



Elias Ristilä

Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysalan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Ensihoidon kehittämisen ja johtamisen tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

16.5.2022

Tekijä	Elias Ristilä
Otsikko	Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidossa
Sivumäärä	27 sivua + 3 liitettä
Aika	16.5.2022
Tutkinto	Sosiaali- ja terveysalan ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma	Ensihoidon kehittämisen ja johtamisen tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Yliopettaja Iira Lankinen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja käytetään ensihoidossa ja ensihoidon opetuksessa. Tutkimuskysymyksinä olivat: 1) Millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja on kehitetty ensihoitotyöhön? 2) Millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja on kehitetty ensihoidon opetukseen. Tavoitteena on hyödyntää saatua tietoa opetuksen ja ensihoitotyön kehittämisessä.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin integroituna kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksen aineistonkeruu suoritettiin keväällä 2022, suorittamalla haut Cinahl-, PubMed- ja Google Scholar-tietokantoihin. Hakulausekkeet oli muodostettu informaation avustuksella. Aineistoa täydennettiin lisäksi manuaalisella haulla. Analyysiin valikoitui 16 tutkimusta ja aineisto analysoitiin aineistolähtöisellä analyysillä.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen tuloksista ilmeni, että ratkaisut olivat painottuneet ensihoidon opetukseen. Ensihoitotyöhön löydettiin virtuaalitodellisuuden ratkaisu työympäristön parantamiseen ja lisätyn todellisuuden ratkaisu suuronnettomuustilanteissa toimimiseen. Ensihoidon opetukseen virtuaalitodellisuuden ratkaisuja löydettiin suuronnettomuustilanteiden harjoitteluun, onnettomuuspaikalla toimimisen harjoitteluun, työympäristöön totuttautumiseen ja työvaiheen harjoitteluun. Ensihoidon opetukseen löydettiin myös lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisu. Tuloksista nousi esiin myös virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden hyödyntäminen ensihoidon etäopetuksessa.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää suunniteltaessa virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja ensihoitotyöhön ja ensihoidon opetukseen. Jatkotutkimusideoina ehdotetaan oppilaitoksissa, monien tieteenalojen yhteistyönä, toteutettuja virtuaalitodellisuussimulaatioiden kehitysprojekteja. Lisätyn todellisuuden ratkaisuiden hyödyntämistä ensihoitotyössä tulisi jatkokehittää ja tutkia sitä, millaisilla ratkaisuilla ensihoitotyön laatua voidaan parantaa. Lisätyn todellisuuden silmikön hyödyntämistä potilasinformaation tai hoito-ohjeen esittämiseksi ensihoitajan näkökenttään tulisi jatkokehittää.</p>	
Avainsanat	Virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, sekoitettu todellisuus, ensihoitotyö, ensihoidon opetus, ensihoito, ensihoitaja, ambulanssi

Author	Elias Ristilä
Title	Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality Solutions in Prehospital Emergency Care
Number of Pages	27 pages + 3 appendices
Date	16 May 2022
Degree	Master of Health Care
Degree Programme	Master's Degree Programme in Development and Leadership of Emergency Care
Instructors	Iira Lankinen, Principal Lecturer
<p>The purpose of the thesis is to portray what kind of virtual reality, augmented reality and mixed reality solutions are used in prehospital emergency care work and education of prehospital emergency care. The following research questions were formed 1) what kind of virtual reality, augmented reality and mixed reality solutions are used in prehospital emergency care work, and 2) what kind of virtual reality, augmented reality and mixed reality solutions are used in the education of prehospital emergency care. The aim is to utilize the information when developing the field of prehospital emergency care.</p> <p>The thesis was conducted as an integrative literature review. The data for the literature review was collected during the spring 2022 by performing searches in Cinahl database, PubMed database and Google Scholar database. Search terms and search techniques were designed with a help of information specialist. Additional data was collected with manual searches. 16 research papers were selected to analysis with data-based analysis model, and afterwards they were introduced and discussed in results chapter.</p> <p>The results of the literature review showed that the solutions were focused on education of prehospital emergency care. For prehospital emergency care work, a virtual reality solution was developed to improve the work environment. Additionally, an augmented reality solution was developed for workers to perform better in major accidents. In education of prehospital emergency care, virtual reality solutions were developed for practicing major-accident situations and working in a scene of accident. Additionally, virtual reality solutions for familiarizing work environment and practicing different stages of work were developed. Augmented reality and mixed reality solutions were also developed for education of prehospital emergency care. The results highlighted the use of virtual reality, augmented reality, and mixed reality in distance education of prehospital emergency care.</p> <p>The results of the thesis can be utilized when designing virtual reality, augmented reality and mixed reality solutions for prehospital emergency care and education of prehospital emergency care. As a further study, it is suggested that development of virtual reality simulations suitable for the field of prehospital emergency care would be carried out as a collaboration of many disciplines. Additionally, utilizing augmented reality in prehospital emergency care should be elaborated further and studies should be focused to find solutions to improve the quality of health care. Utilizing augmented reality glasses for showcasing patient information or guidelines in visual field of prehospital emergency care worker should be elaborated further.</p>	
Keywords	Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality, Paramedic, Prehospital Emergency Care, Ambulance, Prehospital Emergency Care Education

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tausta	1
2.1	Ensihoito ja siihen kouluttautuminen	1
2.2	Virtuaalitetodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden käsitteitä	2
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	6
4	Opinnäytetyön toteutus	6
4.1	Tiedonhakuprosessin kuvaus	7
4.2	Laadun arviointi	10
4.3	Aineiston analysointi	10
5	Tulokset	11
5.1	Virtuaalitetodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoitotyöhön	11
5.2	Virtuaalitetodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen	13
5.2.1	Virtuaalitetodellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen	13
5.2.2	Lisätyn todellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen	17
5.2.3	Sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen	17
6	Johtopäätökset	18
7	Eettisyys ja luotettavuus	19
8	Tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimusideat	21
	Lähteet	23
	Liitteet	
	Liite 1. Laadunarvioinnin tarkistuslista	
	Liite 2. Kirjallisuuskatsaukseen valitut alkuperäistutkimukset	
	Liite 3. Virtuaalitetodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidossa ja ensihoidon opetuksessa	

1 Johdanto

Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ovat enenevässä määrin käytössä eri työelämän aloilla. Teknologyayhtiöt kehittävät laitteistoja, joiden tarjoamia mahdollisuuksia eri organisaatiot, terveydenhuollon organisaatiot mukaan lukien, pyrkivät hyödyntämään. Teknologyayhtiöiden pyrkimys kehittää lisätyn ja virtuaalitodellisuuden ratkaisuja on osa laajempaa teknologista vallankumousta, jonka uskotaan muuttavan tapaa, jolla ihmiset kommunikoivat ympäristönsä ja toistensa kanssa. Tällä teknologisella vallankumouksella on mahdollisuus lisätä hyvinvointia merkittävästi. (Cacho-Elizondo & Lázaro Álvarez & Garcia 2017: 323–324.)

Virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden ratkaisuja hyödynnetään terveydenhuollossa muun muassa simulaatiokoulutuksessa, potilaiden ohjauksessa ja kuvantamistulosten visualisoinnissa (Moreno Sánchez 2020). Lisätyn todellisuuden avulla voidaan esimerkiksi ohjata ensihoitohenkilöstöä toimenpiteissä, joiden suorittamisesta on vain vähäistä kokemusta ja lisätä toteutettavan hoidon laatua, monipuolisuutta ja potilasturvallisuutta. (Munzer & Khan & Shipman & Mahajan 2019: 6.)

Ensihoitotyötä tehdään vaativassa toimintaympäristössä, joka poikkeaa sairaalan sisäisestä toimintaympäristöstä. Ensihoitotyössä onnistumisen edellytyksenä on riittävät taidot ja valmiudet (Määttä & Harve.Rytsälä 2021 s. 26). Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ovat yksi lupaava teknologian ala, josta voi löytyä ratkaisuja ensihoitotyöhön ja ensihoidon opetukseen.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata, millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja on kehitetty ensihoitotyöhön ja ensihoidon opetukseen. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää suunniteltaessa virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden hyödyntämistä ensihoitotyössä ja ensihoitotyön opetuksessa.

2 Tutkimuksen tausta

2.1 Ensihoito ja siihen kouluttautuminen

Ensihoitopalvelu on terveydenhuollon toimintajärjestelmä, joka tarjoaa henkilöstön, toimintatilat ja välineistön, joiden avulla tuotetaan oikea-aikainen äkillisesti sairastuneen

tai vammautuneen potilaan tasokas hoito tapahtumapaikalla ja kuljetuksen aikana sekä välitetään tarvittaessa ennakkotietoa vastaanottavaan sairaalaan. (Määttä & Harve-Rytsälä 2021 s.15). Ensihoitopalvelun tavoitteena on tarpeettoman kuolleisuuden ja pitkäaikaisen sairastuvuuden ennaltaehkäisy (Al-Shaqsi 2010). Ensihoitopalvelu toimii sairaalan ulkopuolisessa toimintaympäristössä ja poikkeaa sairaalassa tehtävästä työstä. Ensihoitotyö vaatii hätätilanteissa riittävästi osaamista ja valmiuksia ensihoitotyön toteuttamiseksi (Määttä & Harve-Rytsälä 2021 s.26).

Ensihoitajien koulutustasovaatimukset vaihtelevat maailmanlaajuisesti. Yhdysvalloissa ambulanssienhenkilökunta yleisesti jaetaan neljään koulutustasoon, joita ovat ensiauttaja (first responder), perustason ensihoitaja (EMT basic), keskitason ensihoitaja (EMT intermediate) ja hoitotason ensihoitaja (EMT paramedic) (Mechem 2010: 1). Euroopassa ambulanssienhenkilökunnan koulutustasovaatimukset vaihtelevat riippuen ambulanssin käyttötarkoituksesta, siten että ambulanssissa saattaa olla lääkäri, sairaanhoitajan koulutustasoa vastaava ammattilainen, lähihoitaja tai muu avustava ensihoidon ammattilainen (Bos & Krol & Veenvliet & Plass 2015: 20). Ensihoitajien koulutustaso jaotellaan Suomessa kahteen tasoon, perustasoon ja hoitotasoon. Hoitotason koulutusvaatimuksena on suoritettu sairaanhoitajan tutkinto sekä 30 opintopisteen lisäkoulutus ensihoitoon tai ensihoitaja AMK-tutkinto. Perustason koulutusvaatimuksena on ensihoitoon suuntautunut lähihoitajatutkinto, pelastajatutkinto tai sairaanhoitajatutkinto (Dúason & Ericsson & Jónsdóttir & Andersen & Andersen 2021). Ensihoitajien koulutustasovaatimukset ovat maailmanlaajuisesti kirjavia (Mechem 2010: 1; Bos ym. 2012: 20; Dúason ym. 2021; O'Meara & Duthie 2018) ja tarve ensihoitajien koulutustasovaatimuksille on tunnustettu Euroopassa (Dúason ym. 2021).

Tässä opinnäytetyössä kutsutaan selkeyden vuoksi kaikkia ei lääkäritasoisia ambulanssissa työskenteleviä ensihoidon ammattilaisia ensihoitajiksi riippumatta koulutustasosta.

2.2 Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden käsitteitä

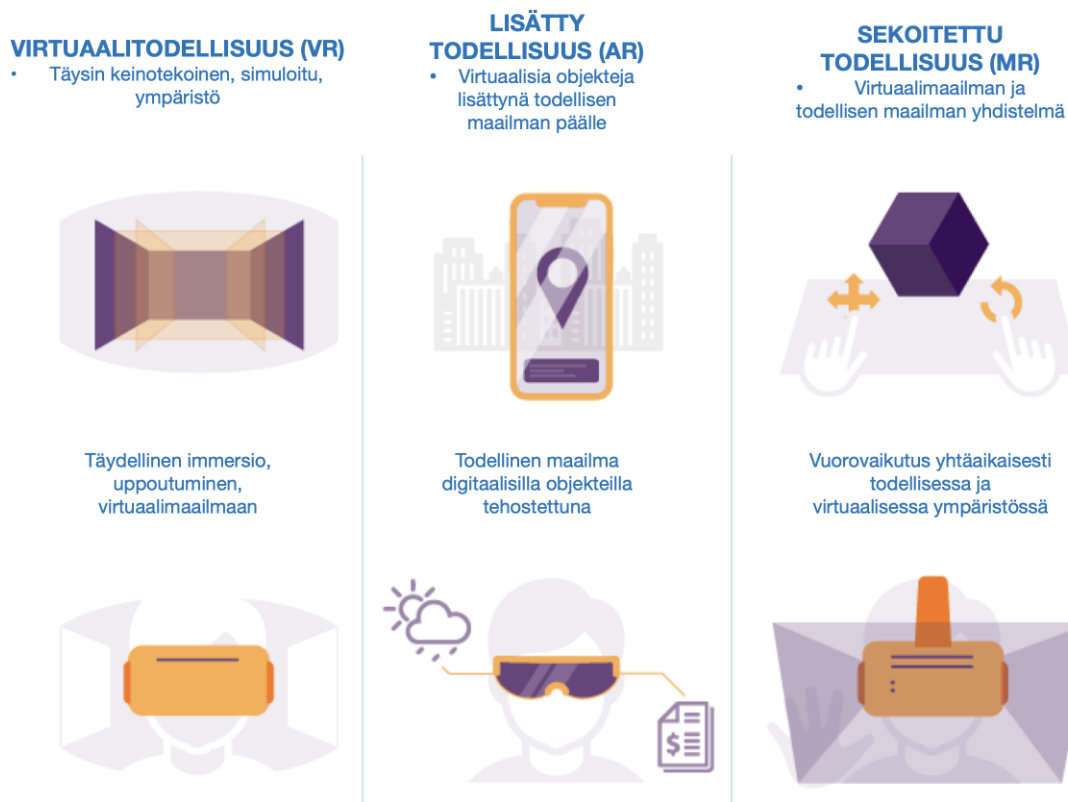
Virtuaalitodellisuus, jonka synonyymeinä käytetään myös sanoja keinotodellisuus, lumen todellisuus tai tekotodellisuus, on kielitoimiston sanakirjan mukaan tietokonesimulaation tuottamien aistimusten avulla luotu keinotekoinen ympäristö (Kielitoimiston sanakirja 2021). Virtuaalitodellisuutta kuvataan myös teknologiana, jossa luodaan uusi ulottuvuus, jossa voidaan olla vuorovaikutuksessa henkilön tai esineen kanssa. Tietokoneen luomassa ympäristössä käyttäjä kokee olevansa fyysisesti virtuaalimaailmassa

reaaliaikaisessa simulaatiossa ja virtuaaliympäristössä aistiensa välityksellä. (Cacho-Elizondo ym. 2017: 328.)

Lisätystä todellisuudesta puhuttaessa tarkoitetaan teknologiaa, jossa virtuaalisia elementtejä tuodaan todelliseen maailmaan. Käyttäjä näkee todellisen maailman ympäristön, mutta siinä on lisättyä virtuaalisia asioita, joiden avulla käyttäjä voi esimerkiksi saada lisää itselleen relevanttia informaatiota ympäristöstään. (Cacho-Elizondo ym. 2017: 329.)

Sekoitettu todellisuus yhdistää virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden elementtejä yhdistämällä virtuaalisen todellisuuden sisältöä todelliseen maailmaan. Sekoitettussa todellisuudessa virtuaaliset elementit, kuten esimerkiksi virtuaaliset huonekalut, vaikuttavat olevan luonnollinen osa todellisen maailman ympäristöä (Varjo 2022a). Virtuaaliset esineet voivat vuorovaikuttaa todellisen maailman esineiden kanssa, esimerkiksi heittämällä varjon todellisen maailman ympäristöön tai estämällä näkymän virtuaalisen esineen läpi todellisessa maailmassa. Vastaavasti, todellisen maailman esineet voivat vuorovaikuttaa sekoitetun todellisuuden ympäristön virtuaalisten esineiden tai elementtien kanssa. (Varjo 2022.)

Kuviossa 1 esitetään virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden käsitteiden eroavaisuuksia.



Kuvio 1. Virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus ja sekoitettu todellisuus (mukailen Gleb 2020).

Virtuaalitodellisuuteen ja lisättyyn todellisuuteen liittyy olennaisesti immersio. Immersiolla eli uppoutumisella, tarkoitetaan kokemusta ympäristössä olemisesta ja se voidaan jakaa henkiseen immersioon ja fyysiseen immersioon. Henkisellä immersiolle tarkoitetaan olotilaa, jossa kokija on voimakkaasti henkisesti uppoutunut virtuaaliseen ympäristöönsä ja hyväksyy virtuaalitodellisuuden lainalaisuudet. Fyysisellä immersiolle tarkoitetaan ruumiillista kokemusta siirtymisestä virtuaaliseen tilaan, joka toteutetaan synteettisten aistiärsykkeiden tuottamisella teknologian avulla. (Craig & Sherman 2019: 41.)

Immersio-käsitteen avulla virtuaalitodellisuus voidaan jakaa kahteen luokkaan, immerssiiviseen ja ei-immerssiiviseen virtuaalitodellisuuteen. Immerssiivinen virtuaalitodellisuus (IVR) on digitaalinen, kolmiulotteinen ja vuorovaikutteinen ympäristö, johon käyttäjä siirtyy käyttämällä erityistä tarkoitukseen tehtyä laitteistoa kuten virtuaalitodellisuussilmikkoa. Yleisesti laitteisto on kiinnittynyt käyttäjän vartaloon, jolloin saavutetaan kokemus todellisessa ympäristössä olemisesta, jossa voi vuorovaikuttaa virtuaalisten esineiden kanssa. (Cacho-Elizondo ym. 2017: 328.)

Immersiivinen virtuaalitodellisuusympäristö voidaan luoda myös käyttäen CAVE-virtuaalitodellisuusympäristöä (Cave Automatic Virtual Environment), jossa tilan seinille luodaan virtuaalinen ympäristö projisoimalla tilan seinille kuvaa virtuaaliympäristöstä (Cruz-Neira & Sandin & DeFanti & Kenyon & Hart 1992: 65–67). Todellisen maailman ympäristöjä voidaan myös tallentaa käyttämällä 360 asteen videokuvaa. Mikäli ympäristö kuvataan 360 asteen videoteknologialla (360-video), kuvattua tallennetta voidaan katsoa virtuaalitodellisuussilmikon avulla (Donnelly 2021). 360-videon avulla katsoja voi katsella liikkuvassa kuvassa ympärilleen tahtomallaan tavalla (Bessa & Melo & Narciso & Barbosa & Vasconcelos-Raposo 2016). 360-video voidaan myös kuvata stereoskooppisesti, jolloin katselija kokee syvyysvaikutelman videossa voimakkaammin (Bessa ym. 2016).

Ei-immersiivinen virtuaalitodellisuus (NIVR) on keinotekoinen ympäristö, joka on luotu tietokoneella luoduilla kuvilla ja jossa on mahdollisuus luoda kolmiulotteinen virtuaaliympäristö. Ei-immersiiviseen virtuaalitodellisuuteen voidaan lisätä esineitä, ääniä, videoita ja esimerkiksi linkkejä muihin virtuaaliympäristöihin. Ei-immersiivinen virtuaalitodellisuus eroaa immerssiivisestä virtuaalitodellisuudesta siten, että immersiota rajoittaa rajapinta, joka tässä tapauksessa tarkoittaa yksittäistä näyttöä, jonka kautta ympäristöä tarkastellaan. (Cacho-Elizondo ym. 2017: 328.)

Virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus ja sekoitettu todellisuus voidaan nähdä tiukan luokittelun asemesta jatkumona, jossa todellisen ja synteettisen ympäristön elementit asettuvat janelle ääripäiden välille (Milgram & Kishino 1994). Kuvio 2. esittelee todellisuus-virtuaalisuusjatkumon.



Kuvio 2. Todellisuus-virtuaalisuusjatkumo (Milgram & Kishino 1994).

3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja käytetään ensihoidossa ja ensihoidon opetuksessa. Tavoitteena on hyödyntää saatua tietoa opetuksen ja ensihoitotyön kehittämässä.

Tutkimuskysymys:

1. Millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja on kehitetty ensihoitotyöhön?
2. Millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja on kehitetty ensihoidon opetukseen?

4 Opinnäytetyön toteutus

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on olemassa olevan teorian kehittäminen ja tarvittaessa myös uuden teorian rakentaminen. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan myös arvioida ja analysoida teoriaa. Lisäksi kirjallisuuskatsauksessa muodostetaan kokonaiskuvaa tutkitusta aihealueesta, aihealueen tutkimuksen kehityksestä ja sen ongelmakohtista (Baumeister & Leary 1997:312).

Tämä opinnäytetyö toteutettiin integroituna kirjallisuuskatsauksena. Integroidussa kirjallisuuskatsauksessa voidaan hyödyntää teoreettista ja empiiristä tutkimusta (Flinkman & Salanterä 2007:85; Broome 2000:234). Integroitu kirjallisuuskatsaus auttaa aiemmin tuotetun tiedon tarkastelemisessa ja johtopäätösten tekemisessä. Integroitua kirjallisuuskatsausta voidaan hyödyntää menetelmänä, kun halutaan tuottaa uutta tietoa jo tutkitusta aiheesta (Salminen 2011: 8). Integroidussa kirjallisuuskatsauksessa voidaan yhdistellä erilaisilla tutkimusmenetelmillä tuotettua tietoa (Kajander-Unkuri & Sulosaari 2015: 110–111). Broomen (2000:234) mukaan integroidussa kirjallisuuskatsauksessa johtopäätökset muodostetaan aiempien tutkimusten pohjalta.

4.1 Tiedonhakuprosessin kuvaus

Tiedonhaku suoritettiin keväällä 2022 käyttäen CINAHL-, PubMed- ja Google Scholar-tietokantoja. Hakusanat tarkistettiin suomalaisesta YSO-asiasanastosta ja niiden pohjalta sanoja muokattiin englanninkielisten tietokantojen omiin asiasanastoihin sopiviksi. Hakusanojen valinnassa hyödynnettiin myös informaation apua. Päämääränä oli yhdistää virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden käsitteet ensihoitotyöhön. Hakusanoihin sisällytettiin ensihoito käsitteenä laajasti, jotta hakutuloksia saatiin riittävästi, kuten ensihoidon koulutus, ensihoitoon soveltuvat toimenpiteet ja yleisesti hätätilapotilaan hoitoon liittyvä toiminta, mikäli siihen sisältyi virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden tai sekoitetun todellisuuden käsitteet.

Tiedonhaussa käytettiin seuraavia hakusanoja: virtual reality, augmented reality, mixed reality, emergency car, emergency nurse, paramedic, ambulance, emergency medical technician ja emergency medical service. Tiedonhaussa käytettiin seuraavaa hakulauseketta: ("virtual realit*" OR "augmented realit*" OR "mixed realit*") AND ("emergency car*" OR "emergency nurs*" OR paramedi* OR ambulanc* OR "emergency medical technician*" OR "emergency medical servic*").

Cinahl-tietokannasta saatiin hakutulokseksi 68 artikkelia ja PubMed-tietokannasta 85 artikkelia.

Google Scholar-tietokannan hakulogiikan vuoksi hakutermit muutettiin sanojen perusmuotoihin ja haun osuvuutta parannettiin kohdistamalla haku otsikkoon, jolloin hakutulosten osuvuus parantui ja tulokseksi saatiin 30 artikkelia.

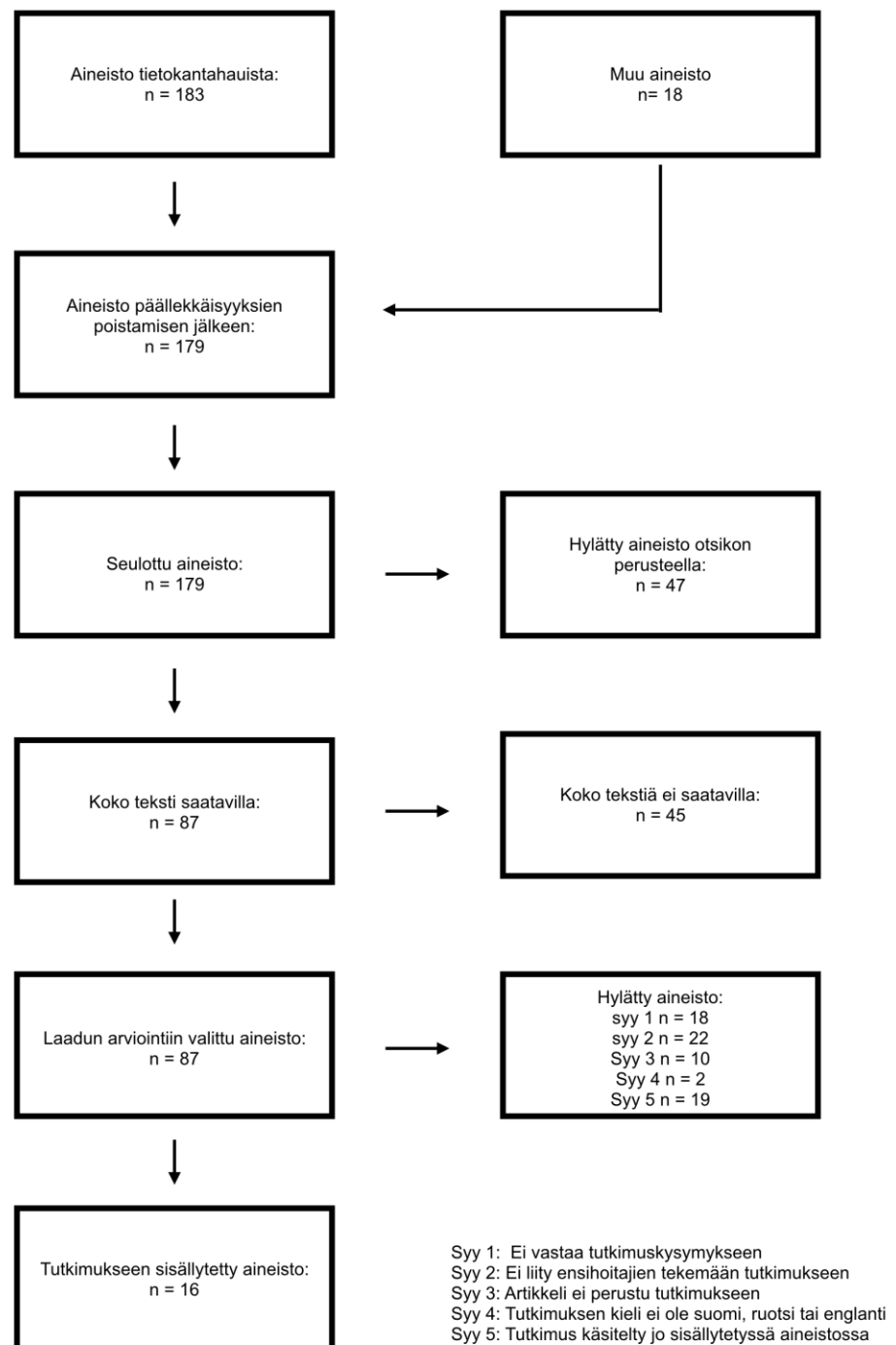
Hakua täydennettiin sisällytettyjen tutkimusten lähdeluetteloita läpikäymällä ja näitä tutkimuksia otettiin aineistonkeruuseen mukaan 18 artikkelia, joista lopulliseen

tutkimukseen sisällytettiin yksi tutkimusprojektin koonti. Taulukossa 1 on listattu opinnäytetyössä käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Opinnäytetyössä käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit	
Sisäänottokriteerit	Artikkeli vastaa tutkimuskysymykseen
	Artikkeli on tieteellinen tutkimusartikkeli
	Ei rajoksia tutkimusmenetelmien suhteen
	Tutkimusten julkaisukieli suomi, ruotsi tai englanti
	Ei rajoksia julkaisuvuoteen
Poissulkukriteerit	Artikkelin sisältö ei vastaa tutkimuskysymyksiin
	Artikkeli ei liity ensihoitajien tekemään toimintaan
	Artikkeli ei perustu tutkimukseen

Taulukko 1. Opinnäytetyössä käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Tiedonhaun prosessi ja tutkimusten sisällyttäminen dokumentoitiin mukailtuun PRISMA 2020 kaavioon (Kuvio 3). PRISMA 2020-kaavio on suunniteltu välineeksi, jonka avulla voidaan lisätä opinnäytetyön tiedonhakuprosessin läpinäkyvyyttä ja esittää tiedonhaun vaiheet selkeästi (Page ym. 2021: 1). Kuviossa 3 on esitetty tiedonhakuprosessin eteneminen ja tutkimusten valikoituminen sekä poissulkeminen syineen.



Kuvio 3. Tiedonhaun prosessikaavio PRISMA 2020 kaaviota mukailen (PRISMA 2021).

4.2 Laadun arviointi

Integroivassa kirjallisuuskatsauksessa mukaan sisällytetyille tutkimuksille tulee tehdä laadun arviointi, jotta voidaan päätellä kuinka luotettavia opinnäytetyöstä saadut johtopäätökset ovat (Flinkman & Salanterä 2007: 93). Tutkimukseen sisällytettyjen tutkimusten laadun arviointi on elintärkeä vaihe systemaattisessa tiedonhaussa ja tutkimusten laadun arvioinnin tavoite on tunnistaa hyvälaatuiset tutkimukset, jotta voidaan vähentää väärin johtopäätösten riskiä (Jones & Evans 2000: 68).

Kerätty aineisto arvioitiin käyttämällä Hawkerin, Paynen, Kerrin, Hardeyn ja Powellin (2002) luomaa tutkimusten arviointimallia, jonka avulla voidaan arvioida tutkimusten laatua systemaattisesti. Hawker ym. (2002) ovat kehittäneet arviointimallin, jotta eri tieteenalojen ja eri metodein tehtyjä tutkimuksia voitaisiin arvioida samalla laadunarviointimittarilla. Mittaristo koostuu 9 osa-alueesta, joista jokaisessa laatua arvioidaan nelipor-taisesti, joista hyvä vastaa 4 pistettä, tyydyttävä 3 pistettä, välttävä 2 pistettä ja heikko 1 pistettä (Hawker ym. 2002).

Hawkerin ym. (2002) tarkistuslistan avulla saatavat laadun maksimipisteet ovat 36 pistettä ja laadun minimipisteet ovat 9 pistettä. Pisteytettävät arvioitavan tutkimuksen osa-alueet ovat abstrakti ja otsikko, esittely ja tutkimuksen tarkoitus, metodologia, otanta, analyysi, eettiset kysymykset, tulokset, tulosten yleistettävyyden ja siirrettävyyden ja tulosten hyödyntäminen (Hawker ym. 2002).

Hakuprosessissa valikoitui 16 tutkimusta, joiden laatua arvioitiin edellä mainitulla Hawkerin ym. (2002) laadunarvioinnin tarkistuslistalla (Liite 1). Tutkimusten kokonaispistemäärät sijoittuivat välille 15 pistettä – 33 pistettä (Liite 2). Tutkimusten laatu oli vaihtelevaa ja aineistoon valikoitui mukaan myös raportti työpajasta sekä raportteja kehitystöistä, joiden laatupisteitä pudotti abstraktin puuttuminen, otoksen puutteellinen raportointi sekä aineiston keruun ja analysoinnin raportoinnin heikkous (Liite 2.). Tutkimuksia ei karsittu laadun vuoksi, koska opinnäytetyössä haluttiin löytää kattava kartoitus virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisusta ensihoidossa (Liite 2).

4.3 Aineiston analysointi

Aineiston analyysissä käytettiin aineistolähtöistä analyysimallia, jossa Milesin ja Hubermanin (1994:10–12) mukaan aineistosta etsitään tutkimuskysymyksen mukaisia vastauksia, jonka jälkeen löydettyt ilmaisut pelkistetään ja luetteloidaan. Tämän jälkeen

pelkistetyt ilmaukset luokitellaan, yhdistetään samansisältöisiä luokkia toisiinsa ja muodostetaan niistä yläluokkia ja lopulta pääluokkia. Aineistosta muodostettujen luokkien avulla vastataan tutkimuskysymyksiin (Miles & Hubermann 1994: 10–12; Whitemore & Knafelz 2005: 550).

Tähän kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset luettiin läpi etsien vastauksia tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksesta löytyneet ilmaukset kerättiin kaavioon ja luokiteltiin virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden luokkiin. Lisäksi aineistosta etsittiin edellä mainittujen teknologioiden tarjoamia ratkaisuja ensihoitotyöhön tai ensihoidon koulutukseen. Aineistosta löydetty ratkaisut luokiteltiin edellä mainittuihin luokkiin siten, että kyetään vastaamaan tutkimuskysymyksiin (Liite 3).

5 Tulokset

Aineisto koostui 16 tutkimuksesta, joista kaksi oli laadullista tutkimusta, 11 määrällistä tutkimusta, kaksi monimenetelmä tutkimusta ja yksi monimenetelmäinen tutkimusprojekti, johon sisältyi useita eri menetelmin tehtyjä tutkimuksia. Tutkimuksista 4 oli tehty Yhdysvalloissa, 3 Saksassa, 2 Australiassa, 2 Isossa-Britanniassa, Espanjassa, Qatarissa ja Belgiassa kussakin yksi. Lisäksi monta tutkimusta sisältävä tutkimusprojekti koonti oli toteutettu Uudessa-Seelannissa. Yksi tutkimus oli toteutettu yhteistyönä Yhdysvalloissa ja Italiassa. Tulokset esitetään tutkimuskysymyksittäin esittäen aineistosta esiin tulleita ratkaisuja. (Liite 2.)

5.1 Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoitotyöhön

Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja ensihoitotyöhön oli käsitelty kolmessa tutkimusartikkelissa (Follmann ym. 2019; Follmann ym. 2021; Halabi & Salahuddin & Karkar & Alinier 2022). Halabi ym. (2022) kartoittivat tutkimuksessaan immerstiivisen virtuaalitodellisuussimulaattorin hyödyntämistä ambulanssin hoitotilan suunnittelussa. Halabi ym. (2022) kehittivät virtuaalitodellisuussimulaattorin, jota käytettiin virtuaalitodellisuussilmikon ja käsiohjaimen avulla. Virtuaalitodellisuussimulaattorissa ensihoitajat pystyivät muuntelemaan ambulanssin hoitotilan kalusteiden sijoittelua mielty mystensä mukaiseksi, tavoitteena ensihoitajien työturvallisuuden ja ergonomian parantaminen. Lisäksi kehitetyllä ratkaisulla pyrittiin sujuvoittamaan ambulanssien suunnitteluprosessia ja osallistamaan työntekijöitä ambulanssin suunnitteluprosessiin nykyistä enemmän (Halabi ym. 2002). Tutkimuksessa toteutettiin

lisäksi kustannusanalyysi virtuaaliodellisuussimulaattorista ja verrattiin sitä vastaavaan tarkoitukseen hyödynnettävään ambulanssiin (Halabi ym.2022). Tutkimuksessa havaittiin, että koehenkilöinä toimineet ensihoitajat (27 ensihoitajaa) kokivat virtuaaliodellisuussimulaattorin käytön helpoksi (Halabi ym. 2022). Koehenkilöistä 66,7 % koki, että kokemus virtuaaliodellisuussimulaattorista oli yhdenmukainen todellisen ambulanssin kanssa (Halabi ym. 2022). Kustannusanalyysissä havaittiin, että ambulanssin hoitotiloja varten kehitetyn virtuaaliodellisuussimulaattorin kehitys- ja laitteistokustannukset olivat 10000–15000 Yhdysvaltain dollaria ja vastaavaa tarkoitusta varten hankittavan ambulanssin hankintakustannukset laitteistoineen maksaisi yli 250 000 Yhdysvaltain dollaria (Halabi ym. 2022).

Follmann ym. (2019) tutkivat teknologisten apuvälineiden hyödyntämistä triage-luokittelussa. Tutkimuksessa verrattiin lisätyn todellisuuden silmikon hyödyntämistä potilaiden triage-luokittelussa, triage-luokittelun tekemistä yhteistyössä etälääkäriin videoyhteyden ja äänyhteyden avulla sekä triage-luokittelun tekemistä perinteisesti apuvälineenä triage-luokittelukortti. Tutkimuksessa lisätyn todellisuuden silmikkoa käyttäneet koehenkilöt toteuttivat triage-luokittelun tarkimmin (92 % oikein luokiteltu), mutta käyttivät siihen eniten aikaa (keskimäärin 37 sekuntia). Ilman teknologisia apuvälineitä toteutetun luokittelun tarkkuus oli alhaisin (58 % oikein luokiteltu), mutta luokittelu oli nopeinta (keskimäärin 16,6 sekuntia). Tutkijat pitivät virtuaalisen todellisuuden silmikon etuna sitä, että ensihoitaja voi käyttää vapaasti molempia käsiään samalla kun ensihoitaja tekee luokittelua potilaista (Follmann ym. 2019).

Follmann ym. (2021) tutkivat lisätyn todellisuuden silmikon hyödyntämistä triage-luokittelussa ja vertasivat sitä tablettitietokoneen hyödyntämiseen triage-luokittelussa. Tutkimuksessa lisätyn todellisuuden silmikon avulla triage-luokittelualgoritmi heijastettiin ensihoitajien näkökenttään (Follmann ym. 2021). Vertailuryhmän tukena päätöksenteossa oli tablettitietokoneen avulla esitetty triage-algoritmi (Follmann ym. 2021). Tabletti-tietokonetta hyödyntäneet koehenkilöt suoriutuivat triage-luokittelusta nopeammin kuin lisätyn todellisuuden silmikkoa hyödyntäneet koehenkilöt (Follmann ym. 2021). Lisätyn todellisuuden silmikkoa hyödyntäneessä ryhmässä luokittelun nopeus kuitenkin kasvoi nopeasti, kun lisätyn todellisuuden silmikon käyttämisessä harjaannuttiin ja luokittelun nopeus lähestyi tablettitietokoneen avulla tehdyn luokittelun nopeutta (Follmann ym. 2021). Luokittelun tarkkuudessa ei ollut merkittävää eroa eri teknologioiden välillä (Follmann ym. 2021).

5.2 Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen

Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja ensihoidon opetuksessa käsiteltiin 12 tutkimuksessa ja yhdessä tutkimusprojektin koonnissa, jossa oli käsitelty useita erilaisia ratkaisuja (Liite 2).

5.2.1 Virtuaalitodellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen

Lowe ym. (2020) sovelsivat tutkimuksessaan 360-videon avulla toteutettua virtuaalitodellisuussimulaattoria lapsipotilaiden luokittelun taitojen testaamiseen suuronnettomuustilanteessa. He tutkivat virtuaalitodellisuussimulaation käytettävyyttä ja hyväksyntää käyttäjissä (Lowe ym. 2020). Simulaatio toteutettiin kuvaamalla näyttelijöitä ja kuvausta 360-videoista koottiin etenevä immersiiivinen video (Lowe ym. 2020). Videossa koehenkilöt etenivät ja luokittelivat potilaita annetun aikarajan puitteissa ja oikein tehtyjen luokittelujen määrää seurattiin (Lowe ym. 2020). Tuloksien mukaan virtuaalitodellisuussimulaatio oli kiinnostusta herättävä ja viihdyttävä (Lowe ym. 2020). Osallistujat kokivat olevansa paremmin valmistautuneita suuronnettomuustilanteeseen (Lowe 2020). Suurin osa koehenkilöistä koki, että virtuaalitodellisuussimulaation tulisi olla olennainen osa lääketieteellistä koulutusta ja toivoivat että toteutettua virtuaalitodellisuusratkaisua hyödynnettäisiin onnettomuustilanteiden ja lapsipotilaiden hoidon harjoittelussa enemmän (Lowe ym. 2020). Toteutetun virtuaalitodellisuussimulaation kehitysprojektin kustannus oli 7000 Yhdysvaltain dollaria (Lowe ym. 2020). Virtuaalitodellisuussimulaattoria käytettiin virtuaalitodellisuussilmikon ja käsiohjaimen avulla (Lowe ym. 2020). 360-videokameraa ja 360-mikrofonia hyödynnettiin virtuaalitodellisuussimulaation luomisessa (Lowe ym. 2020).

Mills ym. (2019) tutkivat suuronnettomuussimulaation tehokkuutta ensihoitajaopiskelijoihin vertaamalla virtuaalitodellisuussimulaattoria ja näyttelijöiden avulla toteutettua simulaatiota toisiinsa. Tutkimuksessa havaittiin, että virtuaalitodellisuussimulaation tehokkuus verrattuna perinteiseen simulaation toteutustapaan oli tehokkuudeltaan samankaltainen (Mills ym. 2019). Tutkimuksessa toteutettu kustannusanalyysi osoitti, että suuronnettomuustilanteen harjoittelu on kustannuksiltaan alle 10 % siitä, mitä perinteinen suuronnettomuussimulaatio-opetus näyttelijöiden avulla on, kun kulut jaetaan yhden opetusvuoden ajalle (Mills ym. 2019). Virtuaalitodellisuussimulaattoria käytettiin virtuaalitodellisuussilmikon ja käsiohjaimen avulla, ja se luotiin 360-videokameraa hyödyntämällä (Mills ym. 2019).

Paquay, Goffoy, Chevalier, Servotte ja Ghuysen (2022) tutkivat läsnäolon tunteen kokemusta ja immersioprosessin vaihtelevuutta koehenkilöiden välillä virtuaalitodellisuus-simulaattorissa, joka oli luotu todellisen tapahtuneen suuronnettomuuden pohjalta. Koehenkilöinä oli lääketieteen opiskelijoita, sairaanhoitajaopiskelijoita ja ensihoitajia, joista ensihoitajat kokivat simulaatiossa vähiten stressiä, pahoinvointia ja immersiota, mutta kokivat koehenkilöistä eniten läsnäolon tunnetta (Paquay ym. 2022). Virtuaalitodellisuussimulaattoria käytettiin virtuaalitodellisuussilmikon avulla (Paquay ym. 2022). Tutkimuksessa mainittiin, että käytetty virtuaalisimulaatio oli yksityisen yrityksen luoma, mutta virtuaalisimulaation luontiin käytettyä menetelmää ei mainittu (Paquay ym. 2022).

Ferrandini Price ym. (2018) olivat tutkimuksessaan verranneet virtuaalitodellisuussimulaation ja näyttelijöiden avulla toteutetun monipotilastilannesimulaation aiheuttamaa stressiä koehenkilöissä. Virtuaalitodellisuussimulaatio toteutettiin kuvaamalla 360-kameralla toteutettu simulaatio, jonka koehenkilöt toteuttivat käyttäen virtuaalitodellisuussilmikkoa, jonka näyttönä toimi älypuhelin (Ferrandini Price ym. 2018). Triage-luokittelun tarkkuudessa ei havaittu eroja koehenkilöryhmien välillä, mutta stressi oli korkeampaa perinteisen simulaation läpikäyneellä ryhmällä. Tutkijat pitivät virtuaalitodellisuussimulaattoria mahdollisena täydentävänä koulutusmuotona perinteiselle näyttelijöiden avulla toteutetulle simulaatiolle (Ferrandini Price ym. 2018).

Jain, Ragazzoni, Stryhn, Stratton ja Della Corte (2016) vertasivat tutkimuksessaan kahta eri triage-luokittelumetodia keskenään käyttäen pöytätietokoneen ja joystick-ohjaimen avulla tehtävän ei-immersiivisen virtuaalitodellisuussimulaattorin avulla. Virtuaalitodellisuussimulaattoriin oli mallinnettu todellinen tapahtunut junaonnettomuus potilaalinen (Jain ym. 2016). Tutkimuksessa vertailtujen START- ja STM-triage-luokittelumallien välillä ei havaittu eroja ensihoitajaopiskelijoiden tekemien potilasluokittelujen välillä (Jain ym. 2016).

Wilkerson, Avstreich, Gruppen, Beier ja Woolliscroft (2008) kuvasivat tutkimuksessaan CAVE-virtuaalitodellisuussimulaattorin hyödyntämistä ensihoitajien koulutuksessa suuronnettomuustilanteessa. Suuronnettomuussimulaattori oli toteutettu tilassa, jonka seinille heijastettiin projektoreilla 3d-laseilla katseltava kolmiulotteinen simulaatio, jossa koehenkilöiden piti toimia (Wilkerson ym. 2008). Lisäksi tilassa oli simulaationukke, jota hyödynnettiin simulaatiossa potilaan tutkimisen ja hoitamisen harjoittelussa (Wilkerson ym. 2008). Simulaation koehenkilöiden toimintaa havainnoitiin ja koehenkilöille tehtiin strukturoitu kysely sekoitetun todellisuuden simulaation jälkeen (Wilkerson ym. 2008). Osallistujat tarjosivat kehittäjille arvokasta palautetta simulaation jatkokehitystä varten (Wilkerson ym. 2008).

Power (2013) kuvasi kehitystyössään työpajaa, jossa ei-immersiivistä tietokonepeliä hyödynnettiin onnettomuuspaikalla toimimisen harjoitteluun. Tietokonepäänteen ja hiiren avulla työpajaan osallistuneet ensihoitajaopiskelijat ohjasivat hahmojaan onnettomuuspaikalla ja kommunikoivat toistensa kanssa käyttäen kuulokkeita ja mikrofonia (Power 2013). Harjoituksessa olutta palopäällikköä ohjasi opettaja. Simulaatioon sisältyi onnettomuuspaikalla toimimisen harjoittelua, CRM-kommunikaation harjoittamista ja moniviranomaiskommunikaation harjoittelua. Jokainen simulaatio nauhoitettiin ja käytiin läpi osallistujien kesken simulaation jälkeen (Power 2013). Työpajaan osallistuneet nauttivat kokemuksesta, pitivät simulaatiota arvokkaana oppimiskokemuksena ja osoittivat halukkuutta osallistua vastaavanlaisiin työpajoihin tulevaisuudessa (Power 2013).

Cochrane ja Aiello (2020) kuvasivat tutkimusprojektin koonnissaan projektia, jonka tavoitteena oli luoda todentuntuisia virtuaalitodellisuusympäristöjä, joissa voidaan harjoitella ensihoitajan työssä tarvittavia taitoja. Projektissa rakennettiin ja validoitiin suunnitelumalli, jonka avulla projektissa on toteutettu useita virtuaalitodellisuusympäristöjä erilaisilla teknologioilla (Cochrane & Aiello 2020). Projektissa luotiin 360-videon avulla ambulanssin hoitotilasta virtuaalitodellisuussimulaattori, jossa opiskelija pystyy totuttamaan toimintaan ambulanssissa hälytysajon aikana (Cochrane & Aiello 2020). Lisäksi projektissa toteutettiin simulaatio, jossa opiskelijan piti tunnistaa riskejä aiheuttavat tekijät ja hoitaa potilasta 360-kameran avulla luodussa virtuaalitodellisuusympäristössä (Cochrane & Aiello 2020). Projektissa hyödynnettiin myös virtuaaligrafiiikoilla toteutettu ambulanssihelikopterisimulaattori, jossa opiskelijat pystyivät tutustumaan toimintaan ambulanssihelikopterissa (Cochrane & Aiello 2020). Projektissa luotiin virtuaalitodellisuusympäristöjä, joissa ensihoitajaopiskelijat voivat harjoitella todentuntuisissa ympäristöissä ilman riskejä, joita sisältyy tosimaailman ympäristöissä harjoitteluun (Cochrane & Aiello 2020).

Lerner, Mohr, Schild, Göring ja Luiz (2020) toteuttivat tutkimuksessaan virtuaalitodellisuussimulaattorin käytettävyydetutkimuksen osana EPICSAVE (Enhanced Paramedic Vocational Training with Serious Games and Virtual Environments) projektia. Tutkimuksessa käytetyssä tietokoneella luodussa immersivisessä virtuaalitodellisuussimulaattorissa tavoitteena oli kouluttaa koehenkilöitä lapsen anafylaktisen shokin tunnistamisessa ja hoidossa (Lerner ym. 2020). Simulaattorissa koehenkilöt toimivat pareittain ja simulaattoria käytettiin virtuaalitodellisuussilmikon ja käsiohjainten avulla (Lerner ym. 2020). Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt kuvasivat virtuaalitodellisuussimulaattoria hyödylliseksi ja läsnäolon tunne sekä harjoittelun tehokkuus oli voimakasta koehenkilöiden kokemana (Lerner ym. 2020).

Mayrose ja Myers (2007) kuvaavat artikkelissaan pöytätietokoneella ja hiirellä käytettävän virtuaalisimulaattorin kehitystyötä. Virtuaalisimulaattori kehitettiin intubaation harjoittelua varten kehittämällä virtuaalinen malli ihmisen ylävartalosta ja hengitysteistä pyrkien mahdollisimman realistiseen näkymään ja kudosten käyttäytymiseen intubaatiosimulaation aikana. Virtuaalisimulaation tarkoituksena oli luoda vaihtoehtoja intubaation harjoittelulle ja olemalla vaihtoehto simulaationuken avulla tehdyille harjoittelulle (Mayrose ja Myers 2007).

Rees, John, Vaughan, Dorrington, ja Day (2020) kuvasivat tutkimuksessaan virtuaaliodellisuussimulaattoria, joka oli kehitetty ensihoitajien taitojen ylläpitämiseen. Tutkimuksessa havaittiin tarve harjoitella harvoin toistuvia korkean riskin toimenpiteitä (Rees ym. 2020). Prototyyppiin harjoiteltaviksi toimenpiteiksi valittiin neulakrikotyreotomia ja neulakorotomia (Rees ym. 2020). Virtuaaliodellisuussimulaattorin prototyyppiä käytettiin Oculus Rift- virtuaaliodellisuussilmikon ja käsiohjaimen avulla (Rees ym. 2020). Tutkimuksessa kokeiltiin myös Novint Falcon-ohjaimen toimivuutta paremman tuntopalautteen aikaansaamiseksi, mutta tutkijat totesivat sen integroinnin simulaattoriin haasteelliseksi ja lisäävän kustannuksia (Rees ym. 2020). Simulaation käyttö mahdollistettiin myös käyttäjän oman älypuhelimien avulla käytettävälle virtuaaliodellisuussilmikolle, mutta kyseisessä ratkaisussa käyttäjä ei voinut simulaatiossa tehdä toimenpiteitä käsiohjaimien avulla (Rees ym. 2020). Strukturoimaton palaute ensihoitajilta ja muilta ensihoidon asiantuntijoilta osoitti, että prototyyppi vaatii lisäkehitystä (Rees ym. 2020).

Koutitas ym. (2019) vertailivat monimenetelmätutkimuksessaan kehittämäänsä suuronnettomuusambulanssisimulaattoria perinteiseen koulutustapaan oikean suuronnettomuusambulanssin kanssa. Virtuaalisimulaattori oli kehitetty vastaamaan ongelmaan henkilöstön puutteellisesta koulutuksesta suuronnettomuustilanneambulanssia koskien, että koulutusta voitaisiin järjestää myös etänä eri ambulanssiasemilla ilman tarvetta henkilöstön matkustamiseen koulutuspaikalle, kuten perinteisessä koulutuksessa oli toimittu (Koutitas ym. 2019). Virtuaaliodellisuussimulaatio oli toteutettu 360-kuvausta hyödyntämällä ja 360-kuvien avulla rakennettiin InstaVR-ohjelmistoa hyödyntämällä virtuaalinen jäljitelmä oikeasta suuronnettomuusambulanssista (Koutitas ym. 2019). Virtuaaliodellisuussimulaattoria käytettiin virtuaaliodellisuussilmikon ja käsiohjaimien avulla. Virtuaaliodellisuussimulaation avulla koehenkilöt kykenivät etsimään tarvikkeita todellisen maailman suuronnettomuusambulanssia vastaavasta virtuaalisesta ympäristöstä (Koutitas ym. 2019). Tutkimuksessa mitattiin aika ja virheet, joita koehenkilöt tekivät etsiessään pyydettyjä hoitovälineitä suuronnettomuusambulanssista (Koutitas ym. 2019). Virtuaaliodellisuussimulaation läpikäyneet koehenkilöt suoriutuivat nopeimmin ja vähimmillä virheillä hoitotarvikkeiden etsinnästä (Koutitas ym. 2019).

Kirjallisuuskatsaukseen sisällytetyistä tutkimuksista kuudessa käytettiin virtuaalitodellisuuden ratkaisuja suuronnettomuustilanteiden harjoitteluun (Mills ym. 2019; Ferrandini Price ym. 2018; Wilkerson ym. 2008; Lowe ym. 2020; Jain ym. 2016; Paquay ym. 2021). Ratkaisuista immerstiivisen virtuaalitodellisuuden ratkaisuja oli viisi, joista neljää käytettiin virtuaalitodellisuussilmikon avulla ja yhtä CAVE-virtuaaliympäristön avulla (Mills ym. 2019; Ferrandini Price ym. 2018; Wilkerson ym. 2008; Lowe ym. 2020; Paquay ym. 2021). Yksi ratkaisuista oli ei-immersiivinen pöytätietokoneen avulla käytettävä ratkaisu (Jain ym. 2016). Virtuaalitodellisuussilmikon avulla käytettävistä suuronnettomuussimulaattoreista kolmessa oli hyödynnetty 360-videota virtuaaliympäristön luomisessa ja yhden ratkaisun osalta puuttui maininta toteutustavasta (Mills ym. 2019; Ferrandini Price ym. 2018; Lowe ym. 2020; Paquay ym. 2021).

5.2.2 Lisätyn todellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen

Koutitas ym. (2019) vertasivat tutkimuksessaan virtuaalitodellisuussimulaatiota, lisätyn todellisuuden simulaatiota ja perinteistä koulutustapaa suuronnettomuusambulanssin hoitotarvikkeiden etsimisen nopeudessa ja virheiden määrässä. Tutkimusryhmän kehittämää lisätyn todellisuuden simulaatiota käytettiin lisätyn todellisuuden silmikolla (Koutitas ym. 2019). Lisätyn todellisuuden simulaatiossa koehenkilöt kykenivät kävelemään todellisen maailman tilassa samalla kun heidän näkökenttäänsä heijastettiin suuronnettomuusambulanssin sisätilat virtuaalisesti (Koutitas ym. 2019). Lisätyn todellisuuden simulaatio tarjosi mahdollisuuden todentuntuiseen liikkumiseen simulaation aikana (Koutitas 2019). Lisätyn todellisuuden simulaattorin läpikäyneet koehenkilöt löysivät kokeessa pyydyt esineet suuronnettomuusambulanssista nopeammin ja vähemmällä virheillä kuin perinteisen koulutuksen läpikäyneet koehenkilöt, mutta tekivät enemmän virheitä ja suoriutuivat tehtävistä hitaammin kuin virtuaalitodellisuussimulaation läpikäyneet koehenkilöt (Koutitas 2019).

5.2.3 Sekoitettun todellisuuden ratkaisut ensihoidon opetukseen

Birt ym. (2017) kartoittivat tutkimuksessaan sekoitetun todellisuuden simulaattorin pedagogisia mahdollisuuksia ensihoitajien etäopetukseen. Sekoitettun todellisuuden simulaattorissa harjoiteltiin vierasesineen poistoa hengitysteistä käyttäen koehenkilöiden omaa älypuhelinia virtuaalitodellisuussilmikon näyttönä sekä 3d-tulostettuja laryngoskooppia ja pihtejä tuntopalautteen aikaansaamiseksi (Birt ym. 2017). Etäopiskeleville ensihoitajille postitettiin ennen lähiopetustapahtumaa 3d-tulostetut instrumentit ja ohjeet sekoitetun todellisuuden simulaattorin käyttämisestä ja kehoitettiin harjoittelemaan enne lähiopetusviikon toteutumista (Birt ym. 2017). Tutkimus osoitti tilastollisesti

merkitsevän parannuksen taidoissa ensihoitajaopiskelijoilla, jotka olivat harjoitelleet sekoitetun todellisuuden simulaattorilla lähiopetusta edeltävästi (Birt ym. 2017).

6 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata millaisia virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja käytetään ensihoidossa. Kirjallisuuskatsauksen tulokset osoittivat, että virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut painottuvat tällä hetkellä ensihoidon opetukseen. Ensihoidon opetukseen painottuneita ratkaisuja oli 13 tutkimuksessa 16 tutkimuksesta. Ensihoitotyöhön ratkaisuja löytyi kolmesta tutkimuksesta, joista kahdessa tutkimuksessa käsiteltiin samaa ratkaisua, joten ensihoitotyöhön löydettiin kaksi ratkaisua (Liite 2).

Kirjallisuuskatsaukseen valituista tutkimuksista löydettiin mahdollisuuksia ja haasteita virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisusta ensihoidossa ja ensihoidon opetuksessa. **Mahdollisuuksiksi** nousivat virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisujen hyödyntäminen **harvoim tapahtuvien tilanteiden harjoittelussa** (Power 2011; Wilkerson ym.2008; Mayrose & Myers 2007; Rees ym.2020) ja **toimenpiteiden harjoittelussa** (Mayrose & Myers 2007; Rees ym. 2020; Birt ym. 2017). Virtuaalitodellisuussimulaattori mahdollistaa esimerkiksi intubaation harjoittamisen poikkeavilla anatomisilla malleilla, joka on haasteellista toteuttaa simulaationukkeä hyödyntämällä (Mayrose & Myers 2007).

Tuloksista nousi esiin myös virtuaalitodellisuussimulaattorin ja sekoitetun todellisuuden **simulaattorin käyttö etäopinnoissa** (Birt ym. 2017; Lowe ym. 2020). Sekoitetun todellisuuden simulaattori havaittiin tehokkaaksi opetustavaksi etäopiskelussa (Birt ym. 2017). Virtuaalitodellisuussimulaattorin, lisätyn todellisuuden simulaattorin ja sekoitetun todellisuuden simulaattorin hyödyksi mainittiin opiskelijoiden mahdollisuus harjoitella itsenäisesti ja tehdä suurempi määrä toistoja kuin perinteisessä opetuksessa (Birt ym. 2017; Mayrose & Myers 2007; Ferrandini Price 2018). Virtuaalitodellisuussimulaattori avulla voidaan riskittömästi totuttautua toimimiseen ympäristöissä, joihin sisältyy työturvallisuusriskejä (Cochrane & Aiello 2020; Power 2011). Immersiivinen virtuaalitodellisuussimulaattori mahdollistaa harjoittelun ympäristössä, jossa ei ole samoja häiriötekijöitä kuin perinteisessä opetuksessa (Lerner ym. 2020). Ambulanssiasemille on myös mahdollista hankkia virtuaalitodellisuussimulaation tai lisätyn todellisuuden simulaation edellyttämät laitteet, jolloin harjoittelua voidaan toteuttaa ambulanssiasemalla jatkuvasti ilman tarvetta kutsua henkilöstö erillisiin koulutuksiin (Koutitas ym. 2019).

Toisaalta tuloksista nousi esiin myös yllättäviäkin ratkaisuja, sillä virtuaalitodellisuussimulaattoria oli hyödynnetty ensihoitajien osallistamisessa **ambulanssin hoitotilojen suunnitteluun** (Halabi ym. 2022). Halabi ym. (2022) mukaan virtuaalitodellisuussimulaatio voi tehostaa ambulanssin suunnitteluprosessia ja tehostaa tilojen käyttöä sillä virtuaalitodellisuussimulaattori vaatii vähemmän tilaa ja rahaa kuin samaa tarkoitusta varten hankittu ja hyödynnetty ambulanssi.

Tuloksista käy ilmi, että virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuihin sisältyy myös **haasteita**. Virtuaalitodellisuussimulaatioiden toteuttaminen vaatii runsaasti **resursseja ja erikoisosaamista** simulaatioiden luomiseen (Power 2011; Cochrane & Aiello 2020; Rees ym. 2020). Lisätyn todellisuuden silmikon käyttäminen triage-luokittelussa havaittiin **hitaammaksi** kuin perinteinen toimintatapa, mutta luokittelun laatu oli parempaa (Follmann ym. 2021). Yksi tuloksissa esille nousut ongelma oli tuntopalautteen puute virtuaalitodellisuussimulaattoreita käyttäessä, jolloin tuntoaistipalautteen aiheuttama **oppiminen jää vaillinaiseksi** verrattuna perinteiseen harjoitteluun tosimaailman ympäristöissä ja menetelmin (Mayrose & Myers 2007; Rees ym. 2020). Tätä ongelmaa ratkaistiin sekoitetun todellisuuden simulaattorilla, jossa yhdistettiin lisätyn todellisuuden silmikko ja 3D-tulostettujen instrumenttien hyödyntäminen simulaattorissa, jossa harjoiteltiin vierasesineen poistoa hengitysteistä (Birt 2017).

Kokonaisuudessaan tuloksista voidaan päätellä, että virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus ja sekoitettu todellisuus tarjoavat lupaavia ratkaisuja paikka- ja aikariippumattomaan ensihoidon opetukseen. Ratkaisut tarjoavat täydentäviä tapoja opetuksen toteuttamiseksi perinteisten opetusmenetelmien lisäksi. Ensihoitotyöhön sovellettavia ratkaisuja löytyi tutkimuksessa vähän, mikä voi johtua siitä, että ratkaisujen toteuttaminen vaatii erikoisosaamista ja moniammatillista yhteistyötä, jotta ratkaisut vastaavat ensihoitotyön tarpeisiin oikealla ja käytännöllisellä tavalla. Toisaalta virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut voivat olla yllättäviä ja tarjota mahdollisuuksia uudenslaisiin toimintatapoihin ensihoidon työtapoja tehostamalla ja laatua parantamalla.

7 Eettisyys ja luotettavuus

Etiikka perustuu eettisiin arvoihin, joita ovat abstraktit käsitykset siitä, mikä on hyvää ja oikein, tai mikä on pahaa ja väärin. Arvoja voidaan luokitella ja jakaa esimerkiksi tieteellisiin arvoihin, eettisiin arvoihin, tai esteettisiin arvoihin. Tieteellisinä arvoina voidaan

pitää esimerkiksi puolueettomuutta ja totuudenmukaisuutta (Sarvimäki & Stenbock-Hult 2009:36–38).

Tutkimusetiikkaa tulee tarkastella tutkimusprosessin läpi aina ideointivaiheesta tutkimustulosten tiedottamisvaiheeseen (Vilkkä 2021: 41). Tutkimusprosessiin liittyy useita eettisiä kysymyksiä, joita tutkijan tulee ottaa huomioon. Tutkimustyössä täytyy noudattaa tiedeyhteisössä tunnustettuja käytänteitä, kuten huolellisuutta, tarkkuutta ja rehellisyyttä. Tutkimukseen kuuluu kollegiaalisuus muiden tutkijoiden työn ansaitsema arvostus ja merkityksen anto heidän tutkimuksiinsa viitattaessa. Tutkimuksen tekijän tulee ilmaista tutkimuksen kannalta merkitykselliset sidonnaisuudet raportoitaessa tutkimustyöstä (Hirsjärvi & Remes & Sajavaara 2009: 23–24). Opinnäytetyössä noudatettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2022). Tutkimusta varten ei saatu ulkopuolista rahoitusta ja tutkimus tehtiin itsenäisenä työnä, irrallisena työelämäorganisaatioista. Tutkimuksen tekemisessä hyödynnettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun tarjoamia resursseja tutkimustyön tueksi. Lisäksi kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettiin muiden yliopistojen sekä kaupunkien tarjoamaa aineistoa, jos sitä ei ole ollut saatavilla Metropolian Ammattikorkeakoulun palveluiden kautta. Tutkimusluvan tai eettisen arvioinnin tekemistä ei edellytetty tässä tutkimuksessa, johtuen työn aiheesta ja menetelmästä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2022).

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta tärkeä arvo on objektiivisuus. Menetelmällisenä kriteerinä pidetään sitä, että tutkimus on toistettavissa toisen tutkijan toimesta ja samoista lähtökohdista. Objektiivisuuteen kuuluu se, että tutkija valitsee puolueettomasti lähde- ja tutkimusaineistokseen myös sellaisen aineiston, joka ei vastaa tutkijan omia ennakkokäsityksiä (Hirsjärvi ym. 2009:309–310). Objektiivisuuden toteutumiseksi opinnäytetyössä noudatettiin tieteellistä metodia, joka perustuu systemaattiseen ja järkeen perustuvaan tiedonhankintaan (Salminen 2011:1). Opinnäytetyö toteutettiin integroituna kirjallisuuskatsauksena, jonka tieteellinen täsmällisyys varmistettiin Whitemoren ja Knalfin (2005) mukaisesti huolellisilla toimintatavoilla kirjallisuuskatsauksen eri vaiheissa. Tutkimusongelman tunnistaminen, aineiston keruuvaihe, aineiston arviointivaihe, aineiston analyysivaihe sekä tulosten esittämisvaihe toteutettiin Whitemoren ja Knalfin (2005) esittämän integroidun kirjallisuuskatsauksen tieteellisen täsmällisyyden varmistamisen mallin mukaisesti.

Tutkimusongelma tunnistettiin käytännön ensihoitotyössä, sekä henkilökohtaisen mielenkiinnon ja motivaation pohjalta, joka on herättänyt kysymyksen siitä, miten ensihoitotyön laatua ja potilasturvallisuutta voitaisiin parantaa virtuaalidellisuuden, lisätyn

todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden avulla. Aineiston keruuvaiheessa tehtiin testihakuja sekä konsulttoitiin Metropolia Ammattikorkeakoulun sekä Vaasan yliopiston informaattikkoa, jotta kyettiin saamaan hakutermit osuvammiksi. Testihakuja tehtäessä havaittiin, että virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja ensihoidossa oli tutkittu vähän. Tästä syystä hakutermejä ei pyritty rajaamaan liikaa, vaan hakutermiin pyrittiin sisällyttämään Milgram ja Kishinon (1994) todellisuus-virtuaalijatkumon sisältämät termit sekä ensihoitotermit koskien sairaalan ulkopuolista ensihoitoa. Tutkimuksen aikana huomattiin, että virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden termistö ei ole täysin vakiintunutta, vaan se on vielä kehittymässä. Tämä saattaa aiheuttaa sen, että osa relevanteista tutkimuksista on voinut jäädä kerätyn aineiston ulkopuolelle.

Tässä tutkimuksessa on käsitelty ensihoitaja-termiä laajasti koskemaan ambulanssissa työskenteleviä ensihoidon ammattilaisia riippumatta koulutustasosta. Käsitteenä ensihoitaja ymmärretään eri tavoin riippuen ensihoitojärjestelmästä, jonka vuoksi hakutermitön pyrittiin sisällyttämään laajasti kansainvälisesti käytettyjä termejä koskien ambulanssissa ammattilaisena toimimista. Tutkimuksessa huomattiin, että hakutermeihin sisällytetyn "emergency nurs*" termin avulla löydetyt tutkimukset koskivat sairaalan sisäistä toimintaa, jotka valittujen sisäänottokriteerien johdosta suljettiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Aineisto arvioitiin Hawkerin ym. (2002) aineiston arviointimallia hyödyntäen. Aineiston arviointi toteutettiin yksin, mikä saattaa heikentää aineiston arvioinnin luotettavuutta, sillä usean tutkijan toteuttamana tehty arviointi parantaa arvioinnin luotettavuutta ja vähentää subjektiivisuutta. Tulokset kerättiin taulukkoon, jotta johtopäätösten tekemisen prosessi olisi läpinäkyvä ja selkeä (Whittemore ja Knafl 2005). Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaavia tutkimuksia löydettiin ainoastaan kolme, joka heikentää mahdollisuuksia tehdä johtopäätöksiä tutkimuskysymykseen vastaamiseksi (Morse 2015: 1214).

8 Tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimusideat

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää suunniteltaessa virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja ensihoitotyöhön ja ensihoidon opetukseen. Kyseessä on verrattain uusi teknologia, jota on ensihoidossa ja ensihoidon opetuksessa hyödynnetty toistaiseksi vähän.

Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisuja kehitetään myös yksityisten yritysten piirissä, eikä kaikki tutkimus aiheesta ole välttämättä julkista tai kirjallisuuskatsauksen menetelmin saatavilla. Jatkotutkimusideoina ehdotetaan oppilaitoksissa toteutettavaa monien tieteenalojen yhteistyönä toteutettuja virtuaalitodellisuussimulaatioiden kehitysprojekteja. Toteutettaessa suuronnettomuusharjoituksia näyttelijöiden avulla, voidaan harjoituksesta saada lisäarvoa, mikäli siitä luodaan samalla virtuaalitodellisuussimulaatio 360-kamerateknologian avulla. Lisätyn todellisuuden ratkaisuiden hyödyntämistä ensihoidon työssä tulisi jatkokehittää ja tutkia millaisilla ratkaisuilla ensihoitotyön laatua voidaan parantaa. Lisätyn todellisuuden silmikon hyödyntäminen tarjoaa potentiaalisen alustan potilasinformaation tai hoito-ohjeen esittämiseksi ensihoitajalle. Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden tarjoamia mahdollisuuksia tulisi rohkeasti soveltaa, jotta niiden tarjoama potentiaali tulisi hyödynnetyksi.

Lähteet

Al-Shaqsi, Sultan 2010. Models of International Emergency Medical Service (EMS) Systems. *Oman Medical Journal* 25 (4). 320-323. <<https://doi.org/10.5001/omj.2010.92>>. Viitattu 2.4.2022.

Baumeister, Roy F. & Leary, Mark R. 1997. Writing Narrative Literature Reviews. *Review of General Psychology* 1 (3). 311-320. <<https://psychology.yale.edu/sites/default/files/baumeister-leary.pdf>>. Viitattu 1.5.2022.

Bessa, Maximino & Melo, Miguel & Narciso, David & Barbosa, Luís & Vasconcelos-Raposo, José 2016. Does 3D video enhance user's VR experience? An Evaluation Study. *Interacción '16: Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction* (16). 1-4. <<https://doi.org/10.1145/2998626.2998669>> Viitattu 9.5.2022.

Birt, James & Moore, Emma & Cowling Michael 2017. Improving paramedic distance education through mobile mixed reality simulation. *Australasian Journal of Educational Technology* 33 (6). <<https://doi.org/10.14742/ajet.3596>>. Viitattu 22.4.2022.

Bos, Nanne & Krol, Maarten & Veenvliet, Charlotte & Plass, Anne Marie 2015. Ambulance care in Europe: organization and practices. <https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/Rapport_ambulance_care_europe.pdf>. Viitattu 9.5.2022.

Broome, Marion E. 2000. Integrative Literature Reviews for the Development of Concepts. Teoksessa Rodgers, Beth L. & Knafl, Kathleen A. (toim.). *Concept Development in Nursing: Foundations, Techniques, and Applications*. 231-250. W.B. Saunders Company.

Cacho-Elizondo, Silvia & Lázaro Álvarez, José-Domingo & Garcia, Victor-Ernesto 2017. Assessing the Opportunities for Virtual, Augmented, and Diminished Reality in the Healthcare Sector. Teoksessa Audrain-Pontevia, Anne-Françoise & Menvielle, Loick & Menvielle, William (toim.). *The Digitalization of Healthcare: New Challenges and Opportunities*. Palgrave Macmillan. E-kirja. 323-344.

Cochrane, Thomas & Aiello, Stephen 2020. #MESH360 Project Summary. <<https://ti-nyurl.com/MESH360summary>>. Viitattu 25.4.2022.

Craig, Alan B. & Sherman, William R. 2019. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. E-kirja. Elsevier Inc.

Cruz-Neira, Carolina & Sandin, Daniel J. & DeFanti, Thomas A. & Kenyon, Robert V. & Hart, John C. 1992. The CAVE: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment. *Communication of the ACM* 35 (6). <<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/129888.129892>>. Viitattu 9.5.2022.

Donnelly, Jim 2022. 360 Video: Understanding Immersive Videos in 2021. Verkkosivu. <<https://massive.io/blog/360-video-understanding-immersive-videos-in-2021/>>. Viitattu 9.5.2022.

Dúason, Sveinbjörn & Ericsson, Cristoffer & Jónsdóttir, Hrafnhildur Lilja & Andersen, Jeanette Viggan & Andersen, Thomas Lyng 2021. European paramedic curriculum—a call for unity in paramedic education on a European level. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 29 (72).

<<https://doi.org/10.1186/s13049-021-00889-z>>. Viitattu 2.4.2022.

Ferrandini Price, Mariana & Escribano Tortosa, Damián & Nieto Fernandez-Pachero, Antonio & Perez Alonso, Nuria & Cerón Madrigal, José Joaquín & Juguera Rodriguez, Laura 2018. Comparative study of a simulated incident with multiple victims and immersive virtual reality. *Nurse Education Today* 71. 48-53.

<<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.09.006>>. Viitattu 2.5.2022.

Flinkman, Mervi & Salanterä, Sanna 2007. Integroitu katsaus – eri metodeilla tehdyn tutkimuksen yhdistäminen katsauksessa. Teoksessa Axelin, Anna & Johansson, Kirsi & Stolt, Minna & Ääri, Riitta-Liisa (toim.). *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, Tutkimuksia ja raportteja A:51/2007*. Turun yliopisto.

Follmann, Andreas & Ohligs, Marian & Hochhausen, Nadine & Beckers, Stefan K. & Rossaint, Rolf & Czaplík, Michael 2019. Technical Support by Smart Glasses During a Mass Casualty Incident: A Randomized Controlled Simulation Trial on Technically Assisted Triage and Telemedical App Use in Disaster Medicine. *Journal of Medical Internet Research* 21 (1). <<https://www.jmir.org/2019/1/e11939/>>. Viitattu 26.4.2022.

Follmann, Andreas & Ruhl, Alexander & Gösch, Michael & Felzen, Marc & Rossaint, Rolf & Czaplík, Michael 2021. Augmented Reality for Guideline Presentation in Medicine: Randomized Crossover Simulation Trial for Technically Assisted Decision-making. *JMIR mHealth and uHealth* 9 (10). <<https://doi.org/10.2196/17472>>. Viitattu 4.5.2022.

Gleb, B. 2020. VR vs AR vs MR: Differences and Real-Life Applications. Verkkosivu. <<https://rubygarage.org/blog/difference-between-ar-vr-mr>>. Viitattu 18.3. 2021.

Halabi, Osama & Salahuddin, Tooba & Karkar, Abdel Ghani & Alinier, Guillaume 2022. Virtual reality for ambulance simulation environment. *Multimedia Tools and Applications*. <<https://doi.org/10.1007/s11042-022-12980-3>>. Viitattu 4.5.2022.

Hawker, Sheila & Payne, Sheila & Kerr, Christine & Hardey, Michael & Powell, Jackie 2002. Appraising the Evidence: Reviewing Disparate Data Systematically. *Qualitative Health Research* 12 (9). 1284–1299. <<https://doi.org/10.1177/1049732302238251>>. Viitattu 25.4.2022.

Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 1997. *Tutki ja kirjoita*. 15., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Jain, Trevor Nirmal & Ragazzoni, Luca & Stryhn, Henrik & Stratton, Samuel J. & Della Corte, Francesco 2016. Comparison of the Sacco Triage Method Versus START Triage Using a Virtual Reality Scenario in Advance Care Paramedic Students. *Canadian Journal of Emergency Medicine* 18 (4). 288-292.

<<https://doi.org/10.1017/cem.2015.102>>. Viitattu 2.5.2022.

Jones, Tina & Evans, David 2000. Conducting a systematic review. Australian Critical Care 13 (2). 66-71. <[https://doi.org/10.1016/S1036-7314\(00\)70624-2](https://doi.org/10.1016/S1036-7314(00)70624-2)>. Viitattu 3.5.2022.

Kajander-Unkuri, Satu & Sulosaari, Virpi 2015. Integroitu kirjallisuuskatsaus. Teoksessa Axelin, Anna & Stolt, Minna & Suhonen Riitta (toim.): Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Hoitotieteen julkaisuja, Tutkimuksia ja raportteja. A:73/2015. Turun yliopisto.

Kielitoimiston sanakirja 2021. Kielitoimiston sanakirja. <<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/virtuaaliodellisuus?searchMode=all>>. Viitattu 18.3.2021.

Kishino, Takemura & Milgram, Paul & Takemura, Haruo & Utsumi, Akira 1994. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering 2351 (January 1994). Luetta-
vissa myös sähköisesti osoitteessa <https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum>

Koutitas, George & Smith, Kenneth Scott & Lawrence, Grayson & Metsis, Vangelis & Stamper, Clayton & Trahan, Mark & Lehr, Ted 2019. A Virtual and Augmented Reality Platform for the Training of First Responders of the Ambulance Bus. PETRA '19: Proceedings of the 12th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. <<https://doi.org/10.1145/3316782.3321542>> Viitattu 22.4.2022.

Lerner, Dieter & Mohr, Stefan & Schild, Jonas & Göring, Martin & Luiz, Thomas 2020. An Immersive Multi-User Virtual Reality for Emergency Simulation Training: Usability Study. JMIR Serious Games 8 (3). <<https://doi.org/10.2196/18822>>. Viitattu 2.5.2022.

Lowe, Jason & Peng, Cynthia & Winstead-Derlega, Cristopher & Curtis, Henry 2020. 360 virtual reality pediatric mass casualty incident: A cross sectional observational study of triage and out-of-hospital intervention accuracy at a national conference. Journal of the American College of Emergency Physicians open 1 (5). 974-980. <<https://doi.org/10.1002/emp2.12214>>. Viitattu 9.5.2022.

Mayrose, James & Myers, Jeffrey W. 2007. Endotracheal Intubation: Application of Virtual Reality to Emergency Medical Services Education. Sim Healthcare 2 (4). 231-234. <<https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3181514049>>. Viitattu 2.5.2022.

Mechem, C. Crawford 2010. Emergency Medical Services. Teoksessa Tintinalli, Judith E. & Stapczynski, J. Stephan & Ma, O. John & Cline, David M. & Cydulka, Rita K. & Meckler, Garth D. (toim.). Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide, 7e. McGraw Hill.

Milgram, Paul & Kishino, Fumio 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems E77-D (12). 1321-1329. <https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays>. Viitattu 18.3.2021.

Mills, Brenner & Dykstra, Peggy & Hansen, Sara & Miles, Alecka & Rankin, Tim & Hopper, Luke & Brook, Luke & Barlett, Danielle 2020. Virtual Reality Triage Training Can Provide Comparable Simulation Efficacy for Paramedicine Students Compared to Live Simulation-Based Scenarios. *Prehospital Emergency Care* 24 (4). 525-536.
<<https://doi.org/10.1080/10903127.2019.1676345>>

Moreno Sánchez, Pedro A. 2020. Augmented and Virtual Reality enhance the healthcare experience. @SeAMK-verkkolehti. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <<https://lehti.seamk.fi/hyvinvointi-ja-luovuus/augmented-and-virtual-reality-enhance-the-healthcare-experience/>>. Viitattu 18.3.2021.

Morse, Janice M. 2015. Critical Analysis of Strategies for Determining Rigor in Qualitative Inquiry. *Qualitative Health Research* 25 (9). 1212-1222.
<<https://doi.org/10.1177/1049732315588501>>. Viitattu 10.5.2022.

Munzer, Brendan William & Khan, Mohammad Mairaj & Shipman, Barbara & Mahajan, Prashant 2019. Augmented Reality in Emergency Medicine: A Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research* 21 (4). Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <<https://www.jmir.org/2019/4/e12368/>>. Viitattu 18.3.2021.

Määttä, Teuvo & Harve-Rytsälä Heini 2021. Ensihoitopalvelu. Teoksessa Kuisma, Markku & Holmström, Peter & Nurmi, Jouni & Porthan, Kari & Puolakka, Tuukka (toim.). *Ensihoito*. 8., uudistettu painos. 14–35. Helsinki: Sanoma Pro.

O'Meara, Peter & Duthie, Sharon 2018. Paramedicine in Australia and New Zealand: A comparative overview. *The Australian Journal of Rural Health* 26 (5). 363-368.
<<https://www.cpc.mednet.ucla.edu/uploads/mih/library/52%20Paramedicine%20in%20Australia%20and%20New%20Zealand.pdf>>. Viitattu 9.5.2022.

Page, Matthew J. & McKenzie, Joanne E. & Bossuyt, Patrick M & Boutron, Isabelle & Hoffmann, Tammy C. & Mulrow, Cynthia D. & Shamseer, Larissa & Tetzlaff, Jennifer M. & Akl, Elie A. & Brennan, Sue E. & Chou, Roger & Glanville, Julie & Grimshaw, Jeremy M. & Hróbjartsson, Asbjörn & Lalu, Manoj M. & Li, Tianjing & Loder, Elizabeth W. & Mayo-Wilson, Evan & McDonald, Steve & McGuinness, Luke A. & Stewart, Lesley A. & Thomas, James & Tricco, Andrea C. & Welch, Vivian A. & Whiting, Penny & Moher, David 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 372 (71). <<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>>. Viitattu 12.5.2022.

Paquay, Méryl & Goffoy, Jonathan & Chevalier, Sabrina & Servotte, Jean-Cristophe & Ghuysen, Alexandre 2022. Relationships Between Internal Factors, Social Factors and the Sense of Presence in Virtual Reality-Based Simulations. *Clinical Simulation in Nursing* 62. 1-11. <[https://www.nursingsimulation.org/article/S1876-1399\(21\)00121-3/pdf](https://www.nursingsimulation.org/article/S1876-1399(21)00121-3/pdf)>. Viitattu 2.5.2022.

Power, Paul 2013. Enhancing the student learning experience through interactive virtual reality simulation. *Journal of Paramedic Practice* 3 (8). 447-449.
<<https://doi.org/10.12968/jpar.2011.3.8.447>>. Viitattu 2.5.2022.

PRISMA 2021. PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only. Verkkodokumentti. < <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>>. Viitattu 16.4.2021.

Rees, N. & John, N. & Vaughan, N. & Dorrington, K. & Day, T. 2020. ParaVR: A Virtual Reality Training Simulator for Paramedic Skills maintenance. JPAR Journal of Paramedic Practice 12 (12). 68-78. <<https://doi.org/10.12968/jpar.2020.12.12.478>>. Viitattu 2.5.2022.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62, julkisjohtaminen 4. Vaasa: Vaasan yliopisto. <https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf>. Viitattu 18.3.2021.

Sarvimäki, Anneli & Stenbock-Hult, Bettina 2009. Hoitotyön etiikka. 1. painos. Helsinki: Edita.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2022. Hyvä tieteellinen käytäntö. Verkkosivu. <<https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>>. Viitattu 5.5.2022.

Varjo 2022. Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality Explained. Verkkodokumentti. <<https://varjo.com/virtual-augmented-and-mixed-reality-explained/>>. Viitattu 14.4.2022.

Vilka, Hanna 2021. Tutki ja kehitä. 5., päivitetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Whittemore, Robin & Knafl, Kathleen 2005. The integrative review: updated methodology. Journal of Advanced Nursing 52 (2). 546-553. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>>. Viitattu 3.5.2022.

Wilkerson, William & Avstreich, Dan & Gruppen, Larry & Beier, Klaus-Peter & Woolliscroft, James 2008. Using Immersive Simulation for Training First Responders for Mass Casualty Incidents. Academic Emergency Medicine 15. 1152–1159. <<https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00223.x>>. Viitattu 2.5.2022.

Liite 1. Laadunarvioinnin tarkistuslista

Arviointikriteeri	p	Pistemäärän kuvaus
Abstrakti ja otsikko	4p	jäsennelty abstrakti, jossa on kaikki tiedot ja selkeä otsikko.
	3p	Abstrakti, jossa on suurin osa tiedoista esitetty.
	2p	Puutteellinen abstrakti.
	1p	Abstrakti puuttuu.
Esittely ja tutkimuksen tarkoitus	4p	Riittävä ja ytimekäs kuvaus tutkimuksen taustasta korostaen tiedon tarpeita. Selkeästi esitetty tutkimuksen tarkoitus ja tavoite.
	3p	Tutkimuksen taustaa kuvattu. Tutkimuskysymys hahmoteltu.
	2p	Tutkimuksen taustaa kuvattu, mutta tarkoitus ja tavoite puuttuu.
	1p	Tutkimuksen taustaa ei ole kuvattu, tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet puuttuvat.
Metodologia	4p	Metodi sopii tutkimukseen ja sen käyttö on kuvattu selkeästi. Tiedonkeruu kuvattu yksityiskohtaisesti.
	3p	Metodi sopii tutkimukseen, sen käyttö kuvattu puutteellisesti. Tiedonkeruu kuvattu.
	2p	Metodin soveltuvuus epäselvä ja metodologia on riittämätön. Tiedonkeruu puutteellisesti kuvattu.
	1p	Metodista ei mainintaa ja/tai metodi on epäsoveltuva ja/tai ei yksityiskohtia tiedonkeruusta.
Otanta	4p	Otos tarkasti kuvattu ja otoksen koko soveltuu tutkimukseen. Vastausprosentit näkyvillä ja selitetty.
	3p	Otoksen koko soveltuu tutkimukseen. Tieto puutteellista.
	2p	Otannasta maininta, mutta yksityiskohtainen kuvaus vähäistä.
	1p	Otannasta ei yksityiskohtaista kuvausta.
Analyysi	4p	Analyysi selkeästi kuvattu. Kvantitatiivinen tutkimus: hypoteesin testaus perusteltu. Kvalitatiivinen tutkimus: kuvaus teemojen johtamisesta, triangulaatio.
	3p	Analyysi kuvattu.
	2p	Analyysia kuvattu vähäisesti.
	1p	Analyysia ei kuvattu.
Eettiset kysymykset	4p	Eettiset tekijät kuten luottamuksellisuus, ennakoasenteet ja suostumukset huomioitu.
	3p	Eettiset tekijät huomioitu pinnallisella tasolla.
	2p	Eettiset tekijät mainittu lyhyesti.
	1p	Eettisiä tekijöitä ei mainittu.
Tulokset	4p	Tulokset kuvattu täsmällisesti, helposti ymmärrettävästi ja loogisessa järjestyksessä. Tutkimuksen tavoite ja tarkoitus yhdistetty riittävän datan avulla tuloksiin.
	3p	Tulokset kuvattu, mutta perustelut puuttuvat.
	2p	Tulokset kuvattu sattumanvaraisesti, ilman selitystä siitä miten ne liittyvät tutkimuksen tavoitteeseen tai/ja tarkoitukseen.
	1p	Tuloksia ei ole kuvattu tai ne eivät liity tutkimuksen tavoitteeseen tai/ja tarkoitukseen.
Tulosten yleistettävyyden ja siirrettävyyden	4p	Viitekehys, tausta ja asetelma kuvattu riittävästi, että vertailu mahdollinen. Lisäksi 4p kohdasta 4.
	3p	Viitekehys, tausta ja asetelma osittain kuvattu. Vähintään 3p kohdasta 4.
	2p	Viitekehys, tausta ja asetelma lyhyesti kuvattu.
	1p	Viitekehys, tausta ja asetelma ei ole kuvattu tutkimuksessa.
Tulosten hyödyntäminen	4p	1) Tutkimus tarjoaa uutta tietämystä, ymmärrystä ja näkökulmaa. 2) Jatkokatkimusideoita ehdotettu. 3) Ehdotuksia käytännön työhön esitetty
	3p	Kaksi edellä mainituista kohdista mainittu tulosten hyödyntämisestä.
	2p	Yksi edellä mainituista kohdista mainittu tulosten hyödyntämisestä.
	1p	Ei mainintaa tulosten hyödyntämisestä.

Liite 3. Virtuaalitodellisuuden, lisätyn todellisuuden ja sekoitetun todellisuuden ratkaisut ensihoidossa ja ensihoidon opetuksessa

RATKAISU	RATKAISULUOKKA	SOVELLUSALUE	TEKNOLOGIA	
Virtuaalitodellisuussimulaattori, joka hyödyntää 360 videota potilaiden kireellisyyssuokittelussa suuronnettomuustilanteessa.	Suuronnettomuustilanne harjoittelu	Opetus	VR	
Virtuaalitodellisuussimulaattori, joka on rakennettu todellisen onnettomuuden pohjalta.				
Virtuaalitodellisuussimulaattorin avulla voidaan analysoida käytettyjä eri triage-luokittelumalleja keskenään perustuen todelliseen onnettomuuteen.				
Virtuaalitodellisuussimulaattorin avulla voidaan arvioida Triage-luokittelutaitoja suuronnettomuudessa, jossa potilaina lapsia.				
CAVE-virtuaalisimulaattorin hyödyntäminen suuronnettomuusalueella toimimisen harjoitteluun = riskien tunnistaminen, lisäavun pyytäminen, sivullisten hallinta, suuronnettomuusilmoituksen tekeminen, triagen tekeminen, ja hoitotoimenpiteiden tekeminen.				
Virtuaalipeli, jonka avulla harjoitellaan onnettomuuspaikalla toimimista. CRM- kommunikaation harjoittelu ja moniviranomaiskommunikaatioharjoittelu.				Onnettomuuspaikalla toimimisen harjoittelu
Riskien tunnistamissimulaattori, jossa opetellaan tunnistamaan riskitekijöitä ensihoitajan työympäristössä				Työympäristöön totuttautuminen, työvaiheen harjoittelu
Ambulanssimulaattori, jossa annetaan ennakoilmoitus				Työympäristöön totuttautuminen
Ambulanssihelikopterisimulaattori, jossa tutustutaan helikopteriin työympäristönä				
Potilaan hoitamissimulaattori, jossa harjoitellaan potilaan tutkimista ja hoidon antamista.				Työvaiheen harjoittelu
Virtuaalitodellisuussimulaattori, jonka avulla harjoitellaan lapsipotilaan anafylaktisen shokin tunnistamista ja hoitoa sekä tiimityöskentelyä.				
Suuronnettomuus ambulanssin käytön harjoittelu virtuaalitodellisuussimulaattorissa.				
Intubaation harjoittelu pöytä tietokoneen avulla. Virtuaalinen, anatominen malli				
Ambulanssin hoitotilan suunnittelu virtuaalitodellisuussimulaation avulla ensihoitajien toimesta.	Työympäristön parantaminen	Työ	AR	
Triage algoritmin heijastaminen ensihoitajan näkökenttään.	Suuronnettomuustilanteessa toimiminen			
Suuronnettomuus ambulanssin käytön harjoittelu lisätyn todellisuuden simulaattorissa.	Työvaiheen harjoittelu	Opetus	MR	
Sekoitetun todellisuuden simulaattorin hyödyntäminen etäopiskelussa: toimenpiteenä vierasesineen poisto hengitysteistä				