клинична медицина и дентална медицина.
3. За първи път се реализира проучване за нагласите и опита от прилагането на симулационните технологии в обучението на студентите от специалностите „Медицина“ и „Дентална медицина“.
4. Проведено е първо за България експериментално проучване за оценка ефективността на приложението на СТ в обучението по дисциплината „Акушерство и гинекология“ на студенти от специалност „Медицина“.
5. Анализирани са познанията, субективния опит и преживявания на студентите и преподавателите при работа със симулационни технологии по дисциплината „Акушерство и гинекология“, специалност „Медицина“.
6. Извършен е първи качествен експертен анализ за идентифициране на основните бариери за широкото приложение на симулационните технологии за обучение на студенти и специализанти по здравни специалности в България.
7. Цялостният анализ на събраните данни позволява извеждане на препоръки, насочени към съответните институции за въвеждане на рутинно и ефективно обучение на студенти и специализанти във висшите медицински училища в България.

ГЛАВА 9

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Chernogorova, G., **Grancharov, D.**, Bliznakov, Zh. Assessment of the effectiveness of medical simulators in the practical training of medical students: preliminary results in MU-Varna. *Scripta Scientifica Salutis Publicae*, 2019;3:28-34.
2. **Грънчаров, Д.**, Йотов, Т. Повишаване на медицинската подготовка и квалификация на морски лица чрез използване на симулационни технологии. *Варненски медицински форум*, 2021;10(2):201-205.
3. Simeonov, H., **Grancharov, D.**, Georgiev, T. Arthroscopic simulator use: initial results. *Scripta Scientifica Salutis Publicae*, 2021;7 On-line First.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сандева М. Ефективност на симуляционното обучение в медицината - опитът на МСТЦ. В: IV-та конференция по симуляционно обучение в медицината. Пловдив, 13-15.XI. 2020 г. Доклад.
2. Чанева Г, Терзиева А, Богданова К, Димитрова А, Попова Т, Илиева М, Кантарева П. Симуляционна лаборатория по интравенозна терапия - иновативен метод на обучение. *Сестринско дело*. 2018;50(2):16-19.
3. Aggarwal R, Mytton OT, Derbrew M, Hananel D, Heydenburg M, Issenberg B, MacAulay C, Mancini ME, Morimoto T, Soper N, Ziv A, Reznick R. Training and simulation for patient safety. *Qual Saf Health Care*. 2010;19 Suppl 2:i34-i43.
4. Ajab S, Pearson E, Dumont S, Mitchell A, Kastelik J, Balaji P, Hepburn D. An alternative to traditional bedside teaching during COVID-19: high-fidelity simulation-based study. *JMIR Med Educ*. 2022;8(2):e33565. doi: 10.2196/33565.
5. AlBalawi I, Alqahtani JS, Al Ghamdi SS, Aldhahir AM, Alnasser M, Alqahtani AS, AlRabeeah SM, Alkhathami M, Almaqati TN, AlDraiwiesh IA, Al Onezei AK, Jebakumar AZ, et al. Health sciences students' attitude, perception, and experience of using educational simulation in Saudi Arabia: a cross-sectional study. *Nurs Rep*. 2022;12(3):620-628.
6. Alkhalaf AA, Wazqar DY. The effect of high-fidelity simulation technology on the competency of nursing students in managing chemotherapy extravasation in patients with cancer. *J Prof Nurs*. 2022;42:1-7.
7. Almousa O, Georgiou K, Ivanov V, Dimov R, Marinov B, Oayumi K. Surgical simulation and technology-enabled learning in resource limited countries: a review. *J Surg*. 2021;6(1):1355. doi: 10.29011/2575-9760.001355.
8. Álvarez Martínez L, Ruiz Aja E, Valdivieso Castro MP, Cardenal Alonso-Allende TM, Gálvez Estévez CM, Galbarriatu Gutiérrez A, Matthies Baraibar MC, Álvarez Díaz FJ. Common surgical training program: standardization of learning quality. *Cir Pediatr*. 2022;35(4):196-203.
9. Al-Wassia H, Bamehriz M, Atta G, Saltah H, Arab A, Boker A. Effect of training using high-versus low-fidelity simulator mannequins on neonatal intubation skills of pediatric residents: a randomized controlled trial. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):497. doi: 10.1186/s12909-022-03572-8.
10. Alzoraigi U, Almoziny S, Almarshed A, Alhaider S. Integrating medical simulation into residency programs in Kingdom of Saudi Arabia. *Adv Med Educ Pract*. 2022;13:1453-1464.
11. Annoh R, Buchan J, Gichuhi S, Philippin H, Arunga S, Mukome A, Admassu F, Lewis K, Makupa W, Otiti-Sengeri J, Kim M, MacLeod D, et al. The impact of simulation-

- based trabeculectomy training on resident core surgical skill competency. *J Glaucoma*. 2022 Aug 22. doi: 10.1097/IJG.0000000000002114.
12. Arango S, Gorbaty B, Buyck D, Johnson J, Porter ST, Iaizzo PA, Perry TE. A free-access online interactive simulator to enhance perioperative transesophageal echocardiography training using a high-fidelity human heart 3D model. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2022;S1053-0770(22)00750-9. doi: 10.1053/j.jvca.2022.10.012.
 13. Araújo NM, Ochiai AM, Camargo JDCS, Ussame EY, Osava RH, Silva LCFPD. Cervical dilation assessment in simulators compared to a visual tool: a randomized study. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2023;31:e3881. doi: 10.1590/1518-8345.6102.3881.
 14. Ari F, Arslan-Ari I, Abaci S, Inan FA. Online simulation for information technology skills training in higher education. *J Comput High Educ*. 2022;34(2):371-395.
 15. Asghar MS, Zaman BS, Zahid A. Past, present, and future of surgical simulation and perspective of a developing country: A narrative review. *J Pak Med Assoc*. 2021;71(12):2770-2776.
 16. Ayaz O, Ismail FW. Healthcare simulation: a key to the future of medical education - a review. *Adv Med Educ Pract*. 2022;13:301-308.
 17. Bacheva, M. The clinical simulations in medical education as a valuable learning experience. *Knowledge: International Journal*, 2022, 52(4).
 18. Badowski D, Rossler KL, Reiland N. Exploring student perceptions of virtual simulation versus traditional clinical and manikin-based simulation. *J Prof Nurs*. 2021;37(4):683-689.
 19. Baetzner AS, Wespi R, Hill Y, Gyllencreutz L, Sauter TC, Saveman BI, Mohr S, Regal G, Wrzus C, Frenkel MO. Preparing medical first responders for crises: a systematic literature review of disaster training programs and their effectiveness. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2022;30(1):76. doi: 10.1186/s13049-022-01056-8.
 20. Bajwa M, Ahmed R, Lababidi H, Morris M, Morton A, Mosher C, Wawersik D, Herx-Weaver A, Gross IT, Palaganas JC. Development of distance simulation educator guidelines in healthcare: a Delphi method application. *Simul Healthc*. 2023 Jan 5. doi: 10.1097/SIH.0000000000000707.
 21. Bakhshi SK, Ahmad R, Merchant AAH, Noorali AA, Abdul Rahim K, Shaikh NQ, Afzal N, Lakhdir MPA, Shamim MS, Haider AH. Development, outcome and costs of a simulation-based neurosurgery bootcamp at the national level. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):896. doi: 10.1186/s12909-022-03965-9.
 22. Barghi Shirazi F, Moslehi S, Rasouli MR, Masoumi G. A systematic literature review identifying the dimensions and components of simulation of the hospital emergency department during emergencies and disasters. *Med J Islam Repub Iran*. 2022;36:82. doi: 10.47176/mjiri.36.82.

23. Battan RM, Kattan WM, Saqr RR, Alawi M. The effectiveness of simulation-based training on KAU hospital housekeeping staff performance. *Infect Dis Health*. 2023 Mar 2:S2468-0451(23)00012-3. doi: 10.1016/j.idh.2023.02.003.
24. Baumann-Birkbeck L, Anoopkumar-Dukie S, Khan SA, O'Donoghue M, Grant GD. Learner attitudes towards a virtual microbiology simulation for pharmacy student education. *Curr Pharm Teach Learn*. 2022;14(1):13-22.
25. Beal MD, Kinnear J, Anderson CR, Martin TD, Wamboldt R, Hooper L. The effectiveness of medical simulation in teaching medical students critical care medicine: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*. 2017;12(2):104-116.
26. Becker LR, Hermosura BA. Simulation education theory. In: *Comprehensive healthcare simulation: obstetrics and gynecology*. Deering S, Auguste TC, Goffman D, eds. Springer International Publishing AG, Cham, 2019, 11-24.
27. Bedi MS, Raheja A, Katiyar V, Mishra S, Garg K, Narwal P, Ganeshkumar A, Sharma R, Tandon V, Milani D, Servadei F, Suri A, et al. SimSpine: a cost-effective spinal endoscopy training prototype for neurosurgical residents skills training. *World Neurosurg*. 2023 Mar 7:S1878-8750(23)00281-4. doi: 10.1016/j.wneu.2023.02.133.
28. Behmadi S, Asadi F, Okhovati M, Ershad Sarabi R. Virtual reality-based medical education versus lecture-based method in teaching start triage lessons in emergency medical students: virtual reality in medical education. *J Adv Med Educ Prof*. 2022;10(1):48-53.
29. Ben Ahmed H, Dziri C. Histoire de la simulation médicale. *Tunis Med*. 2020;98(12):892-894.
30. Bhakta RT, Alshuqayfi AA. Extracorporeal membrane oxygenation simulation. In: *StatPearls (Internet)*. Treasure Island, FL, StatPearls Publishing, 2022.
31. Boet S, Burns JK, Jenisset E, Papp M, Bourbonnais S, Pignel R. A Delphi study to identify relevant scenarios as the first step toward an international hyperbaric medicine simulation curriculum. *Diving Hyperb Med*. 2022;52(1):44-48.
32. Bogár PZ, Tóth L, Rendeki S, Mátyus L, Németh N, Boros M, Nagy B, Nyitrai M, Maróti P. Az egészségügyi szimulációs oktatás jelene és jövője Magyarországon. *Orv Hetil*. 2020;161(26):1078-1087.
33. Borrelli de Andreis F, Mascagni P, Schepis T, Attili F, Tringali A, Costamagna G, Boškoski I. Prevention of post-ERCP pancreatitis: current strategies and novel perspectives. *Therap Adv Gastroenterol*. 2023 Mar 6;16:17562848231155984. doi: 10.1177/17562848231155984.
34. Bruno RR, Wolff G(1), Wernly B(2)(3), Masyuk M(1), Piayda K(4), Leaver S(5), Erkens R(1), Oehler D(1), Afzal S(1), Heidari H(1), Kelm M(1)(6), Jung C(7). Virtual and augmented reality in critical care medicine: the patient's, clinician's, and researcher's perspective. *Crit Care*. 2022;26(1):326. doi: 10.1186/s13054-022-04202-x.

35. Bu Y, Chen M, Sharkey A, Wong V, Zhong Q, Mahmood F, Matyal R. Novel three-dimensional printed human heart models and ultrasound omniplane simulator for transesophageal echocardiography training. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2023 Feb 3:S1053-0770(23)00058-7. doi: 10.1053/j.jvca.2023.01.037.
36. Buléon C, Minehart RD, Rudolph JW, Blanié A, Lilot M, Picard J, Plaud B, Pottecher J, Benhamou D. Strategy to develop a common simulation training program: illustration with anesthesia and intensive care residency in France. *Teach Learn Med.* 2022 Oct 17:1-13. doi: 10.1080/10401334.2022.2127730.
37. Cai B, Duan S, Yi J, Bay BH, Huang J, Huang W, Hu N, Chen C. A three-dimensional (3D) printed simulator as a feasible assessment tool for evaluating hip arthroscopy skills. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022 Aug 29. doi: 10.1007/s00167-022-07125-w.
38. Cai B, Duan S, Yi J, Huang W, Bay BH, Li C, Chen C. Training surgical skills on hip arthroscopy by simulation: a survey on surgeon's perspectives. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2022a;17(10):1813-1821.
39. Campbell KK, Wong KE, Kerchberger AM, Lysikowski J, Scott DJ, Sulistio MS. Simulation-based education in US undergraduate medical education: a descriptive study. *Simul Healthc.* 2022 Dec 27. doi: 10.1097/SIH.0000000000000705.
40. Castellanos-Ortega Á, Broch MJ, Palacios-Castañeda D, Gómez-Tello V, Valdivia M, Vicent C, Madrid I, Martinez N, Párraga MJ, Sancho E, Fuentes-Dura MDC, Sancerni-Beitia MD, et al. Competency assessment of residents of Intensive Care Medicine through a simulation-based objective structured clinical evaluation (OSCE). A multicenter observational study. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2022;46(9):491-500.
41. Cenyon KF, Bruhn AM, Claiborne DM, Bobzien JL. Use of a simulated-virtual training module to improve dental hygiene students' self-reported knowledge, attitudes, and confidence in providing care to children with autism spectrum disorder: a pilot study. *J Dent Hyg.* 2022;96(5):42-51.
42. Chakravarthy C, Malyala SK, Aranha D, Suryadevara SS, Sunder V. Comparative evaluation of hybrid 3D-printed models versus cadaveric animal jaws: a student's perspective. *J Maxillofac Oral Surg.* 2022;21(3):1044-1051.
43. Chalouhi GE, Bernardi V, Gueneuc A, Houssin I, Stirnemann JJ, Ville Y. Evaluation of trainees' ability to perform obstetrical ultrasound using simulation: challenges and opportunities. *Am J Obstet Gynecol.* 2016;214(4):525.e1-525.e8. doi: 10.1016/j.ajog.2015.10.932.
44. Chang HY, Chen CH, Liu CW. The effect of a virtual simulation-based educational application on nursing students' belief and self-efficacy in communicating with patients about complementary and alternative medicine. *Nurse Educ Today.* 2022;114:105394. doi: 10.1016/j.nedt.2022.105394.
45. Chen T, Zhang Y, Ding C, Ting K, Yoon S, Sahak H, Hope A, McLachlin S, Crawford E, Hardisty M, Larouche J, Finkelstein J. Virtual reality as a learning tool in spinal

- anatomy and surgical techniques. *N Am Spine Soc J.* 2021;6:100063. doi: 10.1016/j.xnsj.2021.100063.
46. Chung WC. The present status and improvement directions for gastrointestinal fellows and residents in Korea. *Korean J Gastroenterol.* 2022;80(5):217-220 (in Korean).
 47. Churchouse C, McCafferty C. Standardized patients versus simulated patients: is there a difference? *Clin Simul Nursing.* 2012;8(8):e363-e365.
 48. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J.* 2008;84(997):563-570.
 49. Costello DM, Huntington I, Burke G, Farrugia B, O'Connor AJ, Costello AJ, Thomas BC, Dundee P, Ghazi A, Corcoran N. A review of simulation training and new 3D computer-generated synthetic organs for robotic surgery education. *J Robot Surg.* 2022;16(4):749-763.
 50. Curran VR, Xu X, Aydin MY, Meruvia-Pastor O. Use of extended reality in medical education: an integrative review. *Med Sci Educ.* 2022 Dec 19:1-12.
 51. Davila U, Price A. Past, present and future of simulation in pediatrics. In: *StatPearls (Internet).* Treasure Island, FL, StatPearls Publishing, 2022.
 52. Demir S, Tunçbilek Z, Alinier G. The effectiveness of Visually Enhanced Mental Simulation in developing casualty triage and management skills of paramedic program students: a quasi-experimental research study. *Int Emerg Nurs.* 2023;67:101262. doi: 10.1016/j.ienj.2023.101262.
 53. Deng Q. A research on online education behavior and strategy in university. *Front Psychol.* 2022;13:767925. doi: 10.3389/fpsyg.2022.767925.
 54. Denson JS, Abrahamson S. A computer-controlled patient simulator. *JAMA.* 1969;208(3):504-508.
 55. DeStephano CC, Chou B, Patel S, Slattery R, Hueppchen N. A randomized controlled trial of birth simulation for medical students. *Am J Obstet Gynecol.* 2015;213(1):91. doi: 10.1016/j.ajog.2015.03.
 56. Dietrich CF, Lucius C, Nielsen MB, Burmester E, Westerway SC, Chu CY, Condous G, Cui XW, Dong Y, Harrison G, Koch J, Kraus B, et al. The ultrasound use of simulators, current view, and perspectives: requirements and technical aspects (WFUMB state of the art paper). *Endosc Ultrasound.* 2023;12(1):38-49.
 57. Durairajan N, Venkat D, Soubani A, Jinjuvadia C, Mukadam Z, Lee SJ, Sankari A. Impact of a multimodal simulation-based curriculum on endobronchial ultrasound skills. *ATS Sch.* 2022;3(2):258-269.
 58. Eber J, Peterson AC. Specific steps in the operation determine resident speed: experience with a live tissue simulation model of laparoscopic nephrectomy. *Front Surg.* 2022 Oct 20;9:997324. doi: 10.3389/fsurg.2022.997324.

59. Ebina K, Abe T, Hotta K, Higuchi M, Furumido J, Iwahara N, Kon M, Miyaji K, Shibuya S, Lingbo Y, Komizunai S, Kurashima Y, et al. Automatic assessment of laparoscopic surgical skill competence based on motion metrics. *PLoS One*. 2022;17(11):e0277105. doi: 10.1371/journal.pone.0277105.
60. Erci S, Lindqvist D, Lindström MB, Gummesson C. Three perspectives on learning in a simulated patient scenario: a qualitative interview study with student, simulated patient, and teacher. *Adv Simul (Lond)*. 2023;8(1):10. doi: 10.1186/s41077-023-00249-0.
61. Erwin PA, Lee AC, Ahmad U, Antonoff M, Arndt A, Backhus L, Berry M, Birdas T, Cassivi SD, Chang AC, Cooke DT, Crabtree T, et al. Consensus for thoracoscopic lower lobectomy: essential components and targets for simulation. *Ann Thorac Surg*. 2022;114(5):1895-1901.
62. Espinosa-Ramírez S, Monge-Martín D, Denizón-Arranz S, Cervera-Barba E, Mateos-Rodríguez A, Caballero-Martínez F. Ibero-American consensus on learning outcomes for the acquisition of competencies by medical students through clinical simulation. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2022;26(13):4564-4573.
63. Ezeaka C, Fajolu I, Ezenwa B, Chukwu E, Patel S, Umoren R. Perspectives of medical students on simulation-based training: the Nigerian experience. *Pan Afr Med J*. 2022 Sep 8;43:16. doi: 10.11604/pamj.2022.43.16.25542.
64. Farah GJ, Rogers JL, Lopez AM, Brown NJ, Pennington Z, Kuo C, Gold J, Bui NE, Koester SW, Gendreau JL, Diaz-Aguilar LD, Oh MY, et al. Resident training in spine surgery: a systematic review of simulation-based educational models. *World Neurosurg*. 2023 Mar 13:S1878-8750(23)00327-3. doi: 10.1016/j.wneu.2023.03.032.
65. Farah PD, El Hachem P. The current role of medical simulation in palliative care. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing, 2022.
66. Felix HM, Schertzer K. Mastery learning in medical simulation. In: *StatPearls (Internet)*. Treasure Island, FL, StatPearls Publishing, 2022.
67. Flewelling GP, Augustine BD, Groom JA, Kardong-Edgren S, Simmons VC. Design and validation of a simulation scenario and assessment tool: a pilot project. *AANA J*. 2023 Feb;91(1):46-54.
68. Flössel U, Clas S, Willemer M, Sommer M, Poweleit G, Schulze R, Heide S, Erfurt C. Using simulation mannequins and actors in training for external post-mortem examinations - experiences from use in medical students and police officers. *J Forensic Leg Med*. 2021 Jan;77:102102. doi: 10.1016/j.jflm.2020.102102.
69. French DM, DuBose-Morris RA, Lee FW, Sulkowski SJ, Samuelson GA, Jauch EC. Telesimulation to improve critical decision-making in prehospital airway management: a feasibility study. *South Med J*. 2022;115(8):639-644.
70. Frerejean J, van Merriënboer JGG, Condrón C, Strauch U, Eppich W. Critical design choices in healthcare simulation education: a 4C/ID perspective on design that leads to transfer. *Adv Simul (Lond)*. 2023;8(1):5. doi: 10.1186/s41077-023-00242-7.

71. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004;13 (Suppl 1):i2-i10.
72. Gami M, Shah S, Hossain S, Hartland A. Perspective of a teaching fellow: innovation in medical education: the changing face of clinical placements during COVID-19. *J Med Educ Curric Dev*. 2022;9:23821205221084935. doi: 10.1177/23821205221084935.
73. Gan W, Mok TN, Chen J, She G, Zha Z, Wang H, Li H, Li J, Zheng X. Researching the application of virtual reality in medical education: one-year follow-up of a randomized trial. *BMC Med Educ*. 2023 Jan 3;23(1):3. doi: 10.1186/s12909-022-03992-6.
74. Garfinkle R, Petersen RP, DuCoin C, Altieri MS, Aggarwal R, Pryor A, Zevin B. Consensus priority research questions in gastrointestinal and endoscopic surgery in the year 2020: results of a SAGES Delphi study. *Surg Endosc*. 2022;36(9):6688-6695.
75. Gharib AM, Bindoff IK, Peterson GM, Salahudeen MS. Computer-based simulators in pharmacy practice education: a systematic narrative review. *Pharmacy (Basel)*. 2023;11(1):8. doi: 10.3390/pharmacy11010008.
76. Goldbraikh A, D'Angelo AL, Pugh CM, Laufer S. Video-based fully automatic assessment of open surgery suturing skills. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2022;17(3):437-448.
77. Goldin S, Hood N, Pascutto A, Bennett C, Barbosa de Lima AC, Devereaux N, Caric A, Rai K, Desai S, Lindstrand A, Struminger B. Building global capacity for COVID-19 vaccination through interactive virtual learning. *Hum Resour Health*. 2022;20(1):16. doi: 10.1186/s12960-022-00710-7.
78. Gong T, Wang Y, Pu H, Yin L, Zhou M. Study on the application value of PBL combined with situational simulation teaching method in clinical practice teaching of radiology department. *Comput Math Methods Med*. 2022 Aug 11;2022:6808648. doi: 10.1155/2022/6808648.
79. Gredes T, Pricop-Jeckstadt M, Mereti E, Botzenhart U. Survey of student attitudes toward digital technology in practical technical dental education using the AR-Demonstrator-App. *J Dent Educ*. 2022;86(1):12-20.
80. Haiser A, Aydin A, Kunduzi B, Ahmed K, Dasgupta P. A systematic review of simulation-based training in vascular surgery. *J Surg Res*. 2022;279:409-419.
81. Hall AJ, Walmsley P. Technology-enhanced learning in orthopaedics: Virtual reality and multi-modality educational workshops may be effective in the training of surgeons and operating department staff. *Surgeon*. 2022 May 24:S1479-666X(22)00077-4. doi: 10.1016/j.surge.2022.04.009.
82. Hamstra SJ, Brydges R, Hatala R, Zendejas B, Cook DA. Reconsidering fidelity in simulation-based training. *Acad Med*. 2014;89(3):387-392.
83. Harwayne-Gidansky I, Zurca A, Maa T, Bhalala US, Malaiyandi D, Nawathe P, Sarwal A, Waseem M, Kenes M, Vennero M, Emler L. Defining priority areas for critical care

- simulation: a modified Delphi consensus project. *Cureus*. 2021;13(6):e15844. doi: 10.7759/cureus.15844.
84. He L, Lu W, Wang Z, Wang S, Xue M. CTSim: a numerical simulator of computed tomography for high-quality radiological education. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2022;17(7):1257-1269.
 85. He W, Lu J, Zheng W, Zhang X, Yu Z, Shen L, Zhang D. A study on the role of intelligent medical simulation systems in teaching first aid competence in anesthesiology. *J Healthc Eng*. 2022 Apr 21;2022:8163546. doi: 10.1155/2022/8163546.
 86. Høegh-Larsen AM, Gonzalez MT, Reiersen IÅ, Husebø SIE, Ravik M. Changes in nursing students' self-reported professional competence in simulation-based education and clinical placement: A longitudinal study. *Nurse Educ Today*. 2022;119:105592. doi: 10.1016/j.nedt.2022.105592.
 87. Hoffman JL, Wu TY, Argeros G. Effects of a computer-based community health nursing virtual reality simulation on postlicensure nursing students. *J Contin Educ Nurs*. 2023;54(3):109-116.
 88. Holtmannspötter M, Crossley RA, Liebig T, Gallagher AG. Metric-based simulation training to proficiency for endovascular thrombectomy in ischemic stroke. *Front Neurol*. 2022;13:742263. doi: 10.3389/fneur.2022.742263.
 89. Hong S, Cho I, Park M, Lee JY, Lee J, Choi M. Simulation education incorporating academic electronic medical records for undergraduate nursing students: a pilot study. *Healthc Inform Res*. 2022;28(4):376-386.
 90. Hopwood N. Model politics. *Lancet*. 2008;372(9654):1946-1947.
 91. Hossain F, Alnumay A, Alkhamesi NA, Elnahas A, Hawel J, Alsowaina K, Liu RQ, Schlachta CM. Pilot evaluation of a novel, low-cost, simulation model for training and assessment of laparoscopic intracorporeal continuous suturing. *Surg Innov*. 2022;29(5):625-631.
 92. Houghton N, Williams L, Baptista A, Thakerar V, Dharmarajah A. Digital clinical placements: Student perspectives and preparedness for placements. *Clin Teach*. 2023 Jan 4:e13558. doi: 10.1111/tct.13558.
 93. Howard KK, Makki H, Novotny NM, Mi M, Nguyen N. Value of robotic surgery simulation for training surgical residents and attendings: a systematic review protocol. *BMJ Open*. 2022;12(6):e059439. doi: 10.1136/bmjopen-2021-059439.
 94. Hsu HC, Lin MH. The impact of an educational program on nurses' shared decision making attitudes: A randomized controlled trial. *Appl Nurs Res*. 2022;65:151587. doi: 10.1016/j.apnr.2022.151587.
 95. Huang GS, Sheehan FH, Gill EA. Transesophageal echocardiography simulation: A review of current technology. *Echocardiography*. 2022;39(1):89-100.

96. Illi J, Bernhard B, Nguyen C, Pilgrim T, Praz F, Gloeckler M, Windecker S, Haeberlin A, Gräni C. Translating imaging into 3D printed cardiovascular phantoms: a systematic review of applications, technologies, and validation. *JACC Basic Transl Sci.* 2022;7(10):1050-1062
97. Issenberg SB, Scalese RJ. Simulation in health care education. *Perspect Biol Med.* 2008;51(1):31-46.
98. Jackson M, McTier L, Brooks LA, Wynne R. The impact of design elements on undergraduate nursing students' educational outcomes in simulation education: protocol for a systematic review. *Syst Rev.* 2022;11(1):52. doi: 10.1186/s13643-022-01926-3.
99. Jallad ST, Işık B. The effectiveness of virtual reality simulation as learning strategy in the acquisition of medical skills in nursing education: a systematic review. *Ir J Med Sci.* 2022;191(3):1407-1426.
100. Jamie AH, Mohammed AA. Satisfaction with simulation-based education among Bachelor of Midwifery students in public universities and colleges in Harar and Dire Dawa cities, Ethiopia. *Eur J Midwifery.* 2019;3:19. doi: 10.18332/ejm/113132.
101. Jayasundera M, Myers M, Pandian K, Gingell G. Virtual reality simulation: evaluating an experiential tool for the clinical application of pathophysiology. *Med Sci Educ.* 2022;32(6):1575-1577.
102. Johnson KD, Schumacher D, Lee RC. Identifying strategies for the management of interruptions for novice triage nurses using an online modified Delphi method. *J Nurs Scholarsh.* 2021 Nov;53(6):718-726.
103. Jones MR, Dadiz R, Baldwin CD, Alpert-Gillis L, Jee SH. Integrated behavioral health education using simulated patients for pediatric residents engaged in a primary care community of practice. *Fam Syst Health.* 2022;40(4):472-483.
104. Joo YE. Current endoscopy training in Korea and future aspects. *Korean J Gastroenterol.* 2022;80(5):207-210 (in Korean).
105. Joseph M, Ray JM, Chang J, Cramer LD, Bonz JW, Yang TJ, Wong AH, Auerbach MA, Evans LV. All clinical stressors are not created equal: Differential task stress in a simulated clinical environment. *AEM Educ Train.* 2022;6(2):e10726. doi: 10.1002/aet2.10726.
106. Kalinov T, Georgiev T, Bliznakova K, Zlatarov A, Kolev N. Assessment of students' satisfaction with virtual robotic surgery training. *Heliyon.* 2023;9(1):e12839. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e12839
107. Kamio T, Onda T. Fused deposition modeling 3D printing in oral and maxillofacial surgery: problems and solutions. *Cureus.* 2022;14(9):e28906. doi: 10.7759/cureus.28906.
108. Kaur S, Shirodkar AL, Nanavaty MA, Austin M. Cost-effective and adaptable cataract surgery simulation with basic technology. *Eye (Lond).* 2022;36(7):1384-1389.

109. Kho Y, Yoon HS, Park DH, Do MT, Jung G, Cho SY. Effectiveness of a newly-developed training module using 3D printing for the navigation during retrograde intrarenal surgery. *Investig Clin Urol.* 2022;63(5):554-562.
110. Ker J, Bradley P. Simulation in medical education. In: T. Swanick, ed. *Understanding medical education: evidence, theory and practice.* Chichester, Wiley-Blackwell, 2010, 164-180.
111. Kiesel M, Beyers I, Kalisz A, Wöckel A, Quenzer A, Schläiß T, Wulff C, Diessner J. Evaluating the value of a 3D printed model for hands-on training of gynecological pelvic examination. *3D Print Med.* 2022;8(1):20. doi: 10.1186/s41205-022-00149-5.
112. Kim JY, Lee JS, Lee JH, Park YS, Cho J, Koh JC. Virtual reality simulator's effectiveness on the spine procedure education for trainee: a randomized controlled trial. *Korean J Anesthesiol.* 2022 Nov 2. doi: 10.4097/kja.22491.
113. Kim Y, Lee JH, Lee GH, Kim GH, Huh G, Hong SW, Jung HY. The rise of the simulator-based training method in gastrointestinal endoscopy training and currently available simulators. *Clin Endosc.* 2023 Jan 6. doi: 10.5946/ce.2022.191.
114. Kim YJ, Yoo JH. Effects of manikin fidelity on simulation-based nursing education: a systematic review and meta-analysis. *J Nurs Educ.* 2022;61(2):67-72.
115. Kiyofuji S, Kin T, Saito T, Koike T, Takeda Y, Uchida T, Sato K, Shono N, Niwa R, Furuta Y, Saito N. Invention of an online interactive virtual neurosurgery simulator with audiovisual capture for tactile feedback. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2023;24(2):194-200.
116. Kishimoto N, Mukai N, Honda Y, Hirata Y, Tanaka M, Momota Y. Simulation training for medical emergencies in the dental setting using an inexpensive software application. *Eur J Dent Educ.* 2018;22(3):e350–e357.
117. Kishimoto N, Sanuki T, Liu Y, Tran SD, Seo K. Simulation training for medical emergencies of dental patients: a review of the dental literature. *Jpn Dent Sci Rev.* 2023;59:104-113.
118. Kuchyn IL, Vlasenko OM, Melnyk VS, Stuchynska NV, Kucherenko II, Mykytenko PV. Simulation training and virtual patients as a component of classroom training of future doctors under COVID-19 conditions. *Wiad Lek.* 2022;75(5 pt 1):1118-1123.
119. Kummer N, Delémont O, Voisard R, Weyermann C. The potential of digital technologies in problem-based forensic learning activities. *Sci Justice.* 2022;62(6):740-748.
120. Labuschagne MJ, Arbee A, de Klerk C, de Vries E, de Waal T, Jhetam T, Piest B, Prins J, Uys S, van Wyk R, van Rooyen C. A comparison of the effectiveness of QCPR and conventional CPR training in final-year medical students at a South African university. *Afr J Emerg Med.* 2022;12(2):106-111.

121. Laco RB, Stuart WP. Simulation-based training program to improve cardiopulmonary resuscitation and teamwork skills for the urgent care clinic staff. *Mil Med.* 2022;187(5-6):e764-e769.
122. Larraga-García B, Quintana-Díaz M, Gutiérrez Á. Simulation-based education in trauma management: a scoping review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(20):13546. doi: 10.3390/ijerph192013546.
123. LE Corvec T, Brancaccio B, Pasqui E, Decante B, DE Donato G, Gouëffic Y. 3D-printed model of simulation for acute thrombus removal in peripheral arteries. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2023 Mar 31. doi: 10.23736/S0021-9509.23.12651-6.
124. Lee J, Lee JH. Effects of simulation-based education for neonatal resuscitation on medical students' technical and non-technical skills. *PLoS One.* 2022;17(12):e0278575. doi: 10.1371/journal.pone.0278575.
125. Lee YJ, Takenaka BP. Extended reality as a means to enhance public health education. *Front Public Health.* 2022;10:1040018. doi: 10.3389/fpubh.2022.1040018.
126. Lewis GS, Wee H, Vicory J, Armstrong AD, Reid JS. Virtual simulation for interactive visualization of 3D fracture fixation biomechanics. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022;30(1):e51-e58. doi: 10.5435/JAAOS-D-20-01322.
127. Liaw SY, Sutini, Chua WL, Tan JZ, Levett-Jones T, Ashokka B, Te Pan TL, Lau ST, Ignacio J. Desktop virtual reality versus face-to-face simulation for team-training on stress levels and performance in clinical deterioration: a randomised controlled trial. *J Gen Intern Med.* 2022 May 2:1-7. doi: 10.1007/s11606-022-07557-7.
128. Lim AS, Lee SWH. Is technology enhanced learning cost-effective to improve skills?: The Monash objective structured clinical examination virtual experience. *Simul Healthc.* 2022;17(2):131-135.
129. Lin YF, Wang CY, Huang YH, Lin SM, Yang YY. Medical students' self-assessed efficacy and satisfaction with training on endotracheal intubation and central venous catheterization with smart glasses in Taiwan: a non-equivalent control-group pre- and post-test study. *J Educ Eval Health Prof.* 2022;19:25. doi: 10.3352/jeehp.2022.19.25.
130. Liu B. Research on virtual interactive animation design system based on deep learning. *Comput Intell Neurosci.* 2022;2022:5035369. doi: 10.1155/2022/5035369.
131. Liu G, Bian W, Zu G, Liu J, Zhang G, Li C, Jiang G. Development of a 3D printed lung model made of synthetic materials for simulation. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;70(4):355-360.
132. Luo Y, Li M, Tang J, Ren J, Zheng Y, Yu X, Jiang L, Fan D, Chen Y. Design of a virtual reality interactive training system for public health emergency preparedness for major emerging infectious diseases: theory and framework. *JMIR Serious Games.* 2021;9(4):e29956. doi: 10.2196/29956.

133. Lüscher M, Nayahangan LJ, Thrane JF, Danstrup CS, Konge L, Andersen SAW. Simulation-based surgical training needs in otorhinolaryngology. *Dan Med J*. 2022;69(4):A08210630.
134. Maita H, Kobayashi T, Akimoto T, Hirano T, Osawa H, Kato H. Evaluation of simulation-based ultrasound education using a bladder simulator for medical students in Japan: a prospective observational study. *J Med Ultrason* (2001). 2022 Nov 29. doi: 10.1007/s10396-022-01269-5.
135. Mandal P, Ambade R. Surgery training and simulation using virtual and augmented reality for knee arthroplasty. *Cureus*. 2022;14(9):e28823. doi: 10.7759/cureus.28823.
136. Mansoori MS, Azizi SM, Mirhosseini F, Yousefi D, Moradpoor H. A study to investigate the effectiveness of the application of virtual reality technology in dental education. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):457. doi: 10.1186/s12909-022-03543-z.
137. McInerney N, Nally D, Khan MF, Heneghan H, Cahill RA. Performance effects of simulation training for medical students - a systematic review. *GMS J Med Educ*. 2022;39(5):Doc51. doi: 10.3205/zma001572.
138. Meerdink M, Khan J. Comparison of the use of manikins and simulated patients in a multidisciplinary in situ medical simulation program for healthcare professionals in the United Kingdom. *J Educ Eval Health Prof*. 2021;18:8. doi: 10.3352/jeehp.2021.18.8.
139. Mestre A, Muster M, El Adib AR, Ösp Egilsdottir H, Byermoen KR, Padilha M, Aguilar T, Tabagari N, Betts L, Sales L, Garcia P, Ling L, et al. The impact of small-group virtual patient simulator training on perceptions of individual learning process and curricular integration: a multicentre cohort study of nursing and medical students. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):375. doi: 10.1186/s12909-022-03426-3.
140. Meyer-Szary J, Luis MS, Mikulski S, Patel A, Schulz F, Tretiakow D, Fercho J, Jaguszewska K, Frankiewicz M, Pawłowska E, Targoński R, Szarpak Ł, et al. The role of 3D printing in planning complex medical procedures and training of medical professionals - cross-sectional multispecialty review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(6):3331. doi: 10.3390/ijerph19063331.
141. Micallef J, Sivanathan M, Clarke KM, Habti M, Bénard F, Meloche-Dumas L, Patocskai E, Dubrowski A. Development and initial assessment of a novel and customized bile duct simulator for handsewn anastomosis training. *Cureus*. 2022;14(11):e31749. doi: 10.7759/cureus.31749.
142. Molloy MA, Zhao Y, Leonard C, Chen Y, Cadavero AA, Xing W, Vaughn J, Lin Y, Min H, Oermann MH, Yan H. Nursing students from China and the United States: learning together through virtual simulation. *Nurs Educ Perspect*. 2022;43(3):171-174.
143. Moloney M, Murphy L, Kingston L, Markey K, Hennessy T, Meskell P, Atkinson S, Doody O. Final year undergraduate nursing and midwifery students' perspectives on simulation-based education: a cross-sectional study. *BMC Nurs*. 2022;21(1):299. doi: 10.1186/s12912-022-01084-w.

144. Momand B, Hamidi M, Sacuevo O, Dubrowski A. The application of a design-based research framework for simulation-based education. *Cureus*. 2022;14(11):e31804. doi: 10.7759/cureus.31804.
145. Morato R, Tomé L, Dinis-Ribeiro M, Rolanda C. Endoscopic skills training: the impact of virtual exercises on simulated colonoscopy. *GE Port J Gastroenterol*. 2022;29(6):374-384.
146. Moussa R, Alghazaly A, Althagafi N, Eshky R, Borzangy S. Effectiveness of virtual reality and interactive simulators on dental education outcomes: systematic review. *Eur J Dent*. 2022;16(1):14-31.
147. Nabovati E, Jeddi FR, Ghaffari F, Mirhoseini F. The effects of simulation training on learning of health information systems: A scoping review. *J Educ Health Promot*. 2022 Jan 31;11:4. doi: 10.4103/jehp.jehp_17_21.
148. Narang K, Imsirovic A, Dhanda J, Smith CF. Virtual reality for anatomy and surgical teaching. *Adv Exp Med Biol*. 2023;1397:135-149.
149. Narang P, Raju B, Jumah F, Konar SK, Nagaraj A, Gupta G, Nanda A. The evolution of 3D anatomical models: a brief historical overview. *World Neurosurg*. 2021;155:135-143.
150. Natheir S, Christie S, Yilmaz R, Winkler-Schwartz A, Bajunaid K, Sabbagh AJ, Werthner P, Fares J, Azarnoush H, Del Maestro R. Utilizing artificial intelligence and electroencephalography to assess expertise on a simulated neurosurgical task. *Comput Biol Med*. 2023 Jan;152:106286. doi: 10.1016/j.compbiomed.2022.106286.
151. Nour MG, Moradi EV, AlJamal YN, Arghami A, Sadrzadeh SM, Assadi R. Evaluation of the educational value of low-cost training model for emergency cricothyrotomy. *Surg Innov*. 2023 Mar 31:15533506231162992. doi: 10.1177/15533506231162992.
152. Ohsato A, Seki N, Nguyen TTT, Moross J, Sunaga M, Kabasawa Y, Kinoshita A, Morio I. Evaluating e-learning on an international scale: an audit of computer simulation learning materials in the field of dentistry. *J Dent Sci*. 2022;17(1):535-544.
153. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S Jr, Jacobson L, Quinones J, Shen B, Levine AI. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med*. 2009;76(4):330-343.
154. Oman SP, Magdi Y, Simon LV. Past, present and future of simulation in internal medicine. In: *StatPearls (Internet)*. Treasure Island, FL, StatPearls Publishing, 2022.
155. Owen H. Early use of simulation in medical education. *Simul Healthc*. 2012;7(2):102-116.
156. Owen H. *Simulation in healthcare education. An extensive history*. Springer International Publishing AG, Switzerland, 2016. 456 p.
157. Pai, D. Use of simulation for undergraduate medical education. *Int J Adv Med Hlth Res*. 2018;5(1):3-6.

158. Pang M, Zhao X, Lu D, Dong Y, Jiang L, Li J, Ji P. Preliminary user evaluation of a new dental technology virtual simulation system: development and validation study. *JMIR Serious Games*. 2022;10(3):e36079. doi: 10.2196/36079.
159. Park JJ, Tiefenbach J, Demetriades AK. The role of artificial intelligence in surgical simulation. *Front Med Technol*. 2022 Dec 14;4:1076755. doi: 10.3389/fmedt.2022.1076755.
160. Pearce P, Novak J, Wijesekera A, Loch-Wilkinson T, Redmond M, Winter C, Alexander H, Maclachlan L. Properties and implementation of 3-dimensionally printed models in spine surgery: a mixed-methods review with meta-analysis. *World Neurosurg*. 2023;169:57-72.
161. Peisachovich E, Ladha N, Rahmanov Z, Da Silva C. Shifting to delivering simulation virtually within a healthcare education setting. *Cureus*. 2022;14(1):e21598. doi: 10.7759/cureus.21598.
162. Peperstraete H, Steenhout A, De Somer F, Depuydt P, Hoste E, Van Herzele I. Adult essential extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) skills for use in an e-learning program for ICU physicians, nurses and perfusionists: a consensus by a modified Delphi questionnaire. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):786. doi: 10.1186/s12909-022-03764-2.
163. Pereira HR, Barzegar M, Hamadelseed O, Esteve AV, Munuera J. 3D surgical planning of pediatric tumors: a review. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2022;17(4):805-816.
164. Peri A, Marconi S, Gallo V, Mauri V, Negrello E, Abelli M, Ticozzelli E, Caserini O, Pugliese L, Auricchio F, Pietrabissa A. Three-D-printed simulator for kidney transplantation. *Surg Endosc*. 2022;36(1):844-851.
165. Phan Q, Geller DE, Broughton AS, Swan BA, Wells JS. Evaluating a low-cost disaster preparedness simulation for prelicensure nursing students. *Disaster Med Public Health Prep*. 2023;17:e343. doi: 10.1017/dmp.2022.280.
166. Philip N, Ali K, Duggal M, Daas H, Nazzal H. Effectiveness and student perceptions of haptic virtual reality simulation training as an instructional tool in pre-clinical paediatric dentistry: a pilot pedagogical study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(5):4226. doi: 10.3390/ijerph20054226.
167. Piot MA, Dechartres A, Attoe C, Romeo M, Jollant F, Billon G, Cross S, Lemogne C, Layat Burn C, Michelet D, Guerrier G, Tesniere A, et al. Effectiveness of simulation in psychiatry for nursing students, nurses and nurse practitioners: a systematic review and meta-analysis. *J Adv Nurs*. 2022;78(2):332-347.
168. Plackett R, Kassianos AP, Mylan S, Kambouri M, Raine R, Sheringham J. The effectiveness of using virtual patient educational tools to improve medical students' clinical reasoning skills: a systematic review. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):365. doi: 10.1186/s12909-022-03410-x.
169. Plank G, Loewe A, Neic A, Augustin C, Huang YL, Gsell MAF, Karabelas E, Nothstein M, Prassl AJ, Sánchez J, Seemann G, Vigmond EJ. The openCARP simulation

- environment for cardiac electrophysiology. *Comput Methods Programs Biomed.* 2021 Sep;208:106223. doi: 10.1016/j.cmpb.2021.106223.
170. Qiu F, Zhu Q, Jing K, Duan Y. Study on key technologies of virtual interactive surgical simulation for 3D reconstruction of medical images. *Biomed Res Int.* 2022 Aug 2;2022:9540545. doi: 10.1155/2022/9540545.
 171. Qiu F, Zhu Q, Jing K, Duan Y. Study on key technologies of virtual interactive surgical simulation for 3D reconstruction of medical images. *Biomed Res Int.* 2022;2022:9540545. doi: 10.1155/2022/9540545.
 172. Quiben M, Greenwood KC, Gorman SL, Bradford J, Macauley K, Nordon-Craft A, Rucker J, Silberman N, Stockert B. Simulation-based education in physical therapist education: perspectives from the strategic initiative panel on simulation in physical therapist education. *Phys Ther.* 2022 Oct 6:pzac135. doi: 10.1093/ptj/pzac135.
 173. Radi I, Tellez JC, Alterio RE, Scott DJ, Sankaranarayanan G, Nagaraj MB, Hogg ME, Zeh HJ, Polanco PM. Feasibility, effectiveness and transferability of a novel mastery-based virtual reality robotic training platform for general surgery residents. *Surg Endosc.* 2022;36(10):7279-7287.
 174. Renganathan L, Datta K, Seth A, Sethi N, Kanitkar M. Off-site simulation-based training on management of postpartum hemorrhage amongst final-year medical students. *Med J Armed Forces India.* 2022;78(Suppl 1):S152-S157.
 175. Rezayi S, Shahmoradi L, Ghotbi N, Choobsaz H, Yousefi MH, Pourazadi S, Ardali ZR. Computerized simulation education on physiotherapy students' skills and knowledge: a systematic review. *Biomed Res Int.* 2022 Oct 26;2022:4552974. doi: 10.1155/2022/4552974.
 176. Richardson CL, Chapman S, White S. Establishing the acceptability and usability of an animated virtual patient simulation. *Explor Res Clin Soc Pharm.* 2021 Sep 8;4:100069. doi: 10.1016/j.rcsop.2021.100069.
 177. Riches S, Iannelli H, Reynolds L, Fisher HL, Cross S, Attoe C. Virtual reality-based training for mental health staff: a novel approach to increase empathy, compassion, and subjective understanding of service user experience. *Adv Simul (Lond).* 2022;7(1):19. doi: 10.1186/s41077-022-00217-0.
 178. Rohr A, Perrenot C, Pitta A, Celerier I, Labrousse M, Renard Y, Cadiot G, Brugel M. Reperfused human cadaver as a new simulation model for colonoscopy: a pilot study. *Surg Endosc.* 2022 Nov 28:1-9. doi: 10.1007/s00464-022-09763-0.
 179. Rohrig L, Burlingame S, Dickerson MB, Harter EA, Justice S. Interprofessional simulation in a digital world: teaching collaborative practice in web-based environments. *Nurs Clin North Am.* 2022;57(4):639-652.
 180. Rojas-Sánchez MA, Palos-Sánchez PR, Folgado-Fernández JA. Systematic literature review and bibliometric analysis on virtual reality and education. *Educ Inf Technol (Dordr).* 2022 Jun 27:1-38. doi: 10.1007/s10639-022-11167-5.

181. Romli MH, Wan Yunus F, Cheema MS, Abdul Hamid H, Mehat MZ, Md Hashim NF, Foong CC, Hong WH, Jaafar MH. A meta-synthesis on technology-based learning among healthcare students in Southeast Asia. *Med Sci Educ.* 2022;32(3):657-677.
182. Russell KF. Ivory anatomical manikins. *Med Hist.* 1972;16(2):131-142.
183. Safhi AY. Three-dimensional (3D) printing in cancer therapy and diagnostics: current status and future perspectives. *Pharmaceuticals (Basel).* 2022;15(6):678. doi: 10.3390/ph15060678.
184. Schlumbohm J. The practice of practical education: male students and female apprentices in the Lying-in Hospital of Göttingen University, 1792-1815. *Med Hist.* 2007;51(1):3-36.
185. Senvisky JM, McKenna RT, Okuda Y. Financing and funding a simulation center. In: *StatPearls [Internet].* Treasure Island (FL), StatPearls Publishing, 2023.
186. Shi J, Cavagnaro MJ, Xu S, Zhao M. The application of three-dimensional technologies in the improvement of orthopedic surgery training and medical education quality: a comparative bibliometrics analysis. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10:852608. doi: 10.3389/fbioe.2022.852608.
187. Shi P, Guo S, Jin X, Hirata H, Tamiya T, Kawanishi M. A novel catheter interaction simulating method for virtual reality interventional training systems. *Med Biol Eng Comput.* 2022 Dec 30. doi: 10.1007/s11517-022-02730-w.
188. Shields AD, Battistelli JD, Kavanagh LB, Thomson BA Nielsen PE. A modified Delphi approach to determine current treatment advances for the development of a resuscitation program for maternal cardiac arrest. *BMC Emerg Med.* 2022;22(1):149. doi: 10.1186/s12873-022-00704-7.
189. Sim JJM, Rusli KDB, Seah B, Levett-Jones T, Lau Y, Liaw SY. Virtual simulation to enhance clinical reasoning in nursing: a systematic review and meta-analysis. *Clin Simul Nurs.* 2022;69:26-39.
190. Sivanathan M, Espinola CW, Uribe Quevedo A, Kapralos B, Krishnan S, Bhat V, Dubrowski A. Development of content for a virtual reality simulation to understand and mitigate moral distress in healthcare workers. *Cureus.* 2022;14(11):e31240. doi: 10.7759/cureus.31240.
191. Sivanathan M, Yanguéz Franco L, Joshi S, Micallef J, Button D, Dubrowski A. Development of simple and advanced adult proximal tibia simulators for a decentralized simulation-based education model to teach paramedics-in-training the intraosseous infusion procedure. *Cureus.* 2022a;14(10):e30929. doi: 10.7759/cureus.30929.
192. Solli H, Haukedal TA, Husebø SIE, Reiersen IÅ. Alternating between active and passive facilitator roles in simulated scenarios: a qualitative study of nursing students' perceptions. *Adv Simul (Lond).* 2022;7(1):37. doi: 10.1186/s41077-022-00233-0.
193. Spatenkova V, Zvercova I, Jindrisek Z, Veverkova I, Kuriscak E. Comparison of nursing students' performance of cardiopulmonary resuscitation between 1 semester and

- 3 semesters of manikin simulations in the Czech Republic: a non-randomized controlled study. *J Educ Eval Health Prof.* 2023;20:9. doi: 10.3352/jeehp.2023.20.9.
194. Sterner A, Nilsson MS, Eklund A. The value of simulation-based education in developing preparedness for acute care situations: an interview study of new graduate nurses' perspectives. *Nurse Educ Pract.* 2023;67:103549. doi: 10.1016/j.nepr.2023.103549.
 195. Sterz J, Gutenberger N, Stefanescu MC, Zinßer U, Bepler L, Linßen S, Schäfer V, Carstensen P, Verboket RD, Adili F, Ruessler M. Manikins versus simulated patients in emergency medicine training: a comparative analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022;48(5):3793-3801.
 196. Stott B, Driscoll M. Face and content validity of analog surgical instruments on a novel physics-driven minimally invasive spinal fusion surgical simulator. *Med Biol Eng Comput.* 2022;60(10):2771-2778.
 197. Sujar A, Kelly G, García M, Vidal FP. Interactive teaching environment for diagnostic radiography with real-time X-ray simulation and patient positioning. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2022;17(1):85-95.
 198. Sutherland J, Belec J, Sheikh A, Chepelev L, Althobaity W, Chow BJW, Mitsouras D, Christensen A, Rybicki FJ, La Russa DJ. Applying modern virtual and augmented reality technologies to medical images and models. *J Digit Imaging.* 2019;32(1):38-53.
 199. Suzuki M, Miyaji K, Watanabe R, Suzuki T, Matoba K, Nakazono A, Nakamaru Y, Konno A, Psaltis AJ, Abe T, Homma A, Wormald PJ. Repetitive simulation training with novel 3D-printed sinus models for functional endoscopic sinus surgeries. *Laryngoscope Investig Otolaryngol.* 2022;7(4):943-954.
 200. Syamsuri DD, Askandar Tjokroprawiro B, Kurniawati EM, Utomo B, Kuswanto D. Simulation-based training using a novel Surabaya hysterectomy mannequin following video demonstration to improve abdominal hysterectomy skills of obstetrics and gynecology residents during the COVID-19 pandemic in Indonesia: a pre- and post-intervention study. *J Educ Eval Health Prof.* 2022;19:11. doi: 10.3352/jeehp.2022.19.11.
 201. Syed Abdul S, Upadhyay U, Salcedo D, Lin CW. Virtual reality enhancing medical education and practice: brief communication. *Digit Health.* 2022 Dec 18;8:20552076221143948.
 202. Taaffe JP, Kabbani LS, Goltz CJ, Bath J, Mattos MA, Caputo FJ, Singh P, Vogel TR. Feasibility and evaluation of surgical simulation with developed crisis scenarios: a comparison of performance by vascular surgery training paradigms. *J Surg Educ.* 2021;78(6):2110-2116.
 203. Tadinada A, Gul G, Godwin L, Al Sakka Y, Crain G, Stanford CM, Johnson J. Utilizing an organizational development framework as a road map for creating a technology-driven agile curriculum in predoctoral dental education. *J Dent Educ.* 2022 Nov 18. doi: 10.1002/jdd.13131.

204. Taylor PH, Coulter K. Exploring the effectiveness of telehealth simulation in a standardized patient scenario. *J Nurs Educ.* 2023;62(3):162-166.
205. Thomas CM, Barker N. Impact of simulation on undergraduate student outcomes. *Nurse Educ.* 2022;47(6):E127-E131.
206. Toale C, Morris M, Kavanagh DO. Perspectives on simulation-based assessment of operative skill in surgical training. *Med Teach.* 2022a Oct 26:1-8. doi: 10.1080/0142159X.2022.2134001.
207. Toale C, Morris M, Kavanagh DO. Training to proficiency in surgery using simulation: is there a moral obligation? *J Med Ethics.* 2022 Jan 6:medethics-2021-107678. doi: 10.1136/medethics-2021-107678.
208. Torres K, Evans P, Mamcarz I, Radczuk N, Torres A. A manikin or human simulator-development of a tool for measuring students' perception. *PeerJ.* 2022 Dec 12;10:e14214. doi: 10.7717/peerj.14214.
209. Trelles Guzmán CR, Mainez Rodríguez JA, Aguado-Maestro I, Cansino Alcaide R, Pérez-Carral JR, Martínez-Piñeiro L. 3D printed model for flexible ureteroscopy training, a low-cost option for surgical training. *Actas Urol Esp (Engl Ed).* 2022;46(1):16-21.
210. Turner S, Harder N, Martin D, Gillman L. Psychological safety in simulation: Perspectives of nursing students and faculty. *Nurse Educ Today.* 2023;122:105712. doi: 10.1016/j.nedt.2023.105712.
211. Uchiyama F, Noguchi T, Kamei S, Yamashita K, Shida Y, Okafuji T, Kamei R, Tajima T. The usefulness of vertebral needle targeting simulation training system using ray-summation imaging: experimental study. *Jpn J Radiol.* 2022;40(10):1096-1103.
212. Urbina J, Monks SM. Validating assessment tools in simulation. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL), StatPearls Publishing, 2022*
213. Vaughn J, Cunningham R, Schroeder LH, Waddill C, Peterson MJ, Gambacorta MR, Sims S. An innovative interprofessional education simulation for athletic training and prelicensure nursing students: Development, implementation, and student perspectives. *Nurs Forum.* 2022;57(6):1373-1380.
214. Viggers S, Østergaard D, Dieckmann P. How to include medical students in your healthcare simulation centre workforce. *Adv Simul (Lond).* 2020;5:1. doi: 10.1186/s41077-019-0117-6.
215. Wahab S, Butt D, Smeeton D, Dubrowski A. Development of a hands-on and virtual simulation training module to teach microtomy. *Cureus.* 2022;14(6):e25720. doi: 10.7759/cureus.25720.
216. Walsh CM, Cohen J, Woods KL, Wang KK, Andersen DK, Anderson MA, Dunkin BJ, Edmundowicz SA, Faigel DO, Law JK, Marks JM, Sedlack RE, et al. ASGE EndoVators Summit: simulators and the future of endoscopic training. *Gastrointest Endosc.* 2019;90(1):13-26.

217. Weaver SJ, Rosen MA, DiazGranados D, Lazzara EH, Lyons R, Salas E, Knych SA, McKeever M, Adler L, Barker M, King HB. Does teamwork improve performance in the operating room? A multilevel evaluation. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2010;36(3):133-142.
218. Wierzbicka A, Krakos M, Wilczek P, Bociaga D. A comprehensive review on hydrogel materials in urology: Problems, methods, and new opportunities. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2022 Oct 13. doi: 10.1002/jbm.b.35179.
219. Williams H, Yang L, Gale J, Paranehewa S, Joshi A, Westwood M, Weerackody R. Simulation of cardiac emergencies with real patients. *Clin Teach.* 2015;12(5):341-345.
220. Wilson A, Scheirich H, Paniagua B, White R, Nguyen T, Arikatla V. A level set approach to high fidelity interactive bone shaving for virtual training of surgical osteotomies. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng.* 2022;12034:120342S. doi: 10.1117/12.2612979.
221. Wu Q, Wang Y, Lu L, Chen Y, Long H, Wang J. Virtual simulation in undergraduate medical education: a scoping review of recent practice. *Front Med (Lausanne).* 2022;9:855403. doi: 10.3389/fmed.2022.855403.
222. Xie Y, Zhou Q, Wang Y, Feng C, Fan X, Yu Y. Training to be a spinal endoscopic surgeon: What matters? *Front Surg.* 2023 Mar 6;10:1116376. doi: 10.3389/fsurg.2023.1116376.
223. Yamakami SA, Nagai M, Chutinan S, Ohyama H. 3D Digital technology as an alternative educational tool in preclinical dentistry. *Eur J Dent Educ.* 2022;26(4):733-740.
224. Yang X, Mei J, Xiao S, Xi J, Cao X, Zheng Y. Pharmacy student's perceptions, behaviours and attitudes toward virtual reality simulation. *Saudi Pharm J.* 2023;31(1):14-20.
225. Yoshikawa A, Tashiro N, Ohtsuka H, Aoki K, Togo S, Komaba K, Nogawa S, Osawa M, Enokida M. Protocol for educational programs on infection prevention/control for medical and healthcare student: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2022;17(10):e0276851. doi: 10.1371/journal.pone.0276851.
226. Zanello M, Dibué M, Cornips E, Roux A, McGonigal A, Pallud J, Carron R. Training and teaching of vagus nerve stimulation surgery: Worldwide survey and future perspectives. *Neurochirurgie.* 2023;69(3):101420. doi: 10.1016/j.neuchi.2023.101420.
227. Zdilla MJ, Balta JY. Human body donation and surgical training: a narrative review with global perspectives. *Anat Sci Int.* 2023;98(1):1-11.
228. Zhang W, Lozynska I, Li W, Cai N, Yang H. Benefits and barriers of holistic nursing training by high-fidelity simulation in obstetrics. *Comput Math Methods Med.* 2022 Jun 28;2022:1848849. doi: 10.1155/2022/1848849.
229. Zhao Z, Niu P, Ji X, Sweet RM. State of simulation in healthcare education: an initial survey in Beijing. *JSLs.* 2017;21(1):e2016.00090. doi:10.4293/JSLs.2016.00090.

230. Zheng L, Wang C, Hu M, Apicella A, Wang L, Zhang M, Fan Y. An innovative additively manufactured implant for mandibular injuries: Design and preparation processes based on simulation model. *Front Bioeng Biotechnol.* 2022;10:1065971. doi: 10.3389/fbioe.2022.1065971.
231. Zhou Z, Yang Z, Jiang S, Jiang B, Xu B, Zhu T, Ma S. Personalized virtual reality simulation training system for percutaneous needle insertion and comparison of zSpace and vive. *Comput Biol Med.* 2022;146:105585. doi: 10.1016/j.combiomed.2022.105585.
232. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med.* 2003;78(8):783-788.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

Анкетна карта

Уважаеми колега,

Настоящото проучване цели изследване на нагласите и опита при използването на симулационните технологии в процеса на обучение и оценяване на бъдещи медицински и здравни специалисти в Медицинския университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна. Споделената от Вас информация ще ни помогне за подобряване и повишаване на ефективността на процеса на обучение на студентите в горепосочения вуз, както и за научни разработки за приложението на симулационните технологии като цяло.

Участието Ви в проучването е доброволно и анонимно. Информацията ще се обработва отговорно и без предоставяне на трети лица, а резултатите ще се използват изключително само за научни и практико-приложни цели.

За допълнителна информация: инж. Д. Грънчаров - grancharov@mi-varna.bg

Благодарим Ви за отделеното време и съдействие!

1. Има ли всеки студент възможност да работи със симулатор по време на симулационно базираното упражнение?

да не не зная

2. Има ли нужда според Вас от осигуряването на допълнителни симулатори, за да се повиши достъпността на студентите до симулационно обучение?

да не не зная

3. Смятате ли, че упражненията със симулатори са достатъчно застъпени в учебната програма?

да не не зная

4. Пресъздават ли различни клинични състояния симулаторите, които се използват в обучението Ви?

да не не зная

5. Помага ли Ви симулационно базираното обучение да развиете различни медицински умения и компетентности?

да не не зная

6. Провежда ли се първоначален инструктаж преди работа с нов, непознат за Вас симулатор?

да не не зная

7. Присъства ли инструктор, наблюдаващ работата Ви със симулаторите по време на упражненията?

да не не зная

8. Смятате ли, че използваните във Вашето обучение симулатори биха могли да се поставят в по-реалистично изградена обкръжаваща клинична среда?

да не не зная

9. Изграждането на специализиран симулационен център (със зали с реалистична клинична среда; контролни зали за управление на симулаторите; зали за наблюдение и дискусии) би ли повишило ефективността на симулационното обучение според Вас?

да не не зная

10. Достатъчен ли е броят на инструкторите, които Ви водят симулационно базираното обучение?

да не не зная

11. Смятате ли, че добре организираното симулационно обучение изисква работа в екип на двама инструктори – инженер за поддръжка/подготовка на симулаторите и медицински специалист за провеждане на упражнението?

да не не зная

12. Вашият пол: а. Мъжки б. Женски. Вашата възраст:..... години
Специалност..... Курс:

Посочете електронна поща, ако желаете да получите информация за резултатите от проучването

Надяваме се, че отговорихте на всички въпроси!

Благодарим Ви за съдействието!

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

Анкетна карта

(№ на участника: _____)

Уважаеми колега,

Настоящото проучване цели изследване на нагласите и опита в използването на симулационните технологии в процеса на обучение и оценяване на бъдещи медицински и здравни специалисти в Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна. Споделената от Вас информация ще ни помогне за подобряване и повишаване на ефективността на процеса на обучение на студентите в горепосочения вуз, както и за научни разработки за приложението на симулационните технологии изцяло.

Участието Ви в проучването е доброволно и анонимно. Информацията ще се обработва отговорно и без предоставяне на трети лица, а резултатите ще се използват изключително за научни и практико-приложни цели.

За допълнителна информация: инж. Д. Грънчаров - grancharov@mu-varna.bg

Благодарим Ви за отделеното време и съдействие!

1. Какво според Вас включват симулационните технологии? Моля, избройте видовете, които познавате.

.....

2. Кой са според Вас предимствата за използване на симулационните технологии?

.....

3. Имате ли дотук опит с използване на симулационни технологии в хода на Вашето обучение?

А. Да Б. Не

4. Как оценявате опита си от работа със симулационни технологии?

А. Отличен

Б. Добър

В. Лош

Г. Нямам опит в обучение на симулаторите

5. Как се справихте по време на симулационната задача?

- Успях да изпълня задачата по време на симулационния сценарий.

- Не успях да се справя, защото

.....

6. Какви са били Вашите възприятия по време на симулационния опит?

А. Вцепених се в началото и имах нужда от помощ за стартиране на сценария/задачата

Б. Не успях да възприема указанията на преподавателя

В. Забравих алгоритъма за лечение/манипулация при дадения сценарий/задача

Г. Не можах да открия протокола за лечение на пациента.

Д. Други (моля, уточнете)

7. Как Ви се отразява присъствието на преподавателя по време на провеждането на индивидуалната симулационна задача?

А. По никакъв начин не ми се отразява неговото присъствие

Б. Чувствам се по-притеснено при изпълнение на задачата в присъствие на преподавателя

В. Много се притеснявам в присъствието на преподавателя

8. Нуждаете ли се от напътствия от страна на обучаващия по време на провеждане на симулационна задача?

А. Да, защото

Б. Не, защото

В. Не мога да преценя

9. Как намирате подготвеността за работа със симулационни технологии на преподавателите, използващи провеждащи симулационно обучение?

А. Без затруднения провеждат обученията с използване на СТ

Б. Усецам известна несигурност от страна на преподавателите при използването на симулаторите

В. Не са подготвени да обучават на симулатори

Г. Друго

10. Смятате ли, че обучението Ви чрез приложение на симулационни технологии е довело при Вас до придобиване на повече знания и опит в конкретната област, отколкото би било без симулаторите?

А. Да Б. Не В. Не мога да преценя

11. Вашият пол: а. Мъжки б. Женски.

12. Възраст години.

Специалност..... Курс

Посочете електронна поща, ако желаете да получите информация за резултатите от проучването

Надяваме се, че отговорихте на всички въпроси и Ви благодарим за съдействието!

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

КАРТА

за наблюдение и оценка на студент по време на обучение на симулатор
Lucina

Практическа задача за студенти от специалност „Медицина“

Водене на раждане и първи грижи за новороденото

1. Как оценявате ориентацията на обучавания в анатомичните особености на симулатора при извършване на прегледа (външна палпация чрез приемите на Леополд, вагинално туширане)?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

2. Как оценявате действията на студента по проследяване на реакциите на родилката и родовия процес?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

3. Как оценявате действията на студента за раждане на плода?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

4. Как оценявате действията на студента за извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс)?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

5. **Как оценявате действията на студента за раждане на плацентата?**

₁ Много лошо

₂ Лошо

₃ Нито добре, нито лошо

₄ Добро

₅ Много добро

6. **Какъв е APGAR score на новороденото?**

7. **Допълнителни бележки и препоръки:**

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

Анкетна карта

Уважаеми колега,

Настоящото проучване цели изследване на нагласите и опита в използването на симулационните технологии в процеса на обучение и оценяване на бъдещи медицински и здравни специалисти в Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна. Споделената от Вас информация ще ни помогне за подобряване и повишаване на ефективността на процеса на обучение на студентите в горепосочения вуз, както и за научни разработки за приложението на симулационните технологии изцяло.

Участието Ви в проучването е доброволно и анонимно. Информацията ще се обработва отговорно и без предоставяне на трети лица, а резултатите ще се използват изключително за научни и практико-приложни цели.

За допълнителна информация : инж. Д. Грънчаров - grancharov@mu-varna.bg

Благодарим Ви за отделеното време и съдействие!

1. Какво според Вас включват симулационните технологии? Моля, избройте видовете, които познавате.

.....
.....
.....

2. Кои са според Вас предимствата за използване на симулационните технологии?

.....
.....
.....

3. Имате ли до тук опит с използване на симулационни технологии в хода на Вашето обучение?

А. Да Б. Не

4. Как оценявате опита си от работа със симулационни технологии?

А. Отличен

Б. Добър

В. Лош

Г. Нямам опит в обучение на симулаторите

5. Как се справихте с изпълнението на задача за водене на раждане на реални пациенти ?

- Справих се с поставената задача

- Не успях да се справя, защото

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5

КАРТА

за наблюдение и оценка на студент по време на обучение на реални пациенти

Практическа задача за студенти от специалност „Медицина“

Водене на раждане и първи грижи за новороденото

1. Как оценявате извършване на преглед (външна палпация чрез прийомите на Леополд, вагинално туширане) ?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

2. Как оценявате действията на студента по проследяване на реакциите на родилката и родовия процес?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

3. Как оценявате действията на студента по адекватността на действията за израждане на плода?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

4. Как оценявате действията на студента за извършване при необходимост на инструментално подпомагане на раждането (вакуум, форцепс)?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

5. Как оценявате действията на студента за раждане на плацентата?

- ₁ Много лошо
- ₂ Лошо
- ₃ Нито добре, нито лошо
- ₄ Добро
- ₅ Много добро

6. Какъв е APGAR score на новороденото? точки

Допълнителни бележки и препоръки:

ПРИЛОЖЕНИЕ № 6

Технически характеристики на майчино-фетален симулатор

CAE Fidelis™ Lucina



CAE Fidelis™ Lucina симулатор се използва за всички етапи на раждането. *Lucina* се характеризира с реалистичен и контролируем процес на раждане, по-добра възможност за прилагане на маньоври и предсказуем APGAR скор въз основа на интегрираната физиология на майката и плода. Оборудването включва (а) безжичен майчински манекен, (б) новородено, (в) възможност за палпация чрез приемите на Леополд, (г) 2 абдомена (1 за раждане, 1 за постпарталния период), (д) матка за след периода на изгонване, (е) статична маточна шийка за вагинално туше, (ж) безжичен лаптоп за инструктора, (з) оперативен софтуер на *Müse*, (и) *touchPro CTG* монитор и 3 профила на пациента.

Включени са 10 симулации за упражняване на студентите и преподавателите: ○ Нормално раждане; ○ Инструментално вагинално раждане; ○ Фетална тахикардия, дължаща се на майчина треска; ○ Раждане в седалищно предлежание; ○ Депресия на фетална централна нервна система в резултат назначени на майката обезболяващи или опиати; ○ Раменна дистокция; ○ Постпартална хеморагия поради атония на матката; ○ Майчин сърдечно-респираторен арест; ○ Еклампсия; ○ Пролапс на пъпната връв.



Основни функции

Акушерски: • Интегрирана майчино-фетална физиология; • Майчин модел, с реалистични размери и естетика; • Реалистичен родов канал и различни приставки за вулвата / перинеума съответстващи на десцензуса и ротацията на предлежащата част; • Налични варианти за майчина позиция при раждане: литотомично, седнало, и позиция клек; • Ректално прилагане на супозитории

Антепартум: • Вагинални прегледи за оценка на статуса на маточната шийка и позицията на предлежащата част; • Моделите на маточна шийка представят

различни етапи от периода на разширение на цервикалния канал – от затворен до разкритие 5 см и скъсяване от 0 до 90%; • Могат да се приложат маньоврите на Леополд, за да се определи позицията и презентацията на плода • Епидурален порт с инфузия и аспирация.

По време на раждане: • Тактилен усет за контракции на матката чрез палпиране на фундуса; • Контролируема скорост и продължителност на контракциите; • Маньовър на McRoberts с видим тазов наклон се поддържа в регистрационния файл на събитията; • Палпируем пубис за приложение на супрапубично налягане; • Възможност за екстракция на задната ръка при раменна дистокия; • Маньовър на Zavanelli; • Позиция Тренделенбург; • ляво странично положение на раждащата; • Ротацията на предното и задното рамо при раменна дистокия (Rubin II и маневрите на Woods' и Screw); • Раждане в индиферентно и седалищно предлежание; • 5 места за аускултация на детски сърдечни тонове според предлежание и позиция; • Апликация на форцепс; • Вакуумна екстракция; • Епизиотомия; • Непроменена / фрагментирана плацента с реалистичен цвят, текстура и гъвкавост; • Плацентата може да бъде родена с лека тракция; • Подготовка на екипа за Цезарово сечение

Плод: • Подвижност на тила (с възможност за движение в латерална посока), раменете, лактите, бедрата и коленете; • Без свързващи кабели към главата или бедрата на плода; • Реален размер на плода съответстващ на 5-и перцентил по диаграмата за растеж на СЗО; • Палпируеми фонтанели и сагитален шев; • Аспирация на горните дихателни пътища; • Вграден звук на изплакване след раждане; • APGAR скор на 1-ва и 5-а минута въз основа на кръвно-газовия анализ • Пълна връв, която може да бъде клампирана и прерязана

Постпартум: • Постпартална хеморгия, включително клас III кръвоизлив; • Контрахирана и атонична матка; • Бимануална компресия и маточен масаж; • Масаж на матката е наличен в регистъра на събитията; • Кръв от маточната кухина, експулсирана при масаж на фундуса; • Тактилен усет за ефекта от

приложените манипулации за контрахиране на матката; • Инверзия на матката; • Реверзия на матката; • Интраутеринна инсерция на балон-катетър.

Дихателни функции на майчиния модел: • Реалистични горни дихателни пътища; • Бели дробове с опция за механична вентилация; • Възможност за ендотрахеална интубация, обдишване през назофарингеалните и орофарингеалните дихателни пътища; • Спонтанно дишане; • Обдишване с амбу; • Белодробна аускултация: по предна и задна гръдна стена; • Дихателни екскурзии на гръдния кош; • Издишване; • Обдишване срещу позитивно налягане.

Кръвоносна система на майчиния модел: • Поддържа опция за ЕКГ с 4 отвеждания, което може да бъде свързано със симулатора; • 12-канална ЕКГ, зададена в софтуера; • Динамични двустранни периферни пулсации: каротидни, радиални, брахиални на a.dorsalis pedis; Силата на пулса може да бъде контролирана

Сърдечно-съдова система на майчиния модел: • Компресия на гръдния кош; • Разширен CPR анализ, който оценява правилното разполагане на дланите върху гръдния кош, дълбочина на компресията, скорост и ефект, вентилация – обем и скорост, съотношение на компресия и вентилация, инспираторно-експираторно съотношение, артериално кръвно налягане, коронарно перфузионно налягане, церебрална перфузия, минутен обем на сърцето и алвеоларна вентилация; • Електротерапия; • Неинвазивно измерване на кръвното налягане двустранно; • Сърдечна аускултация

Нервна система на майчиния модел: • Симулира гърч с ритмични движения на ръце, клепачи и челюст; • Реактивни зеници; • Бързи премигвания; • Реч: предварително записан говор.

Течности на майчиния модел: • Резервоар за кръвене след раждане (2L); • Възможност за двустранна венепункция; • Катетеризация на уретрата.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7

Анкетна карта

Уважаеми колега,

Настоящото проучване цели изследване на нагласите и опита в използването на симулационните технологии в процеса на обучение и оценяване на бъдещи медицински и здравни специалисти в Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна. Споделената от Вас информация ще ни помогне за подобряване и повишаване на ефективността на процеса на обучение на студентите в горепосочения вуз, както и за научни разработки за приложението на симулационните технологии изцяло.

Участието Ви в проучването е доброволно и анонимно. Информацията ще се обработва отговорно и без предоставяне на трети лица, а резултатите ще се използват изключително за научни и практико-приложни цели.

За допълнителна информация: инж. Д. Грънчаров - grancharov@mu-varna.bg

Благодарим Ви за отделеното време и съдействие!

1. Какво според Вас включват симулационните технологии (СТ)? Моля, избройте видовете, които познавате.

.....
.....

2. Кои са според Вас предимствата за използване на симулационните технологии?

.....
.....

3. Колко години опит в прилагането на СТ за обучение на студентите/специализанти имате? години

4. Каква е самооценката за работата Ви със симулационни технологии?

А. Без затруднения провеждам обученията с използване на симулационни технологии

- Б. Изпитвам известна несигурност все още при използването на симулаторите
- В. Не съм подготвен достатъчно за да обучавам на симулатори
- Г. Друго

5. Моля да опишете Вашите преживявания по време на обучение на симулатори

.....

6. Какво обучение и с каква продължителност по приложение на симулационните технологии сте преминали?

.....

7. Ако имате възможност да посетите курс за обучение по приложение на симулационните технологии, кои от темите биха били **най-интересни** за Вас?

- А. Анализиране и докладване на изпълнената задача/симулация със студентите
- Б. Оценяване на студентите (симулационни технологии за оценяване)
- В. Разработване на симулационни задачи/сценарии
- Г. Обучение за правилно използване на технологиите

8. Ако имате възможност да посетите курс за обучение по приложение на симулационните технологии, кои от темите биха били **най-малко** интересни за Вас?

- А. Анализиране и докладване на изпълнената задача/симулация със студентите
- Б. Оценяване на студентите (симулационни технологии за оценяване)
- В. Разработване на симулационни задачи/сценарии
- Г. Обучение за правилно използване на технологиите

9. Какво бихте предложили като необходимо обучение/подкрепа за преподавателите, използващи симулационните технологии за обучение и работа?

.....

10. Смятате ли, че преди дипломиране студентите задължително следва да бъдат изпитвани индивидуално върху симулационни задачи/сценарии?

- А. Напълно съгласен
- Б. Донякъде съгласен
- В. Донякъде съм несъгласен
- Г. Не съм съгласен

11. Смятате ли, че преди дипломиране студентите следва да бъдат изпитвани индивидуално върху симулационни задачи/сценарии?

- А. Напълно съгласен
- Б. Донякъде съгласен
- В. Донякъде съм несъгласен
- Г. Не съм съгласен

12. Смятате ли, че обучаващите се на симулаторите трябва да бъдат напътствани от преподавателя си по време на провеждане на симулационна задача?

- А. Да, защото
- Б. Не, защото
- В. Не мога да преценя

13. Смятате ли, че провеждането на обучение със симулационни технологии води до придобиване на знания и опит в конкретна област?

- А. Да
- Б. Не
- В. Не мога да преценя

14. Отбележете степента на съгласие с изброените по-долу становища относно индивидуално проведената задача/сценарий.

	Напълно съгласен	Донякъде съгласен	Донякъде съм несъгласен	Не съм съгласен
Студентите бяха подготвени да дадат конкретни обосновки за действията си по време на задачата/сценария				
Студентите демонстрираха умения за комуникация с други доставчици на здравни грижи				
Студентите демонстрираха способности за набавяне на съответните субективни и обективни данни и да докладват на инструктора за констатациите				
Инструкторът моделира професионалната цялост по време на индивидуалния сценарий				
По време на симулационната задача студентите демонстрираха уменията си за критично мислене, придобити по време на обучението си				
Преподавателят успя да оцени усвояването на знанията и уменията на студентите по време на индивидуалния сценарий.				
Студентите подхождаха към симулационната задача/сценарий като сериозна оценка на техните способности				

15. Вашият пол: а. Мъжки б. Женски

16. Възраст години

Специалност Преподавателски стаж.....години

Посочете електронна поща, ако желаете да получите информация за резултатите от проучването:

Надяваме се, че отговорихте на всички въпроси и Ви благодарим за съдействието!

ПРИЛОЖЕНИЕ № 8

Качествено проучване за експертен анализ

ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА СИМУЛАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИ ОТ ЗДРАВНИ СПЕЦИАЛНОСТИ

Уважаеми експерти,

Целта на настоящото проучване е да извърши експертен анализ на бариерите, предразполагащите фактори и перспективите в приложението на симулационните технологии при обучението на студенти от различни здравни специалности.

Молим Ви да отговорите на следните въпроси съобразно Вашия опит, познания и мнение:

- 1. Какво е мястото на симулационните технологии в съвременното висше медицинско образование в света?*
- 2. Кои са предимствата на използване на симулационните технологии успоредно с конвенционалните методи на обучение?*
- 3. Кои са според Вас основните бариери за приложение на симулационните технологии в обучението на студентите в българските висши училища?*
- 4. Осигурени ли са симулационни технологии във вуза, в който работите? Ако ги няма налични, каква е причината?*
- 5. Използват ли се наличните симулационни технологии във вуза, в който работите?*

6. Ако сте преподавател, прилагате ли Вие симулационни технологии конкретно в обучението на Вашите студенти? Какви са Вашите наблюдения от работата на студентите и специалистите? Какви са Вашите усещания от работата със симулационните технологии?

7. Има ли проблеми/бариири от страна на преподавателите за широкото приложение на симулационните технологии при обучението на студенти и специалисти във вуза, в който работите? Кои са те?

8. Има ли етични проблеми при приложението на симулационните технологии в обучението във висшите медицински училища? Кои са те?

9. Има ли правни проблеми при приложението на симулационните технологии в обучението във висшите медицински училища? Кои са те?

10. Има ли финансови пречки за широкото навлизане на симулационните технологии в обучението на студентите във висшите медицински училища?

11. Какви препоръки бихте отправили, за да намерят симулационните технологии своето адекватно място и широко приложение в медицинските вузове в България и конкретно във Вашия вуз?

Благодарим Ви за съдействието!