



Olli Heikura

Tekoälyn hyödyntäminen terveys- alan simulaatioharjoituksissa

Scoping-katsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysalan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Kliinisen asiantuntijuuden tutkinto-ohjelma sosiaali- ja terveysalalla

Opinnäytetyö

28.2.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Olli Heikura
Otsikko:	Tekoälyn hyödyntäminen terveysalan simulaatioharjoituksissa
Sivumäärä:	51 sivua + 2 liitettä
Aika:	28.2.2025
Tutkinto:	Sairaanhoitaja (ylempi amk)
Tutkinto-ohjelma:	Kliinisen asiantuntijuuden tutkinto-ohjelma sosiaali- ja terveysalalla (Digitalisaation asiantuntija terveysalalla)
Ohjaaja:	Salla Kivelä, Yliopettaja

Tekoälyn nopea kehitys muuttaa terveydenhuollon käytäntöjä merkittävästi, tarjoten uusia mahdollisuuksia parantaa hoidon laatua, potilaskokemusta, työtyytyväisyyttä ja kustannustehokkuutta. Terveydenhuollon simulaatiokoulutuksessa tekoäly voi tehostaa oppimista tarjoamalla yksilöllistä ohjausta, monipuolisia oppimateriaaleja sekä innovatiivisia ratkaisuja, kuten virtuaalipotilaita ja immersivistä virtuaalitodellisuutta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa tekoälyn hyödyntämistä terveysalan simulaatioharjoituksissa sekä huomioitavat asiat hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa. Tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa terveydenhuollon eri organisaatioiden päätöksenteosta vastaaville ja simulaatioharjoitusten suunnittelijoille. Opinnäytetyö toteutettiin scoping-katsauksena, ja aineisto haettiin CINAHL-, PubMed- ja ProQuest-tietokannoista. Lopulliseen aineistoon valikoitui 15 tutkimus- ja asiantuntijalähde, jotka arvioitiin JBI-kriteeristön mukaisesti. Aineiston analyysi toteutettiin induktiivisella sisällönanalyysillä.

Tulokset osoittivat, että tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioissa erityisesti kolmen keskeisen edun saavuttamiseksi: personoitu ja mukautuva oppiminen, monipuoliset ja realistiset simulaatiot sekä simulaatioiden toteutuksen tehokkuus ja automaatio. Tekoälyn hyödyntämisessä terveysalan simulaatioissa tulee erityisesti huomioida tekninen infrastruktuuri, laatu, ihmisen ja tekoälyn välinen yhteistyö sekä riskien ymmärtäminen ja luotettavuuden varmistaminen.

Johtopäätöksenä tekoäly tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia terveysalan simulaatiokoulutuksen kehittämisessä, mutta sen hyödyntäminen edellyttää tasapainoista lähestymistapaa, jossa teknologia tukee oppimista ilman, että se korvaa inhimillistä ohjausta. Jatkotutkimuksella voidaan syventää ymmärrystä tekoälypohjaisten simulaatioiden vaikutuksista oppimiseen ja tunnistaa keskeisiä kehittämiskohteita koulutuksen laadun parantamiseksi.

Avainsanat:	Tekoäly, Tekoäly simulaatioharjoituksessa, Terveydenhuollon simulaatio
-------------	--

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s): Olli Heikura
Title: Utilizing Artificial Intelligence in Health Sector Simulation Exercises
Number of Pages: 51 pages + 2 appendices
Date: 28 February 2025

Degree: Master of Health Care
Degree Programme: Master's Degree Programme in Clinical Expertise in Health and Social Services. (Expertise in Digital Social and Health Services)
Instructor: Salla Kivelä, Principal Lecturer

The rapid development of artificial intelligence (AI) is significantly transforming healthcare practices, offering new opportunities to improve care quality, patient experience, staff satisfaction, and cost efficiency. In healthcare simulation training, AI can enhance learning by providing personalized guidance, diverse educational materials, and innovative solutions such as virtual patients and immersive virtual reality.

The purpose of this thesis was to explore the utilization of AI in healthcare simulation exercises and the factors to consider when implementing AI in such exercises. The aim was to generate new knowledge for decision-makers in various healthcare organizations and for those responsible for designing simulation exercises. The study was conducted as a scoping review, with data collected from the CINAHL, PubMed, and ProQuest databases. The final analysis inducted 15 research and expert sources, which were evaluated based on the JBI criteria. The data were analyzed through inductive content analysis.

The results indicate that AI has been utilized in healthcare simulations primarily to achieve three key benefits: personalized and adaptive learning, diverse and realistic simulations, and efficiency and automation in simulation implementation. When utilizing artificial intelligence in healthcare simulations, special attention should be paid to technical infrastructure, quality, collaboration between humans and AI, as well as understanding risks and ensuring reliability.

As a conclusion, artificial intelligence offers significant opportunities for advancing healthcare simulation training, but its implementation requires a balanced approach where technology supports learning without replacing human guidance. Further research can deepen the understanding of the impact of AI-driven simulations on learning and identify key areas for improvement to enhance the quality of education.

Keywords: Artificial intelligence, AI, AI in simulation, Healthcare simulation

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1	Johdanto	6
2	Teoreettinen viitekehys	7
2.1	Tekoäly terveydenhuollossa	7
2.2	Simulaatio terveydenhuollossa	10
2.3	Tekoäly simulaatiossa	14
3	Tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	16
4	Tutkimusmenetelmä	16
4.1	Tutkimuskysymyksen määrittäminen	17
4.2	Relevantin aineiston tunnistaminen	18
4.3	Aineiston valinta	19
4.4	Aineiston laadunarviointi	21
4.5	Aineiston analyysi	26
5	Tulokset	29
5.1	Millä tavoin tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioharjoituksissa	29
5.1.1	Personoitu ja mukautuva oppiminen	29
5.1.2	Monipuoliset ja realistiset simulaatiot	31
5.1.3	Tehokkuus ja automaatio simulaatioiden toteutuksessa	33
5.2	Minkälaisia asioita tulee huomioida hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa	35
5.2.1	Tekoällyn tekninen infrastruktuuri, laatu ja yhteistyö ihmisen kanssa	35
5.2.2	Riskien ymmärrys ja luotettavuuden varmistus	38
6	Pohdinta	40
6.1	Tulosten tarkastelu	40
6.2	Eettisyys	42
6.3	Luotettavuus	43
7	Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset	44
	Lähteet	46
	Liitteet	

Liite 1. Aineiston laadun arviointi ja pisteytys

Liite 2. Aineiston tiedot

1 Johdanto

Tekoäly mullistaa maailmaa vauhdilla, ja terveydenhuolto on tämän murroksen eturintamassa. Teknologisen kehityksen aikakausi tarjoaa terveydenhuoltojärjestelmille maailmanlaajuisesti ainutlaatuisen mahdollisuuden kehittää toimintaansa neljän keskeisen tavoitteen saavuttamiseksi: parantaa potilaiden terveyttä, potilaskokemusta, hoitohenkilöstön työtyytyväisyyttä ja vähentää terveydenhuollon kustannuksia (Bajwa J, Munir U, Nori A & Williams B, 2021; Matheny M, Israni S, Ahmed M & Whicher D 2019). Tekoälyn käyttöönotto voi merkittävästi edistää näiden tavoitteiden saavuttamista eri terveydenhuollon sektoreilla (Ng F, Thirunavukarasu A, Cheng H, Tan T, Gutierrez L, Lan Y, Ong J, Chong Y, Ngiam K, Ho D, Wong T, Kwek K, Doshi-Velez F, Lucey C, Coffman T & Ting D 2023). Jotta tekoälyn täysi potentiaali saadaan hyödynnettyä, on tärkeää lisätä ymmärrystä sen mahdollisuuksista koko yhteiskunnassa (Lomis K & Jeffries, P & Pallata, A & Sage, M & Sheikh, J & Sheperis, C & Whealan, A 2021; Matheny M & ym. 2019).

Terveydenhuollossa tekoälyn käyttömahdollisuudet ovat moninaiset. Se voi mullistaa niin hoito- ja kuntoutuskäytänteitä, diagnostiikkaa, ennustavaa lääketiedettä, terveyspalveluiden johtamista kuin kliinistä päätöksentekoaikin (Secinaro S, Calandra D, Secinaro, A Muthurangu V, & Baincone Paolo 2021). Lisäksi tekoälyllä on valtava potentiaali terveydenhuollon henkilöstön koulutuksessa (Hamilton A, 2024). Simulaatio on ollut jo pitkään yksi keskeinen oppimismenetelmä terveydenhuollon ammattilaisten kouluttamisessa, ja sen käyttö onkin lisääntynyt huomattavasti viime vuosikymmeninä (Niemi-Murola L & Tommila M, 2022). Simulaatioharjoittelussa keskitytään muun muassa harvinaisiin hätätilanteisiin, tiimityön ja kommunikaatiotaitojen harjoitteluun sekä kliinisten taitojen kehittämiseen (Gormley G, Carr D, Myrphy P, Tallentire V & Smith S, 2023; Barmettler S, Banerji A, Chaudhary N, Saff R & Blumenthal K, 2020; Niemi-Murola L & ym. 2022).

Tekoäly voi viedä simulaatioharjoitukset uudelle tasolle. Virtuaalipotilaat ja -ohjaajat, immerssiivinen virtuaalitodellisuus, chatbotit ja yksilöllinen valmennus palautteineen ovat vain osa niistä mahdollisuuksista, joita tekoäly tarjoaa terveydenhuollon simulaatioissa (Hamilton A, 2024). Nämä teknologiat lisäävät simulaatioiden saavutettavuutta ja tekevät oppimisesta tehokkaampaa ja tarkoituksenmukaisempaa verrattuna perinteisiin simulaatioihin. Tekoäly voi tarjota osallistavaa ja yksilöllistä oppimista, monipuolista opetussisältöä sekä henkilökohtaista edistymisen seurantaa ja arviointia (Knopp M, Warm E, Weber D, Kelleher M, Kinnear B, Schumacher D, Santen S, Mendonca E & Turner L, 2023).

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena oli kartoittaa, tekoälyn hyödyntämistä terveysalan simulaatioharjoituksissa sekä huomioitavat asiat hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa. Tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa terveydenhuollon eri organisaatioiden päätöksenteosta vastaaville ja simulaatioharjoitusten suunnittelijoille. Ymmärryksen avulla voidaan kehittää terveydenhuollon simulaatioita entistä tehokkaammiksi ja vaikuttavammiksi.

2 Teoreettinen viitekehys

Tässä osiossa keskitytään opinnäytetyön keskeisiin käsitteisiin. Ensin tarkastellaan tekoälyn soveltamista terveydenhuollossa, minkä jälkeen keskitytään simulaation käyttöön terveydenhuollon kontekstissa. Simulaatio terveydenhuollossa osiossa käsitellään myös virtuaalitodellisuudessa tapahtuvaa simulointia. Kolmannessa osassa opinnäytetyön viitekehys yhdistää aiemmat kaksi teemaa, josta käytetään otsikkoa "Tekoäly simulaatiossa". Lisäksi tarkastellaan näiden aiheiden välisiä yhteyksiä ja niiden merkitystä terveydenhuollon simulaatiopohjaisissa koulutuksissa ja käytännön toiminnassa.

2.1 Tekoäly terveydenhuollossa

Nykyään terveydenhuollossa tuotetun datan määrä ja monimutkaisuus ovat kasvaneet niin merkittäviksi, että niiden hallinta ilman tekoälyn apua on vaikeaa. Esimerkkejä tällaisesta datasta ovat potilastiedot, lääketieteelliset kuvantamiset ja

kliiniset tutkimustulokset. (Dash, S & Shakyawas, S & Sharma, M & Kaushik, S 2019) Tämä on lisännyt tekoälyn merkitystä ja tarvetta, sillä se tarjoaa tehokkaita työkaluja monien erilaisten ongelmien ratkaisemisen tueksi. Tekoälyä hyödynnetäänkin jo apuna diagnoosien ja hoitosuositusten laatimisessa, potilaiden hoitoon sitouttamisessa sekä hallinnollisten tehtävien tehostamisessa. Tekoälyn käyttöala laajenee jatkuvasti eri tieteenaloilla ja teollisuuden aloilla, mikä korostaa sen keskeistä roolia nykypäivänä. (Davenport T & Kalakota R, 2019).

Tekoäly viittaa tietokoneiden kykyyn suorittaa kognitiivisia toimintoja, jotka muistuttavat ihmismielen ominaisuuksia, kuten havainnointia, päättelyä, oppimista, ympäristön kanssa vuorovaikutusta, ongelmanratkaisua ja luovuuden käyttöä. Koneoppiminen ja syvä oppiminen ovat kaksi tekoälyn ilmentymää. Koneoppiminen kattaa laajan joukon menetelmiä ja algoritmeja, jotka mahdollistavat tietokoneiden oppimisen ja tehtävien suorittamisen ilman nimenomaista ohjelmointia. Syvä oppiminen on koneoppimisen osa-alue, joka keskittyy monikerroksisten neuroverkkojen käyttöön ja automaattiseen oppimiseen suurista datamääristä. Syvä oppiminen pyrkii mallintamaan monimutkaisia ominaisuuksia käyttämällä useita abstraktiotasoa, mikä mahdollistaa monimutkaisten tehtävien suorittamisen, kuten kuvien tunnistamisen tai puheentunnistuksen, ilman nimenomaista ohjelmointia niiden suorittamiseksi. (McKinsey & Company 2023).

Tekoälyn käyttö terveydenhuollossa on osoittautumassa tulevaisuuden suunnaksi. Se muuttaa tapaa, jolla potilaat saavat laadukasta hoitoa samalla kun se helpottaa kustannuksia terveydenhuollon tarjoajille. Tämä kehitys on merkittävä askel kohti parempaa ja kestävämpää terveydenhuoltoa maailmanlaajuisesti. (Barth, S 2024.)

Tekoälyn ja terveydenhuollon sovellusmahdollisuudet ovat laajat ja pitkälle ulottuvat. Esimerkkeinä mainittakoon radiologisten kuvien tarkastelu varhaisen sairauksien havaitsemisen näkökulmasta sekä ennusteiden tekeminen sähköisistä potilastietojärjestelmistä. Sairaaloissa ja klinikoilla tekoälyn hyödyntäminen voi tehdä terveydenhuoltojärjestelmistä älykkäämpiä, nopeampia ja tehokkaampia,

mahdollistaen paremman hoidon tarjoamisen miljoonille ihmisille ympäri maailman. (Davenport T & ym. 2019; IBM 2023.)

Terveydenhuollossa tekoälyn käyttömahdollisuuksia on useilla eri lääke- ja hoitotieteen osa-alueilla, kuten hoito- ja kuntoutus käytänteissä, diagnostiikassa, ennustavassa lääketieteessä, kliinisessä päätöksenteossa ja terveystalveluiden johtamisessa. (Secinaro, S & ym. 2021)

Erityisesti sairaanhoitajille tekoäly voi tarjota lukuisia hyötyjä. Koneoppimisalgoritmeja hyödyntämällä voidaan esimerkiksi luoda ennustemalleja, jotka auttavat sairaanhoitajia tunnistamaan potilaat, jotka ovat vaarassa erilaisista fyysisistä, psyykkisistä ja sosiaalisista terveysongelmista. Esimerkiksi on havaittu, että tekoälytekniikoita käyttämällä on kehitetty ennustemalleja kaatumistietoihin, jotka tarkemmin tunnistavat vanhukset, jotka ovat alttiita kaatumisille sairaala- ja yhteisöasutuksissa. (O'connor, S, Devane, D & Rose, L 2023.)

Tulevaisuudessa näitä ennustemalleja voidaan integroida sähköiseen potilastietojärjestelmään, jotta sairaanhoitajat saavat digitaalisen ilmoituksen potilaista, jotka ovat korkean riskin kategoriassa. Tällaiset tekoälyn sovellukset tukevat kliinistä päätöksentekoa ja koulutusta, mahdollistaen sairaanhoitajille entistä yksilöllisemmän ennaltaehkäisevän hoidon tarjoamisen. (O'connor, S ym. 2023.)

Tekoälyn käyttö terveydenhuollossa on tuonut mukanaan merkittäviä muutoksia diagnoosin tekemiseen, potilaiden hoitoon ja heidän seurantaansa. (Lomis, K ym. 2019) Tämä kehittyvä teknologia parantaa terveystutkimuksia ja tuloksia mahdollistamalla tarkemmat diagnoosit ja yksilöllisemmät hoitomuodot. Tekoälyn kyky analysoida suuria määriä kliinistä dokumentaatiota auttaa terveydenhuollon ammattilaisia tunnistamaan sairauden merkkejä ja trendejä (Knopp M, ym. 2023), jotka saattaisivat muuten jäädä huomaamatta. Tämä avaa mahdollisuuksia kehittää tehokkaampia hoitomenetelmiä ja parantamaan potilaiden terveydentilaa. (IBM 2023.)

Vaikka tekoälyn käytön hyötyjä terveydenhuollon sektorilla on paljon, tulee myös ottaa huomioon riskit ja haasteet, joita tekoälyn laajemmalla käyttöön ottamisella voi olla. Potilaan tietosuojan ja yksityisyyden suojaamisen sekä tietojen läpinäkyvyyden ja luottamuksen rakentamisen vuoksi on pohdittava tarkoin, kuinka tätä teknologiaa otetaan laajemmin käyttöön terveydenhuollon sektorilla (Sharma, M & ym. 2022). Tekoälyn kehittäjien ja käyttöönottajien tuleekin arvioida tekoälytyökalujen kehittämisessä käytettyjen tietojen soveltuvuutta purkaen ja pohtien mahdollisia tietojen ennakkoluuloja. Tärkeää on myös kyseenalaistaa, voisivatko käyttöönottoympäristöt vaikuttaa haitallisesti osallisuuteen ja tasa-arvoon. Lainsäätelyviranomaisten olisikin pysyttävä joustavina, sillä viivästyneet lainsäädännölliset toimet ovat edelleen suuri haaste tekoälyn kehittäjille ja käyttöönottajille. Sääntely ja vastuu kysymykset ovatkin elintärkeässä roolissa, kun arvioidaan hyötyjä ja riskejä. (Matheny, M. ym. 2019)

Tekoälyn hyödyntäminen terveydenhuollon alalla on laajentunut merkittävästi viime vuosina, etenkin simulaatioharjoituksissa. Tekoäly ja koneoppiminen voivat parantaa oppimisprosessia ja vahvistaa kliinistä päätöksentekoa. Simulaatioteknologiat mahdollistavat realististen potilastapausten harjoittelun turvallisessa ympäristössä, jossa osallistujat voivat kehittää kriittistä ajatteluaan ja käytännön taitojaan ilman potilaaseen kohdistuvaa riskiä. Erityisesti luonnollisen kielen käsittelyä hyödyntävät tekoälymallit mahdollistavat dynaamiset potilaskohtaamiset, joissa ammattilaiset voivat harjoitella kommunikaatiota ja päätöksentekoa interaktiivisessa ympäristössä. Tekoälyn tarjoama personoitu palaute ja mukautuvat oppimisskenaariot voivat merkittävästi tehostaa ammattilaisten koulutusta ja siten vahvistaa heidän kliinistä osaamistaan. (Harder, N 2023)

2.2 Simulaatio terveydenhuollossa

Simulaatiolla tarkoitetaan harjoitusta, jossa terveydenhuollon asiantuntijat harjoittelevat ja opettelevat turvallisessa, mutta riittävän todenmukaisessa oppimisympäristössä toimintamalleja yhdessä simulaatioharjoituksen ohjaajien kanssa määriteltyjen osaamistavoitteiden mukaisesti käyttäen apuna todenmukaista po-

tilasta esittävää nukkea tai muuta vastaavaa apuvälinettä. Simulaatioharjoitukseen kuuluu ennakkotiedote (Gormley, G & ym. 2023), simulaatio ja purkukeskustelu simulaation jälkeen. (Niemi-Murjola, L & ym. 2022)

Simulaatiota suunniteltaessa ohjaajien tulee luoda skenaario ja suunnitelma, jossa on selkeä tavoite oppimiselle. Simulaation sisällön tulee olla linjassa nykyisten kliinisten käytäntöjen ja ohjeiden kanssa. Ennen simuloimista tulee pitää myös ennakkotilaisuus, jossa käsitellään pelisääntöjä ja yhteisiä tavoitteita simulaatiolle. Simulaation ohjaajat ovat mukana simuloinnin aikana ja reagoivat tilanteisiin tarpeen mukaan. Jos luotu skenaario on liian vaikea, ohjaajat voivat helpottaa tilannetta hieman, tai toisinpäin riippuen oppimistarkoituksesta. Simuloinnin jälkeen pidetään ohjaajien vetämä purkukeskustelu simulointitilanteesta ja pohditaan mitä tehtiin ja miksi, sekä mitä olisi voitu tehdä toisin. Purkukeskustelun tarkoituksena on myös pohtia vaihtoehtoisia toimintamalleja yhteisesti ohjaustiimin ja muiden simulaatioon osallistuneiden kanssa. (Gormley, G & ym. 2023; Niemi-Murjola & ym. 2022)

Pohjimmiltaan simulaatio tarjoaa oppijoille kokemukseen pohjautuvan oppimisen muodon kehitettyjen tilanteiden kautta verrattuna luonnolliseen tapaan, jossa oppiminen tapahtuu työssä todellisten potilaiden kanssa. (Gormley, G & ym. 2023) Simulaatioharjoitusten käytöllä terveydenhuollossa pyritään parantamaan potilaiden hoidonlaatua (Motola, I & Devine, L & Chung, H & Sullivan, J & Issenberg, B 2013).

Simulaatiolla on pitkä historia terveydenhuollon ammattilaisten koulutuksen parissa. Simulaatioharjoittelua on alettu käyttämään terveydenhoitoalalla opetuskeinona jo vuodesta 1950 luvulta lähtien (Carr, D & Gormley, G 2022). Kansainvälisestikin simulaatioiden yleistyvyys viimeisten vuosikymmenien aikana kasvanut hurjasti. (Motola, I & ym. 2013) Simulaatiota hyödynnetään, olipa kyseessä kliinisten taitojen kehittäminen tai ylläpitäminen. Simulaatioharjoitukset mahdollistavat kognitiivisten, psykomotoristen sekä tunnetaitojen harjoittelun turvallisessa oppimisympäristössä yksilöille että tiimeille. Simulaatio teknikat ja -koulut-

tajat rakentavat simuloitua todellisuutta, jota voidaan käyttää useisiin eri tarkoituksiin ja useissa eri ympäristöissä. Simulaatioita voidaan järjestää simulaatiokeskuksissa tai kliinisessä toimintaympäristössä. Helposti liikuteltavat simulaatiovälineistöt mahdollistavat todellisen toimintaympäristön hyödyntämisen simuloimiseen (Niemi-Murjola, L & ym. 2022). Simulaatio toimintaa voidaan järjestää myös yksilöille tai eri ammattiryhmistä koostuville tiimeille. Tiimipohjainen simulaatio toiminta usein lisää yhteishenkeä, yhteistyökykyä ja kommunikaatiota ammattiryhmien välillä. (Gormley, G & ym. 2023)

Simulaatio voi tarjota mahdollisuuden opetella riskittömässä ympäristössä sellaisia taitoja, joita ei käytetä jokapäiväisessä työssä, mutta ovat joissain tilanteissa potilaan hengenpelastamisen kannalta tärkeitä osia. (Gormley, G & ym. 2023; Barmettler S, Banerji A, Chaudhary N, Saff R, Blumenthal K 2020) Usein simulaatioharjoitukset painottuvat erilaisten hätätilanteiden harjoitteluihin (Niemi-Murjola L & ym. 2022), mutta simulaatioharjoituksissa voidaan kehittää muutakin kuin teknistä osaamista (Barmettler S & ym. 2020).

Uudet innovatiiviset tavat hyödyntää simulaatioharjoittelua esimerkiksi perusterveydenhuollossa tehostavat terveydenhuollon koulutusta ja parantavat potilaiden hoidon laatua. (Carr, D ym. 2022) Simulaatioharjoittelua voidaan hyödyntää myös uusien laitteistojen ja menetelmien käyttöönotossa. Näissä tilanteissa harjoittelusta voidaan saada apua esimerkiksi optimaalisemman välineiden sijoittelun muodossa. (Niemi-Murjola & ym. 2022)

On huomattu, että simulaatiopohjaisen koulutuksen myönteiset vaikutukset ulottuvat myös terveydenhuollon tiimeihin. Koulutuksen aikana tiimien tehokkuus kasvaa ja tiimityöskentely edistyy, mikä on ratkaisevaa haittatapahtumien vähentämisen kannalta. Simulaatioharjoitukset tarjoavat tiimeille mahdollisuuden harjoitella yhteistyötä erilaisissa tilanteissa ja oppia toimimaan tehokkaasti ja koordinoitusti. (Abildgren, L & ym. 2022)

Simulaatioharjoituksissa kommunikaatiolle on asetettu suuri painoarvo, sillä hätätilanteissa keskeistä on vuorovaikutuksen täsmällisyys. Tavallisimpia tiedonkulun esteitä ovat epävarmuus omien havainnointien oikeellisuudesta ja siitä, miten muut tiimin jäsenet ottavat vastaan puheenvuoroja. Myös tietoisuus omasta kokemattomuudesta muihin tiimin jäseniin verrattuna saatta aiheuttaa esteitä tiedonkululle. Simulaatioharjoitusten jälkipuinnissa pohditaankin yhdessä ratkaisuja ja vaihtoehtoisia ratkaisumalleja tilanteisiin. (Niemi-Murjola L & ym 2022)

Simulointi voi tapahtua samassa tilassa muiden simulaatioon osallistuvien kanssa tai vaihtoehtoisesti virtuaalitodellisuudessa. Molemmilla tavoilla on saatu samankaltaisia ja positiivisia oppimistuloksia. (Liaw, S & ym. 2023)

Virtuaalitodellisuus (VR) voidaan määritellä simuloituksi todellisuudeksi, joka koetaan erilaisten digitaalisten välineiden avulla, kuten tietokone tai VR-lasit (Jauhiainen, J 2021). Virtuaalitodellisuuden määritelmässä käyttäjän kokemukset tapahtuvat tietokoneella luodussa simuloitussa virtuaaliympäristössä, jotka voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan; näyttöpohjainen virtuaalitodellisuus, kolmiulotteinen virtuaalimaailma ja immersivinen virtuaalitodellisuus. Näistä kolmesta luokasta näyttöpohjaisen virtuaalitodellisuuden ja kolmiulotteisen virtuaalimaailman käyttö terveydenhuollossa on yleisintä (Harmon J & Pitt, V & Summons, P & Inder, K 2021). Virtuaalitodellisuus simulaatioita käytetään entistä enemmän sekä työelämälähtöisissä koulutuksissa että eri oppilaitosten koulutusohjelmissa. (Bracq, M & Michinov, E & Jannin, P 2019)

Virtuaalitodellisuudessa simulointi poistaa suuremman tilantarpeen verrattuna kliinisen ympäristön tilantarpeeseen. Virtuaalitodellisuudessa simulointi mahdollistaa eri instituutioiden osallistumisen moniammatilliseen koulutukseen. Virtuaalitodellisuudessa simuloinnissa moniammatillisesti eri instituutioiden välillä on kuitenkin edelleen haaste, sillä simulaatiossa tarvitaan ihmisen ohjaamaa avataria. Tulevaisuudessa onkin tarpeen kehittää agenteja (digitaalisia hahmoja), joita ohjaa tietokonealgoritmi, jotka korvaavat ihmisen ohjaamat avatarit. (Liaw, S & ym. 2023)

2.3 Tekoäly simulaatiossa

Simulaatiopohjaisessa oppimisessä tekoälyn käytön myötä on avautunut lukuisia uusia mahdollisuuksia. Tekoälyn integroiminen simulaatiokoulutukseen tarjoaa ainutlaatuisen mahdollisuuden kehittää oppimiskokemuksia monipuolisemmiksi ja tehokkaammiksi. Samalla se avaa oven monenlaisille tutkimuskysymyksille, jotka liittyvät niin tekoälyn tekniseen toteutukseen kuin sen pedagogisiin ja psykologisiin vaikutuksiin oppijoihin. (Rosén, Y & McLaughlin, E & Liu, R & Koedinger, K 2019.) Esimerkiksi kielitieteen alalla on käytetty niin kutsuttua älykästä opetusjärjestelmää (intelligent tutoring system), jossa virtuaaliset ihmiset käyvät vuoropuhelua oppijoiden kanssa auttaakseen heitä oppimaan uusia kieliä paremmin. Näitä virtuaalisia ihmisiä on käytetty ainakin armeijan, hallitusten, liike-elämän asiantuntijoiden ja kansalaisjärjestöjen kouluttamiseen. Terveystieteissä on myös käytetty älykästä opetusjärjestelmää erilaisissa tilanteissa muun muassa diagnoosi apuna, tehostetun sydänelvytys-koulutuksen (ACLS) – simulaatioissa, lääketieteellisessä ongelmalähtöisessä oppimisessä, patologiassa, dermatologiassa, radiologiassa ja hoitotyön opiskelussa (Randwaha G & ym 2020).

Oppimiskokemus simulaatiokoulutuksen aikana tehostuu merkittävästi, kun hyödynnetään tekoälyn avulla rakennettuja virtuaaliagentteja. Virtuaaliagenttien käyttö simulaatiopohjaisessa oppimisessä tarjoaa oppijoille mahdollisuuden saada rakentavaa ja personoitua oppimiskokemusta reaaliaikaisesti. Nämä virtuaaliagentit voivat ohjata ja helpottaa oppijoiden päätöksentekoa sekä edistää heidän reflektiotaan, mikä tekee oppimiskokemuksesta interaktiivisemmän ja yksilöllisemmän. (Dai, D & Ke, F 2022)

Tekoälyn ohjaamat virtuaaliset hahmot, kuten virtuaalipotilaat, mahdollistavat kouluttajille realististen ja muunneltavien skenaarioiden luomisen, jotka vastaavat todellisten kliinisten tilanteiden monimutkaisuutta. Nämä virtuaalipotilaat kykenevät oppimaan, sopeutumaan ja reagoimaan oppijoiden toimintaan tarjoten heille monipuolisen simulaatiopohjaisen oppimisympäristön, joka tarjoaa sekä haasteita että mahdollisuuksia kasvuun. Tällaiset tekoälyn ohjaamat simuloinnit

voivat simuloida harvinaisia tai korkean riskin tilanteita, mikä mahdollistaa terveydenhuollon ammattilaisten taitojen kehittämisen kontrolloidussa ympäristössä ennen niiden soveltamista käytännön potilastyössä. Lisäksi erilaiset tekoälypohjaiset sovellukset ja ohjelmistot simulaatiokoulutuksiin lisättyinä kykenevät analysoimaan ja arvioimaan oppijoiden toimintaa, päätöksentekoa ja ajatteluprosesseja simuloinnin aikana (Dai, D & ym. 2022), mahdollistaen yksilöllisen palautteen, ohjauksen ja oppimisen interventioiden luomisen (Harder, N 2023). Tämä tehokkaampi arviointi edistää oppimisprosessia ja johtaa parempiin oppimistuloksiin (Dai, D & ym. 2022; Hamilton A, 2024)

Vaikka on monia potentiaalisia etuja tekoälyn ja koneoppimisen integroimisesta simulaatiopohjaiseen oppimiseen, minkä tahansa tekoälyn käyttöönotto tulisi toteuttaa varoen ja harkiten. (Hamilton A 2024; Harder, N 2023) Esimerkiksi syväoppimisen yleinen kritiikki on, että sen päätöksentekoprosessi on "musta laatikko", mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että on vaikea tai jopa mahdotonta ymmärtää, miten algoritmi tekee tietyn päätöksen. Tämä on ongelmallista erityisesti koulutuskontekstissa ja terveydenhuollossa, koska avoimuus ja luottamus ovat tärkeitä onnistuneessa vuorovaikutuksessa. (Mirchi, N & Bissonnette, V & Yilmaz, R & Ledwos, N & Winkler-Schwartz, A & Del Maestro, F 2020) Ennen kuin tekoälytyökaluja otetaan käyttöön terveydenhuollon simulaatioissa, on tärkeää huomioida seuraavat seikat: eettisyys ja potilaiden yksityisyyden turvaaminen, simulaation ohjaajan roolin uudelleen määrittely, vinoumien mahdollisuus simulaatioissa sekä läpinäkyvyys päätöksentekoprosesseissa, mukaan lukien datan lähteet ja algoritmit (Jung, S 2023).

Simulaatiokoulutusten kehittäminen vaatii huomattavan määrän aikaa ja resursseja. On tosin jo tutkittu, miten ChatGPT:tä voisi hyödyntää simulaatiokoulutusten kehittämisessä. ChatGPT pystyy luomaan laajoja ja kattavia simulaatioskenaarioita nopeasti ja vaivattomasti, mutta niiden sisältöön sokeasti luottamisesta varoitellaan. (Vaughn, J & ym. 2024)

3 Tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa, tekoälyn hyödyntämistä terveysalan simulaatioharjoituksissa sekä huomioitavat asiat hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa.

Tavoitteena oli tuottaa uutta tietoa terveydenhuollon eri organisaatioiden päätöksenteosta vastaaville ja simulaatioharjoitusten suunnittelijoille. Tiedon avulla voidaan kehittää terveydenhuollon simulaatioita entistä tehokkaammiksi ja vaikuttavammiksi.

Tutkimuskysymykset:

1. Millä tavoin tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioharjoituksissa?
2. Minkälaisia asioita tulee huomioida hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa?

4 Tutkimusmenetelmä

Tämä opinnäytetyö toteutettiin scoping-katsauksena, jossa pyrittiin kartoittamaan tutkimuksen kohdetta kirjallisuuden avulla laajasti ja luomaan yleiskuva aihealueesta. Scoping-katsaus antaa selkeän kuvan saatavilla olevan tiedon määrästä sekä tarjoavat joko yleiskuvauksen tai yksityiskohtaisemman näkymän aihealueen painopisteistä. (Munn, Z & Peters, M & Stern, C & Tufanaru, C & McArthur, A & Aromataris, E 2018) Kartoittava katsaus on yhä suosittu menetelmä tarkastella tutkimusnäyttöä terveydenhuollossa. Kartoittavaa katsausta määritellään usein prosessiksi, jossa tiivistetään laaja kattaus todisteita tutkimusalueen moninaisuuden ja syvyyden kuvaamiseksi. Kartoittavaan katsaukseen ei yleensä kuulu mukaan otettujen tutkimusten arviointi, joka eroaa systemaattisen katsauksen menetelmästä. (Levac D, Colquhoun, H & O'Brien, K 2010) Poiketen scoping-katsauksen yleisestä menetelmästä, tähän opinnäytetyöhön valittujen tutkimusten laatu on arvioitu JBI arviointityökaluja hyödyntäen.

Tässä scoping-katsauksessa hyödynnettiin Arkseyn ja O'Malleyyn kehittämää kuusiportaista metodologista kehystä, johon kuuluu; (1) tutkimuskysymyksen määrittäminen, (2) tutkimusten etsiminen, (3) tutkimusten valinta, (4) tiedon jäsentäminen, (5) tulosten kasaaminen, tiivistäminen ja raportointi. Valinnaisena kuudentena (6) vaiheena on sidosryhmien konsultointi (Arksey, H & O'Malley, L 2005; Levac D & ym. 2010), joka jätettiin tästä opinnäytetyöstä pois.

4.1 Tutkimuskysymyksen määrittäminen

Ensimmäinen ja keskeinen vaihe on tutkimuskysymyksen tarkentaminen. Scoping-katsauksen kysymykset ovat usein laaja-alaisia, sillä tavoitteena on kartoittaa tutkimusalueen kokonaiskuvaa. Tutkimuskysymyksen määrittelyssä on tärkeää tarkentaa keskeiset käsitteet, kohdejoukko ja mahdolliset tarkastelun kohteet. Liian laaja määritelmä voi tuottaa hallitsemattoman määrän aineistoa, mutta liian kapea rajaus voi jättää tärkeää tietoa huomiotta. Kysymyksen täytyy olla riittävän avoin, jotta se ohjaa tehokasta tiedonhakuja. (Arksey, H & O'Malley, L 2005) Opinnäytetyön tutkimuskysymysten määrittämisessä hyödynnettiin PICO-menetelmää, jossa P tarkoittaa potilasryhmää, I mielenkiinnon kohdetta ja Co kontekstia. Tutkimuskysymyksen määrittelyssä myös opinnäytetyön ohjaajaan ymmärrystä on hyödynnetty. PICO-menetelmä kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. PICO-menetelmä

PICO-menetelmä		
P=Potilasryhmä	I=mielenkiinnon kohde	Co = Konteksti
Simulaatioharjoitus (kouluttajat / kehittäjät)	Tekoäly terveysalan simulaatioissa	Terveysala

4.2 Relevantin aineiston tunnistaminen

Toinen vaihe keskittyy aineiston mahdollisimman kattavaan kartoitukseen. Tiedonhakustrategiassa hyödynnetään laajasti erilaisia lähteitä, kuten sähköisiä tietokantoja, viitelistauksia ja julkaisemattoman materiaalin (harmaa kirjallisuus) etsimistä organisaatioilta tai asiantuntijaverkostoilta. Hakustrategiaa voi tarvittaessa tarkentaa prosessin aikana, mikä tekee tästä vaiheesta iteratiivisen. On tärkeää dokumentoida hakujen yksityiskohdat, kuten käytetyt tietokannat, hakutermit ja aikarajaukset, jotta prosessi on toistettavissa. (Arksey, H & O'Malley, L 2005)

Tiedonhakustrategia aloitettiin tekemällä alustavia hakuja, joissa hyödynnettiin taulukon 2 kuvaamia hakusanoja. Näiden hakusanojen määrittelyssä käytettiin apuna PICO-menetelmää, joka auttoi tunnistamaan opinnäytetyön kannalta keskeiset ja relevantit hakusanat. Opinnäytetyöhön valitut tietokannat perustuvat terveydenhuollon alan keskeisimpiin tietokantoihin. Alustavia hakuja suoritettiin eri tietokannoissa, kuten Cinahl, PubMed, ProQuest Central ja Medic. Hakutuloksista löydettiin uusia, samankaltaisia avainsanoja, jotka rikastuttivat tiedonhakua ja mahdollistivat tarkemman aineiston kartoituksen.

Taulukko 2. Alustavat hakusanat

Alustavat hakusanat			
Suomeksi	Simulaatio Simulointi	Tekoäly Koneoppiminen syväoppiminen	Terveysala Terveystenhoito Sairaala Terveyspalvelut
Englanniksi	Simulation Simulation training Simulation practice simulation education	artificial intelligence Ai a.i. Machine learning Deep learning Neural network Robotics	Healthcare Health care Hospital Health service Health facility Medical care

4.3 Aineiston valinta

Kolmannessa vaiheessa tunnistettu aineisto arvioidaan ja valitaan mukaan tarkemmin määriteltyjen sisäänotto- ja poissulkukriteeristöjen pohjalta. Toisin kuin systemaattisessa katsauksessa, kriteerit voivat tarkentua aineistoon perehtymisen myötä. Käytännössä kaksi tutkijaa arvioi aineiston soveltuvuuden ensin tiivistelmien avulla ja sitten kokotekstien pohjalta. Mahdolliset erimielisyydet voidaan ratkaista kolmannen arvioijan avulla. Tässä vaiheessa pyritään varmistamaan, että lopullinen aineisto vastaa tutkimuskysymykseen ja tarjoaa kokonaiskuvan tutkimusalueesta. (Arksey, H & O'Malley, L 2005) Tähän opinnäytetyöhön valittu aineisto arvioitiin yhden opinnäytetyön tekijän voimin menetelmän ohjeistuksesta poiketen.

Hakustrategian osaksi kuuluu myös vahvasti sisäänotto- ja poissulkukriteerien muodostaminen. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit määrittelevät relevantin aineiston päättymisen tutkimukseen. (Niela-Vilén, H 2016) Opinnäytetyön aineistonhauksessa ja valinnassa käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Käsittelee tekoälyä, koneoppimista, syväoppimista tai algoritmeja terveydenhuollon simulaatioissa	Ei käsittele tekoälyä, koneoppimista, syväoppimista tai algoritmeja terveydenhuollon simulaatioissa
Julkaisuvuosi 2019-2024	Julkaisuvuosi aiemmin kuin 2019
Kieli suomi tai englanti	Kieli muu kuin suomi tai englanti
Käsittelee terveydenhuollon ammattilaisten simulaatioita	Ei käsittele terveydenhuollon ammattilaisten simulaatioita

Sisäänotto ja poissulkukriteerien muodostamisen jälkeen aloitettiin aineiston haku. Aineiston haku toteutettiin useaan eri tietokantaan 20.3-10.4.2024. Tietokantoina käytettiin kansainvälisiä PubMed, Cinahl, ProQuest Central tietokantoja

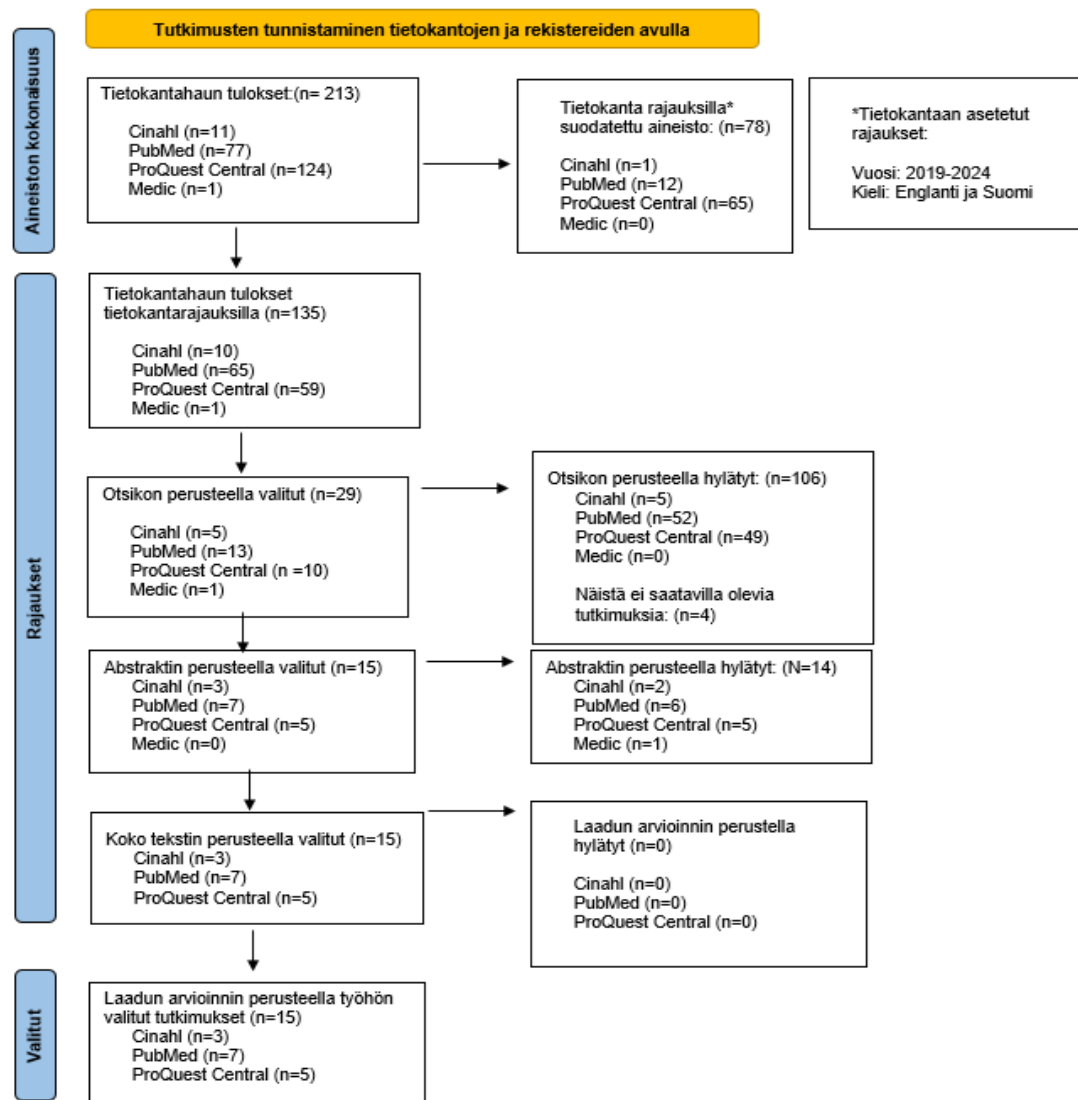
sekä suomalaista Medic tietokantaa. Tietokannat itsessään eroavat toisistaan, joten hakulausekkeitä muokattiin sopimaan yksilöllisesti eri tietokantoihin. (Johansson, L & Lehtiö, I 2016). Muodostettuja hakulausekkeitä on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Hakulausekkeet

PubMed	((("Simulation training" OR "simulation education" OR "Simulation learning") AND ("Artificial intelligence")) AND (Healthcare OR "Health care" OR "Health facility" OR Hospital))
Cinahl	(simulation training OR simulation education OR simulation learning) AND (healthcare OR health care OR hospital OR health services OR health facilities) AND (artificial intelligence OR ai OR a.i. OR machine learning OR deep learning)
ProQuest Central	abstract(simulation-based training OR Simulation education OR Simulation training) AND abstract(Artificial Intelligence OR AI) AND abstract(Healthcare OR Health care OR Hospital OR Health service OR Health facilities)
Medic	Tekoäly* OR koneopp* OR syväopp* AND Terveystieteidenhoi* OR Sairaala* OR Terveyspalvel* AND Simulaatio* OR harjoittel*

Hakutulokset kuvatuilla hakulausekkeilla (taulukko 4) eri tietokantoihin tuottivat yhteensä 213 tulosta. Näistä yleisillä kieli ja julkaisuvuosi tietokantarajauksilla poistettiin 78 tutkimusta. Kieli ja vuosi rajaukset kuuluivat opinnäytetyön pois-sulku ja sisäänotto kriteereihin. Tutkimusten otsikoita luettiin 135, joiden perusteella hylättiin 106 tutkimusta. Neljä tutkimusta tästä 106 tutkimuksesta ei ollut saatavilla ilmaiseksi, jonka vuoksi myös ne hylättiin. Tutkimusten abstrakteja luettiin 29, joista 14 seulottiin ulos. Koko tekstin perusteella käytiin läpi 15 tutkimus ja tietolähdettä, joista kaikki päätyivät laadunarvioinnin kautta opinnäytetyön aineistoksi. Lopulta neljään tietokantaan toteutettu haku tuotti opinnäytetyöhön valittuja tuloksia vain kolmesta tietokannasta (Cinahl 3, PubMed 7 ja ProQuest Central 5). Suomalainen Medic-tietokanta ei tuottanut opinnäytetyöhön päätyviä tuloksia.

Kuviossa 1 on esitelty Prisma-flowkaavio, josta näkyy aineiston haku ja valinta. Prisma-flowkaaviosta näkyy myös, miten tiedonhakuprotokolla eteni vaiheittain.



Kuvio 1. Prisma-flowkaavio

4.4 Aineiston laadunarviointi

Laadunarviointi kirjallisuuskatsauksissa tarkoittaa menetelmää, jolla arvioidaan aineistojen metodista laatua ennen niiden sisällyttämistä katsaukseen, mikä takaa, että katsauksen johtopäätökset perustuvat luotettavaan ja pätevään näyttöön. Lisäksi arviointiprosessi auttaa tunnistamaan mahdolliset metodologiset

puutteet ja systemaattiset harhat tutkimusaineistossa, mikä puolestaan lisää tulosten läpinäkyvyyttä ja toistettavuutta. (Grant, M & Booth, A 2009) Aineiston arvioinnissa otetaan huomioon tiedon kattavuus, tulosten edustavuus ja niiden merkityksellisyys tutkimusongelman kannalta. Kaikki katsaukseen valitut tutkimukset arvioidaan luotettavuuden ja tutkimusasetelman kokonaisuuden perusteella. Arvioinnit pohjautuvat valittuun aineistoon ja menetelmään. Vaikka kaikkien katsausmenetelmien ei tarvitse edellyttää tutkimusten laadun arviointia, sitä kuitenkin suositellaan, koska se parantaa tutkimuksen luotettavuutta. Aineiston arvioimiseksi voidaan käyttää erilaisia tarkistuslistoja tai kriteereitä, jotka auttavat lisäämään tutkimuksen luotettavuutta. (Stolt, M & Axelin, A & Suhonen, R 2016)

Opinnäytetyöhön päätyneet aineisto arvioitiin Joanna Briggs Instituutin tarkastuslistoja käyttäen. Kokonaisuudessaan aineistossa oli useita erilaisia käytettyjä tutkimusmenetelmiä; kvasikokeellinen tutkimus (n=6), satunnaistettu kontrolloitu tutkimus (n=3), järjestelmällinen katsaus (n=1) ja asiantuntijoiden näkemys (n=5). Laadunarvioinnissa käytettiin seuraavanlaisia JBI kriteeristön arviointilomakkeita; Mieli- ja asiantuntijan näkemys, kvasikokeellinen tutkimus, järjestelmällinen katsaus, satunnaistettu kontrolloitu tutkimus ja diagnostisen testin tarkkuustutkimus. Arviointilomakkeissa on vaihteleva määrä arviointikriteerejä, joiden toteutumisista arvioidaan asteikolla: 'kyllä' (K), 'ei' (E), 'epäselvä' (?) ja 'ei sovellettavissa' (NA). Aineiston hyväksymisestä opinnäytetyöhön laadunarvioinnin jälkeen määriteltiin vähintään 50 prosentin minimipisteraja.

Kaikki mieli- ja asiantuntijan näkemys- lomakkeella arvioitu aineisto sai täydet pisteet (6/6), Kvasikokeelliselle tutkimukselle luodulla lomakkeella arvioitu aineisto sai pisteitä 9/9 ja 8/9. Yksi järjestelmällinen katsaus arvioitiin ja kokonaispisteet oli 9/11. Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus- lomakkeella arvioitu aineisto sai pisteitä 10–13/13. Diagnostisen testin tarkkuustutkimus-lomakkeella arvioitu aineisto sai pisteitä 6/10 ja 9/10.

Tiedot käytetyistä tarkastuslistoista ja laadunarvioinnin pisteytyksistä voi tarkemmin nähdä liitteestä 1. Taulukossa 5 esitetään aineiston perustietoja ja niiden saamat pisteet laadunarvioinnissa.

Taulukko 5. Aineiston perustietoja ja laadunarvioinnin pisteetykset

Lähde	Kirjoittaja, Julkaisumaa, Vuosi	Otsikko	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä	Keskeiset tulokset	JBI Kriteeristön arviointilomake ja laadunarviointi
1	Nicole Harder. Kanada, 2023	Advancing Healthcare Simulation Through Artificial Intelligence and Machine Learning: Exploring Innovations	Artikkelin tarkoituksena on tutkia, kuinka tekoälyä ja koneoppimista voidaan hyödyntää terveydenhuollon simulaatioissa innovaatioiden edistämiseksi	Artikkelissa ei ole kuvattu käytettyä tutkimusmenetelmää. Viittauksia lähdekirjallisuuteen löytyy.	miten tekoäly ja koneoppiminen voivat parantaa simulaatioiden tehokkuutta ja koulutuksen laatua terveydenhuollossa	Mielipide- ja asiantuntijan näkemys. 6p/6
3	Jacqueline Vaughn, Shannon H. Ford, Melissa Scott, Carolyn Jones & Allison Lewinski. Yhdysvallat, 2024	Enhancing Healthcare Education: Leveraging ChatGPT for Innovative Simulation Scenarios	Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voiko ChatGPT luoda tarkkoja ja realistisia simulaatioskenaarioita tehokkaasti ja näin tukea opettajia terveydenhuollon koulutuksessa.	ChatGPT:tä käytettiin luomaan viisi terveydenhuollon simulaatioskenaariota. 18 vertaisarvioijaa arvioi skenaariot 25-kohtaisen Likert-asteikollisen kyselyn avulla, johon sisältyi myös laadullisen palautteen antomahdollisuus.	Skenaariot vaihtelivat realistisuuden suhteen potilasprofiilien, sairaushistorian, nykyisen tilan ja skenaarion kulun osalta. Kaikissa skenaarioissa havaittiin puuttuvaa mutta tarkkaa tietoa. Arvioijat antoivat pääosin positiivista palautetta ja olivat yllättyneitä skenaarioiden kattavuudesta.	Kvasikokeellinen tutkimuslomake. 8p/9
4	Allan Hamilton. Yhdysvallat, 2024	Artificial Intelligence and Healthcare Simulation: The Shifting Landscape of Medical Education	Tarkastella tekoälyn, erityisesti syväoppimisen ja koneoppimisen, vaikutusta terveydenhuollon simulaatioihin ja lääketieteelliseen koulutukseen	Kirjallisuuskatsaus, joka analysoi tekoälyn nykyisiä ja tulevia sovelluksia terveydenhuollon simulaatioissa sekä niiden vaikutusta lääketieteelliseen koulutukseen.	Tekoälyllä on merkittävä potentiaali parantaa lääketieteellistä koulutusta tarjoamalla realistisempia ja tehokkaampia simulaatioita. Tekoälyn integrointi voi johtaa parempaan diagnostiikkaan, päätöksentekoon ja potilasturvallisuuteen. Kuitenkin tekoälyn käyttöönotto edellyttää huolellista suunnittelua ja koulutusta sen tehokkaan hyödyntämisen varmistamiseksi	Mielipide- ja asiantuntijan näkemys. 6p/6
5	Julien Grosjean, Frank Dufour, Arriel Benis, Jean-Marie Januel, Pascal Staccini & Stéfan Jacques Darmoni. Ranska, 2024	Digital Health Education for the Future: The SaNuRN (Santé Numérique Rouen-Nice) Consortium's Journey	Kuvata ja arvioida SaNuRN (Santé Numérique Rouen-Nice) -konsortion viisivuotista hanketta, jonka tavoitteena on optimoida digitaalisen terveyskasvatuksen tarjontaa lääketieteen ja hoitotyön opiskelijoille, ammattilaisille ja hallintohenkilöstölle	Artikkeli esittelee konsortion matkaa ja saavutuksia digitaalisen terveyskasvatuksen kehittämisessä, mutta tarkempia tietoja käytetyistä tutkimusmenetelmistä ei ole saatavilla	SaNuRN-hanke on edistänyt digitaalisen terveyskasvatuksen optimointia ja laajentanut terveyteen liittyvää koulutusyhteisöä, erityisesti ranskankielisillä alueilla, mutta myös muilla kielillä	Mielipide- ja asiantuntijan näkemys. 6p/6

Taulukko jatkuu seuraavalle sivulle

6	Diana Atkinson. Yhdysvallat, 2023	Generative Artificial Intelligence-based Treatment Planning in Patient Consultation and Support, in Digital Health Interventions, and in Medical Practice and Education	Tutkia, kuinka generatiiviset tekoälyteknologiat, erityisesti ChatGPT, voivat parantaa lääketieteellistä koulutusta integroimalla realistisia terveydenhuollon simulaatioita ja tarjoamalla henkilökohtaista palautetta digitaalisille potilaille	Kirjallisuuskatsaus, jossa keräsi aiempia tutkimustuloksia, jotka osoittavat ChatGPT:n kyvyn hallita monimutkaista lääketieteellistä ja kliinistä tietoa diagnoosissa, hoitosuunnittelussa ja potilastulosten seurannassa.	ChatGPT voi olla keskeinen työkalu terveydenhuollon palveluissa, lääketieteellisessä koulutuksessa ja kliinisessä päätelyssä erityisesti ennaltaehkäisevien toimenpiteiden ja hoitovaihtoehtojen osalta .Generatiiviset tekoälyalgoritmit voivat hyödyntää visuaalista tietoa korkeantason päätöksenteossa ja tuottaa johdonmukaisia tuloksia kliinisissä sovelluksissa.	Järjestelmällisen katsaus. 9p/11
7	Nada Lukkanahatai & Gyumin Han. Yhdysvallat, 2024	Perspectives on Artificial Intelligence in Nursing in Asia	Tarkastella tekoälyn roolia ja vaikutuksia hoitotyössä Aasiassa. Artikkelissa analysoidaan tekoälyn kehittymistä ja sen sovelluksia terveydenhuollossa, erityisesti hoitotyön koulutuksessa ja potilashoidon parantamisessa.	Narratiivinen katsaus joka tarjoaa asiantuntijoiden näkemyksiä ja tulkintoja nykyisestä tekoälyn tilasta hoitotyössä Aasiassa.	Tekoäly tarjoaa uusia mahdollisuuksia potilashoidossa ja hoitotulosten parantamisessa. Useita esimerkkejä tekoälyä hyödyntävistä sovelluksista, joita on otettu käyttöön (chatbot, virtuaaliset avustajat, tiedonlouhinta ja automaattiset riskinarviointijärjestelmät.	Mielipide- ja asiantuntijan näkemys. 6p/6
8	Nobuyasu Komazawa & Masanao Yokohira. Yhdysvallat, 2023	Simulation-Based Education in the Artificial Intelligence Era	Artikkelin tavoitteena on tarkastella simulaatiopohjaisen lääketieteellisen koulutuksen haasteita ja tulevaisuuden suuntauksia tekoälyn aikakaudella.	Kyseessä on narratiivinen katsaus, joka perustuu olemassa olevan kirjallisuuden ja asiantuntijanäkemyksen analyysiin	simulaatiopohjaisen lääketieteellisen koulutuksen (SBME) uskottavuus ja menetelmät voivat monimutkaistua tekoälyn myötä, mutta oppijat säilyvät keskeisessä roolissa. SBME ja kliininen koulutus ovat toisiaan täydentäviä, ja niiden välinen palauteyhteys on tärkeää, erityisesti eitekniisten taitojen kehittämisessä .Kestävän SBME:n kehittäminen kliinisellä alalla tekoälyn aikakaudella edellyttää jatkuvaa parantamista akateemisen yhteisön, kouluttajien ja oppijoiden yhteistyönä	Mielipide- ja asiantuntijan näkemys. 6p/6

Taulukko jatkuu seuraavalle sivulle

9	Ali M. Fazlollahi, Recai Yilmaz, Alexander Winkler-Schwartz, Nykan Mirchi, Nicole Ledwos, Mohamad Bakhaider, Ahmad Alsayegh & Rolando F. Del Maestro. Yhdysvallat, 2023	AI in Surgical Curriculum Design and Unintended Outcomes for Technical Competencies in Simulation Training	Tutkia tekoälyn (AI) käyttöä kirurgisten koulutusohjelmien suunnittelussa ja sen odottamattomia vaikutuksia opiskelijoiden taitoihin simulaatiokoulutuksessa. Eryityisesti pyrittiin selvittämään, miten AI:n hyödyntäminen opetussuunnitelman suunnittelussa vaikuttaa oppijoiden osaamiseen ja oppimistuloksiin.	Kohorttitutkimus, jossa verrattiin AI:n avulla suunniteltua kirurgista simulaatiokoulutusta perinteiseen koulutusohjelmaan. Tutkimukseen osallistui lääketieteen opiskelijoita, jotka jaettiin kahteen ryhmään: AI-suunniteltu koulutusryhmä ja perinteinen koulutusryhmä. Interventio: AI-suunniteltu ryhmä sai opetussuunnitelman, jonka AI oli mukauttanut yksilöllisten tarpeiden ja suoritusten perusteella. Arviointimenetelmät: Osallistujien teknisiä taitoja arvioitiin simuloituissa kirurgisissa tehtävissä käyttämällä objektiivisia mittareita ennen ja jälkeen koulutusjakson.	AI-suunniteltu koulutus johti joillakin opiskelijoilla parantuneisiin teknisiin taitoihin ja oppimistuloksiin. Joissakin tapauksissa AI-suunnittelu aiheutti odottamattomia oppimistuloksia, kuten heikentymistä tai epätasapainoa osaamisessa. AI:n käyttö kirurgisten koulutusohjelmien suunnittelussa voi tuottaa sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia oppijoiden teknisiin taitoihin.	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. 9p/13
10	Siddiqui Asad, Zhao Zhoujie, Pan Chuer, Dudzicz Frank & Everett Tobias. Yhdysvallat, 2023	Deep Learning Model for Automated Trainee Assessment During HighFidelity Simulation	Kehittää ja arvioida syväoppimiseen perustuvaa mallia, joka automatisoi harjoittelijoiden arvioinnin simulaatiokoulutuksissa. Tarkoituksena oli parantaa koulutuksen tehokkuutta ja objektiivisuutta arvioinneissa.	Tutkimusmenetelmänä käytettiin kokeellista asetelmaa, jossa testattiin syväoppimiseen perustuvaa algoritmia arvioimaan simulaatioharjoittelijoiden suorituskykyä. Algoritmi koulutettiin ja validoitiin simulaatiodatan perusteella, ja sen tarkkuutta verrattiin ihmisten antamiin arvioihin. Analyysissä hyödynnettiin koneoppimismenetelmiä ja tulosten arviointiin käytettiin tilastollisia mittareita.	Syväoppimiseen perustuva malli pystyi arvioimaan harjoittelijoiden suorituksia luotettavasti ja tehokkaasti. Malli osoitti vahvan korrelaation ihmisten suorittamiin arvioihin, mikä osoittaa sen potentiaalin lisätä arviointien objektiivisuutta ja skaalautuvuutta. Tulokset tukevat tekoälyn perustuvien työkalujen käyttöä lääketieteellisen koulutuksen arvioinneissa ja simulaatiokoulutuksissa.	Arviointikriteerit diagnostisen testin tarkkuustutkimukselle. 6p/10
11	Ali M. Fazlollahi, Mohamad Bakhaider, Ahmad Alsayegh, Recai Yilmaz, Alexander Winkler-Schwartz, Nykan Mirchi, Ian Langleben, Nicole Ledwos, Abdulrahman J. Sabbagh, Khalid Bajunaid, Jason M. Harley & Rolando F. Del Maestro. Yhdysvallat, 2022	Effect of Artificial Intelligence Tutoring vs Expert Instruction on Learning Simulated Surgical Skills Among Medical Students: A Randomized Clinical Trial	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla tekoälypohjaisen opetuksen ja asiantuntijaohjauksen vaikutuksia lääketieteen opiskelijoiden oppimiseen simuloituissa kirurgisissa taidoissa	Kyseessä oli satunnaistettu kliininen tutkimus, jossa lääketieteen opiskelijat jaettiin kahteen ryhmään: toinen ryhmä sai opetusta tekoälypohjaisen järjestelmän avulla, kun taas toinen ryhmä sai perinteistä asiantuntijaohjausta. Opiskelijoiden suorituksia arvioitiin simuloituissa kirurgisissa tehtävissä.	Tutkimuksessa havaittiin, että tekoälypohjainen opetus oli yhtä tehokasta kuin asiantuntijaohjaus simuloitujen kirurgisten taitojen oppimisessa. Tekoälyohjauksen saaneet opiskelijat suoriutuivat yhtä hyvin kuin perinteistä ohjausta saaneet opiskelijat, mikä viittaa siihen, että tekoäly voi toimia tehokkaana opetustyökaluna kirurgisten taitojen koulutuksessa	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. 13p/13

Taulukko jatkuu seuraavalle sivulle

12	Recai Yilmaz, Mohamad Bakhaider, Ahmad Alsayegh, Nour Abou Hamdan, Ali M. Fazlollahi, Trisha Tee, Ian Langleben, Alexander Winkler-Schwartz, Denis Laroche, Carlo Santaguida & Rolando F. Del Maestro. Yhdysvallat, 2024	Real-Time multifaceted artificial intelligence vs In-Person instruction in teaching surgical technical skills: a randomized controlled trial	Tavoitteena oli vertailla reaaliaikaisen, monipuolisen tekoälypohjaisen palautteen ja perinteisen asiantuntijaohjauksen tehokkuutta kirurgisten teknisten taitojen opettamisessa lääketieteen opiskelijoille.	Kyseessä oli satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, johon osallistui 97 lääketieteen opiskelijaa. Osallistujat jaettiin satunnaisesti kolmeen ryhmään, 1 (Reaaliaikainen tekoälypalaute, 2 Asiantuntijaohjaus ja 3 kontrolliryhmä, joka ei saanut reaaliaikaista palautetta)	Reaaliaikainen tekoälypalaute johti merkittävästi parempiin suorituksiin verrattuna sekä ei-reaaliaikaiseen palautteeseen että asiantuntijaohjaukseen.	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. 13p/13
13	Nykan Mirchi, Vincent Bissonnette, Recai Yilmaz, Nicole Ledwos, Alexander Winkler-Schwartz & Rolando F. Del Maestro. Yhdysvallat, 2020	The Virtual Operative Assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine	kehittää ja validoida Virtual Operative Assistant (VOA), selitettävään tekoälyn perustuva työkalu, joka tarjoaa automaattista palautetta kirurgisten taitojen simulaatiokoulutuksessa.	Menetelmän käytettiin kvantitatiivista kokeellista tutkimusmenetelmää. Osallistujia oli yhteensä 50 ja he olivat tasoisia lääketieteen asiantuntijoita ja opiskelijoita. Tutkimuksessa testattiin ja validoitiin tekoälyn perustuva järjestelmä kirurgisten taitojen koulutuksessa käyttäen tilastollisia menetelmiä ja objektiivisia suoritusmittareita.	Tulokset osoittavat, että tekoälyn ja virtuaaliodellisuussimulaation integrointi voi merkittävästi parantaa kirurgista koulutusta tarjoamalla objektiivista ja automatisoitua palautetta.	arvointikriteerit diagnostisen testin tarkkuustutkimukselle. 9p/10
14	Salman Yousuf Guraya. Iso-Britannia, 2024	Transforming simulation in healthcare to enhance interprofessional collaboration leveraging big data analytics and artificial intelligence	tarkastella, kuinka terveydenhuollon simulaatioiden yhdistäminen suurten tietoaaineistojen analytiikkaan ja tekoälyn voi parantaa eri ammattiryhmien välistä yhteistyötä	Kyseessä on narratiivinen katsaus, joka yhdistää olemassa olevaa kirjallisuutta ja asiantuntijanäkemyksiä aiheesta.	Tekoäly mahdollistaa mukautuvia oppimiskokemuksia analysoimalla oppijoiden suorituksia reaaliajassa ja tarjoamalla henkilökohtaista palautetta, mikä edistää taitojen kehittämistä ja päätöksentekoa.	Mielipide- ja asiantuntijan näkemys. 10p/12
15	Peter Zoltan Bogar, Mark Virag, Matyas Bene, Peter Hardi, Andras Matuz, Adam Tibor Schlegl, Luca Toth, Ferenc Molnar, Balint Nagy, Szilard Rendeki, Krisztina Berner-Juhos, Andrea Ferencz, Krisztina Fischer & Peter Maroti. Iso-Britannia, 2024	Validation of a novel, low-fidelity virtual reality simulator and an artificial intelligence assessment approach for peg transfer laparoscopic training	arvioida uuden, matalan tarkkuuden virtuaaliodellisuussimulaattorin ja tekoälypohjaisen arviointimenetelmän tehokkuutta laparoskopiaharjoittelussa, erityisesti peg transfer -tehtävässä	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, johon osallistui 60 lääketieteen opiskelijaa. Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään: yksi ryhmä harjoitteli virtuaaliodellisuussimulaattorilla ja toinen perinteisellä laatikkosimulaattorilla.	Molemmat ryhmät osoittivat taitojen kehittymistä ilman merkittävää eroa ryhmien välillä, mikä viittaa siihen, että virtuaaliodellisuussimulaattori on yhtä tehokas kuin perinteinen laatikkosimulaattori.	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. 10p/13

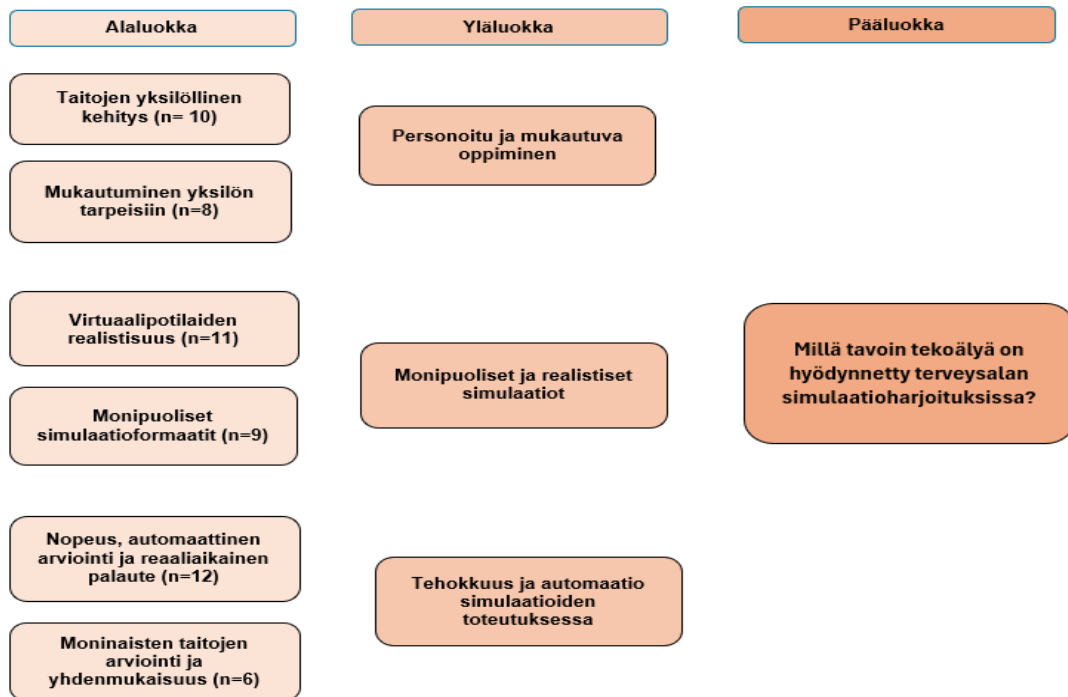
4.5 Aineiston analyysi

Kun lopullinen aineisto on valittu, neljännessä vaiheessa kerätään tietoa systemaattisesti käyttäen esimerkiksi tietojenkeruulomaketta tai tietokantaohjelmaa, kuten Exceliä. Jäsennettävä aineisto sisältää usein tutkimuksen perustiedot (kir-

joittaja, vuosi, sijainti), interventiot, menetelmät ja keskeiset tulokset. Opinnäytetyöhön valitun aineiston tiedot löytyvät liitteestä 2. Tätä vaihetta kutsutaan “chartingiksi”, ja se muistuttaa systemaattisten katsausten tiedonkeruuta, mutta voi olla joustavampaa. Tarvittaessa lomaketta voidaan päivittää iteratiivisesti prosessin aikana, jos huomataan uusia oleellisia muuttujia. (Arksey, H & O’Malley, L 2005; Peters ym. 2020)

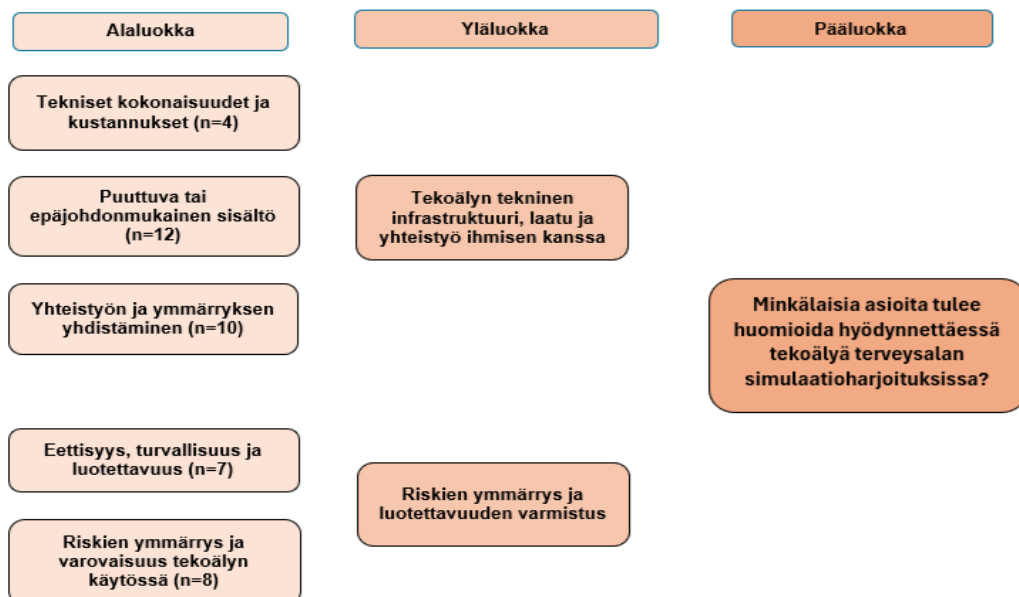
Opinnäytetyöhön päätynyt aineisto analysoitiin induktiivisen sisällönanalyysin perusteella, joka soveltuu hyvin uusien ilmiöiden tutkimiseen. Induktiivisessa sisällönanalyysissä lähestymistapa on aineistolähtöinen. Analyysin ensimmäisessä vaiheessa valittiin aineisto, joka vastaa tutkimuskysymyksiin. Tässä vaiheessa myös aineisto luettiin useita kertoja, jotta keskeinen sisältö ja teemat tulevat tutuksi. Toisessa vaiheessa aineisto pelkistettiin alkuperäisilmauksiin Excel työkalua hyödyntäen. Aineiston pelkistämisen alkuperäisilmauksia ei yksinkertaistettu vaan alkuperäiset tekstiosuudet säilytettiin, jotka kolmannessa vaiheessa luokiteltiin. Luokittelussa käytettiin hyödyksi Excel-työkalun värikoodaamista. Koodauksen tarkoitus oli luokitella samansisältöisiä alkuperäisilmauksia yhteen alaluokkien muodostamisessa. Samansisältöiset alkuperäisilmaukset ryhmiteltiin alaluokiksi, jotka nimettiin mahdollisimman tarkasti niiden sisällön perusteella. Alaluokkien pohjalta muodostettiin laajempi kokonaiskuva, joka jäsennettiin yläluokiksi. Yläluokat nimettiin siten, että ne kuvastavat alaluokkien sisältöä. Näin yläluokat vastaavat tutkimuskysymyksiin, joita tässä tarkastelussa pidetään pääluokkina. Luokitteluprosessia voidaan jatkaa niin kauan kuin se palvelee tutkimuskysymyksiä ja tutkimuksen tarkoitusta. (Elo, S & Kajula, O & Tohmola, A 2019) Opinnäytetyön molempien tutkimuskysymysten luokittelu kuvataan kuvioissa 2 ja 3. Alaluokkien perään on molemmissa taulukoissa merkitty alkuperäisilmauksien määrä ($n=x$) merkillä, jossa x kuvaa kunkin alaluokan alkuperäisilmauksien määrää.

Kuviossa 2 esitetään ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyvä luokitteluprosessi. Alkuperäisiä ilmauksia oli yhteensä 56 kappaletta, jotka jaettiin kuuteen alaluokkaan. Nämä alaluokat puolestaan muodostivat kolme yläluokkaa.



Kuvio 2. Tutkimuskysymys 1- Millä tavoin tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioharjoituksissa?

Kuviossa 3 esitetään toisen tutkimuskysymyksen luokitteluprosessi. Kokonaisuudessaan alkuperäisilmauksia oli 41, jotka jaettiin viiteen alaluokkaan ja näistä muodostettiin kaksi yläluokkaa.



Kuvio 3. Tutkimuskysymys 2 – Minkälaisia asioita tulee huomioida hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa?

5 Tulokset

Tässä osiossa esitellään opinnäytetyön tulokset tutkimuskysymyksittäin. Ensimmäisessä alaluvussa tarkastellaan ensimmäistä tutkimuskysymystä: tavat, joilla tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioharjoituksissa. Toisessa alaluvussa käsitellään toista tutkimuskysymystä: huomioitavat asiat hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa. Näitä tutkimuskysymyksiä käytetään tulosten jäsentämisessä pääluokkina, joiden avulla esitellään opinnäytetyön löydökset.

5.1 Millä tavoin tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioharjoituksissa

Pääluokka, millä tavoin tekoälyä on hyödynnetty terveysalan simulaatioharjoituksissa, jakautuu kolmeen yläluokkaan: 1. personoitu ja mukautuva oppiminen, 2. monipuoliset ja realistiset simulaatiot ja 3. tehokkuus ja automaatio simulaatioiden toteutuksessa.

5.1.1 Personoitu ja mukautuva oppiminen

Tämä yläluokka jakautui kahdeksi alaluokaksi, jotka ovat: taitojen yksilöllinen kehitys ja mukautuminen yksilön tarpeisiin. Taitojen yksilöllinen kehitys alaluokkaan lukeutuu yhteensä kymmenen alkuperäisilmausta. Mukautuminen yksilön tarpeisiin sisältää kahdeksan alkuperäisilmausta. Nämä alaluokat kuvataan seuraavissa kappaleissa.

Taitojen yksilöllinen kehitys

Tekoäly on mullistamassa oppimisympäristöjä tarjoamalla yksilöllisiä ja mukautuvia ratkaisuja, jotka vastaavat oppijoiden moninaisiin tarpeisiin. Tekoäly mah-

dollistaa yksilöllisen ja mukautuvan oppimisen sekä tarjoaa paremmat mahdollisuudet mukauttaa tehtäväharjoittelua opetussuunnitelman tarpeiden ja oppijan kokemuksen mukaisesti (Hamilton, A 2024). Tulevaisuuden lääketieteelliset simulaatiot hyödyntävät tekoälyä luodakseen hyperpersoonallisia oppimiskokemuksia, jotka mukautuvat oppijan suoritustasoon, oppimistyyliin ja urapainotukseen reaaliajassa (Hamilton, A 2024). Tekoälyyn perustuvan palautteen on myös todettu parantavan teknisiä taitoja simulaatiopohjaisessa koulutuksessa (Fazlollahi, A & Yilmaz, R & ym 2023).

Lisäksi järjestelmät voivat tarjota yksilöllistä palautetta oppijan toiminnan perusteella, tavoitteenaan taitojen oppimisen tehostaminen (Fazlollahi, A & Bakhaidar, M & ym 2022). Tekoälyalgoritmit tunnistavat oppijoiden vahvuuksia ja heikkouksia sekä tarjoavat ohjausta kehityskohteiden osalta, mukauttaen samalla simulaatiotilanteita tarpeiden mukaan (Harder, N 2023). Personoitu lähestymistapa optimoi oppimiskokemuksen, varmistaen, että jokainen oppija saavuttaa tarvittavat pätevyudet omaan tahtiinsa (Harder, N 2023).

Tekoälypohjaiset chatbotit, kuten ChatGPT, voivat stimuloida oppijan uteliaisuutta ja tukea itsenäistä oppimista, parantaen tiedon ymmärrystä ja muistamista (Benfatah, M & ym 2024). Ne voivat myös jäljitellä kasvokkain tapahtuvaa potilaskontaktia, tarjoten terveydenhuollon ammattilaisille arvokkaita oppimismahdollisuuksia (Benfatah M & ym 2024). Lisäksi algoritmit voivat analysoida harjoituksia, tunnistaa niissä olevia puutteita ja mitata suorituksen kestoa (Bogar, P & ym 2024).

Mukautuminen yksilön tarpeisiin

Tekoälyn ja koneoppimisen integroiminen hoitotyön simulaatioihin tuo vallankumouksellisen lähestymistavan, joka parantaa personoitua oppimista, tukee kriittistä ajattelua ja varustaa tulevat sairaanhoitajat tarvittavilla taidoilla menestyäkseen rooleissaan (Harder, N 2023). Virtuaaliset potilaat, jotka reagoivat dynaamisesti hoitotoimenpiteisiin ja tarjoavat realistista palautetta, nostavat simulaatioiden realistisuuden ja vuorovaikutuksen tasoa (Hamilton, A 2024).

Tekoälyalgoritmit tunnistavat oppijoiden vahvuuksia ja heikkouksia, tarjoavat ohjausta kehityskohteisiin ja mukauttavat simulaatioskenaarioita vastaamaan yksilön tarpeita (Harder, N 2023). Lisäksi tekoäly ja luonnollisen kielen käsittely tukevat mukautuvien oppimiskokemusten tarjoamista, mikä vahvistaa simulaatioiden vaikutusta entisestään (Guraya, S 2024). ChatGPT ja vastaavat työkalut tarjoavat arvokasta ohjausta, kuten aseptiikan ja suojarusteiden käytön korostamista, mikä lisää oppimisen tarkkuutta ja sovellettavuutta käytännön tilanteisiin (Vaughn, J 2024).

Tekoälyn transformatiivinen vaikutus hoitotyön koulutukseen on merkittävä, ja sen käyttö oppimisen personoinnissa ja mukautuvien lähestymistapojen tukemisessa luo entistä monipuolisempia simulaatiotyökaluja (Lukkahatai, N & Guymin, H 2024).

5.1.2 Monipuoliset ja realistiset simulaatiot

Tähän yläluokkaan lukeutuu kaksi alaluokkaa; virtuaalipotilaiden realismisuus ja monipuoliset simulaatioformaattit. Virtuaalipotilaiden realismisuus alaluokkaan kuuluu yksitoista alkuperäisilmausta ja monipuoliset simulaatioformaattit alaluokkaan sisältyy yhdeksän alkuperäisilmausta.

Virtuaalipotilaiden realismisuus

Virtuaalipotilaat mahdollistavat erittäin realistiset ja mukautuvat oppimiskokemukset, jotka jäljittelevät aitoja kliinisiä kohtaamisia (Harder, N 2023). Tekoälyllä luodut potilaat pystyvät reagoimaan dynaamisesti hoitotoimenpiteisiin, tarjoten oppijoille välitöntä ja realistista palautetta, mikä lisää simulaatioiden uskottavuutta ja vuorovaikutteisuuutta (Hamilton, A 2024). Lisäksi tekoälypohjaiset potilassimulaattorit voivat esittää fysiologisesti tarkkoja reaktioita, kuten sykettä, verenpainetta, hengityskaavoja ja ilmeitä, mikä auttaa oppijoita harjoittelemaan päätöksentekoa realistisissa tilanteissa (Guraya, S 2024).

Nämä potilaat eivät vain reagoi oppijoiden toimiin, vaan myös oppivat ja mukautuvat, tarjoten monipuolisen koulutuskokemuksen, joka haastaa ja edistää kasvua (Harder, N 2024). Virtuaaliset kliiniset simulaatiot, kuten SaNuRN-ohjelma, hyödyntävät tekoälyä ja luonnollisen kielen käsittelyä mallintaakseen kliinisiä tilanteita, joita voidaan käyttää kaikkien terveydenhuollon ammattilaisten koulutukseen (Grosjean, J & ym 2024).

ChatGPT ja vastaavat kielimallit voivat simuloida autenttisia potilaskohtaamisia, tarjoten terveydenhuollon ammattilaisille monipuolisen ja mukaansatempaavan oppimisympäristön (Benfatah, M & ym 2024). Generatiivinen tekoäly tukee terveydenhuollon palveluita parantamalla lääketieteellistä koulutusta immersiiivisillä ja kontekstuaalisesti merkityksellisillä simulaatioilla (Atkinson, D 2023). Myös tekoälyn ja virtuaalitodellisuuden yhdistäminen voi parantaa peruskirurgisen koulutuksen, kuten laparoskopian, tehokkuutta (Bogar, P & ym. 2024).

Edistyneet tekoälymallit, kuten ChatGPT, joiden vasteet muistuttavat ihmisten vuorovaikutusta, tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia lääketieteellisessä koulutuksessa. Näiden työkalujen avulla voidaan kehittää realistisia simulaatioympäristöjä, joissa oppijat voivat harjoitella monimutkaisia potilaskohtaamisia ja saada arvokasta palautetta päätöksistään (Benfatah, M & ym. 2024).

Monipuoliset simulaatioformaattit

Tekoälyä hyödyntävä simulaatio voidaan toteuttaa monessa eri muodossa, kuten virtuaalipotilaiden, virtuaalisten ohjaajien, opetuspelien ja niin kutsuttujen älykkäiden opetusjärjestelmien avulla (Hamilton, A 2024). Virtuaalipotilaiden ja tietokoneella luotujen simulaatioiden käyttö on keskeistä todellisten hoitotyön tilanteiden jäljittelemisessä (Benfatah, M & ym 2024). Esimerkiksi SaNuRN-ohjelma tarjoaa keskusteluun perustuvan virtuaalisen kliinisen simulaattorin, joka yhdistää tekoälytekniikat ja luonnollisen kielen käsittelyn kliinisten tilanteiden mallintamiseen terveydenhuollon ammattilaisten koulutuksessa (Grosjean, J & ym 2024).

Tekoäly mahdollistaa lähes loputtoman määrän tapauskkenaarioita ja potilaita, joilla on erityisiä tavoitteita ja arviointikriteereitä, mikä laajentaa opetusmahdollisuuksia huomattavasti (Hamilton, A 2024). Lisäksi tekoälypohjaiset simulaatiot voivat tarjota oppijoille suuria määriä tietoa samanaikaisesti ja auttaa visualisoimaan korkeatasoista päätöksentekoa kliinisissä sovelluksissa (Komasawa, N & Yokohira, M 2024; Atkinson, D 2023).

Tekoälyllä luodut simulaatiot voivat myös mallintaa harvinaisia tai korkean riskin tapauksia, mahdollistaen terveydenhuollon ammattilaisten taitojen hiomisen turvallisessa ympäristössä ennen niiden soveltamista potilastyöhön (Harder, N 2023). SaNuRN-projekti (Ranskan Rouenin ja Nizzan yliopistojen hanke), joka kehittää digitaalisen terveydenhuollon koulutusta. Se toimii myös jatkuvan innovoinnin alustana, johon sisältyy telelääketieteen koulutus sekä virtuaaliset ja vuorovaikutteiset ammatilliset harjoitukset (Grosjean, J & ym 2024).

5.1.3 Tehokkuus ja automaatio simulaatioiden toteutuksessa

Tässä kappaleessa kuvataan kaksi alaluokkaa, Ensimmäinen alaluokka on: nopeus, automaattinen arviointi ja reaaliaikainen palaute, johon lukeutuu kaksitoista alkuperäisilmausta. Toinen alaluokka on: moninaisten taitojen arviointi ja yhdenmukaisuus, joka sisältää kuusi alkuperäisilmausta.

Nopeus, automaattinen arviointi ja reaaliaikainen palaute

Tekoälyä on käytetty arvioimaan kirurgista suorituskyykyä ja antamaan oppijoille palautetta, mikä on osoittautunut tehokkaaksi menetelmäksi teknisten taitojen parantamisessa simulaatiopohjaisessa koulutuksessa (Fazlollahi, A & Yilmaz, R & ym 2023). Syväoppimistekniikoiden avulla on kehitetty automaattisia arviointimalleja anestesiologian opiskelijoiden suoritusten mittaamiseen kriittisissä simuloituissa tilanteissa (Asad, S & ym 2023).

Virtual Operative Assistant (VOA) on tekoälypohjainen ohjausjärjestelmä, joka tarjoaa reaaliaikaista palautetta kirurgisten simulaatioharjoitusten aikana. VOA

hyödyntää koneoppimisalgoritmeja suorituskymittareiden arviointiin ja ohjaa oppijoita toimenpiteiden aikana vaihe vaiheelta (Fazlollahi, A & Bakhaidar, M & ym 2022). Myös Intelligent Continuous Expertise Monitoring System (ICEMS) -järjestelmä tarjoaa monipuolisen tekoälyratkaisun, joka käyttää koneoppimista arvioimaan teknisiä suorituskymittareita ja antaa välitöntä korjaavaa palautetta oppijoille (Yilmaz, R & ym 2024).

ChatGPT voi hallita monimutkaista lääketieteellistä ja kliinistä tietoa, mukaan lukien diagnoosit, hoitosuunnitelmat ja potilaiden tulosten seuranta, tarjoten yksilöityä palautetta digitaalisiin simulaatioihin (Atkinson, D 2023). Videotallenteita simulaatioharjoituksista on käytetty arvioimaan oppijoiden suorituksia ennalta määriteltyjen teknisten ja ei-teknisten taitokriteerien perusteella (Asad, S & ym 2023). Lisäksi VOA toimii automatisoituna koulutusalueena, joka antaa reaaliaikaista palautetta ja arviointeja oppijoille (Mirchi, N & ym 2020).

ChatGPT on myös osoittautunut erittäin nopeaksi simulaatioskenaarioiden luonnissa: se voi tuottaa viisi simulaatioskenaariota alle 15 sekunnissa, mukaan lukien otsikot ja realistiset tavoitteet, jotka ovat aiheeseen liittyviä (Vaughn, J & ym 2024). Kahden vaiheen palautejärjestelmällä osallistujat voivat saada välittömän visuaalisen esityksen suorituskyvystään suhteessa asiantuntijatasoon asetettuihin vertailuarvoihin (Mirchi, N & ym 2020).

Moninaisten taitojen arviointi ja yhdenmukaisuus

Tekoälyjärjestelmät ovat osoittaneet merkittävää kykyä arvioida moninaisia taitoja tarkasti ja yhdenmukaisesti. Virtual Operative Assistant (VOA) onnistui luokittelemaan kokeneet ja aloittelevat osallistujat neljän mittarin perusteella, saavuttaen tarkkuuden, spesifisyyden ja sensitiivisyyden arvoilla 92 %, 82 % ja 100 % (Mirchi, N & ym 2020). Tekoälyyn perustuva arviointi osoitti 95 %:n yhtenevyyden manuaalisen arvioinnin kanssa, mikä vahvistaa sen luotettavuutta (Bogar, P & ym 2024). Lisäksi tekoälypohjainen arviointi tuotti samankaltaisia tuloksia manuaalisen arvioinnin kanssa ja pystyi merkittävästi lyhentämään arviointiaikaa (Bogar, P & ym 2024).

Tekoälyä hyödyntävät järjestelmät integroivat dataa useista sensoreista, jotta voidaan seurata instrumenttien käsittelyä, liikkeiden tehokkuutta ja toimenpiteiden tarkkuutta (Yilmaz, R & ym 2024). Tekoälyllä on myös ollut merkittävä rooli moniammatillisen koulutuksen ja johtamistaitojen arvioinnissa, erityisesti kuvantamiseen perustuvilla lääketieteen aloilla, kuten radiologia, ultraääni ja patologia (Hamilton, A 2024). Simulaatiopohjaiset tekoäly-, virtuaalitodellisuus- ja lisätyn todellisuuden työkalut tarjoavat uusia mahdollisuuksia laadun parantamiseen, tutkimukseen ja innovaatioon sekä tiimityön kehittämiseen (Guraya, S 2024).

5.2 Minkälaisia asioita tulee huomioida hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa

Toinen pääluokka, minkälaisia asioita tulee huomioida hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa, jakautuu kahteen yläluokkaan: 1. Tekoälyn tekninen infrastruktuuri, laatu ja yhteistyö ihmisen kanssa ja 2. Riskien ymmärrys ja luotettavuuden varmistus.

5.2.1 Tekoälyn tekninen infrastruktuuri, laatu ja yhteistyö ihmisen kanssa

Tähän yläluokkaan sisältyy seuraavat alaluokat: Tekniset kokonaisuudet ja kustannukset, puuttuva tai epäjohdonmukainen sisältö ja yhteistyö ja ymmärryksen yhdistäminen. Tekniset kokonaisuudet ja kustannukset sisältää neljä alkuperäisilmausta, puuttuva tai epäjohdonmukainen sisältö pitää sisällään kaksitoista alkuperäisilmausta ja yhteistyön ja ymmärryksen yhdistäminen kymmenen alkuperäisilmausta.

Tekniset kokonaisuudet ja kustannukset

Uuden teknologian, kuten tekoälyn ja koneoppimisen, käyttöönotto simulaatioissa voi kohdata teknisiä haasteita. Tekoälyratkaisujen toteuttaminen vaatii teknistä osaamista, infrastruktuuria sekä investointeja ohjelmistoihin ja laitteistoihin,

mikä voi olla kustannusrasite oppilaitoksille (Harder, N 2023). Jotta tekoälyalgoritmien tehokkuus säilyisi, niiden jatkuva valvonta ja päivittäminen on välttämätöntä (Fazlollahi, A & Bakhaidar, M & ym. 2022).

Tekoälyjärjestelmien integrointi olemassa oleviin koulutusohjelmiin vaatii huolellista suunnittelua, jotta ne saadaan sovitettua yhteen opetuksellisten tavoitteiden kanssa (Fazlollahi, A & Bakhaidar, M 2022; Yilmaz, R & ym 2024)

Puuttuva tai epä johdonmukainen sisältö

Tekoälyyn perustuvissa simulaatioissa on havaittu puutteita ja epä johdonmukaisuuksia. Esimerkiksi ChatGPT:n tuottamissa skenaarioissa yleisin ongelma oli tärkeän tiedon puuttuminen, mikä vaikeutti skenaarioiden suunnittelua ja toteutusta (Vaughn, J & ym 2024). Lisäksi ChatGPT:n skenaarioiden rakenne ja tiedon syvyys vaihtelivat, mikä teki tuotoksista epä johdonmukaisia (Vaughn, J & ym 2024). Vaikka sairaanhoito-opiskelijoiden interventiot olivat oikeita, ne olivat usein yleisluonteisia ja epätarkkoja (Vaughn, J & ym 2024).

ChatGPT saattaa myös ajoittain tuottaa epärealistisia tai epäasiallisia vastauksia, mikä voi haitata simulaation laatua (Benfatah, M & ym 2024). Vaikka tekoälytyökaluilla on monia positiivisia ominaisuuksia, niissä on myös pieniä puutteita, jotka voivat vaikuttaa oppimiskokemukseen (Vaughn, J & ym 2024). Tekoälyn luotettavuus ja validiteetti riippuvat merkittävästi sen koulutusaineiston laadusta ja monimuotoisuudesta (Asad, S & ym 2023).

Tekoälypohjaisen palautteen luotettavuus on varmistettava, jotta vältetään virheellisten tekniikoiden vahvistaminen (Yilmaz, R & ym 2024). Lisäksi on huomioitava, että ChatGPT:n tietopohja on rajoittunut syyskuuhun 2021 asti, mikä saattaa johtaa vanhentuneiden käytäntöjen tai ohjeiden raportointiin (Vaughn, J & ym 2024). Tekoälypohjainen palaute voi myös johtaa tahattomiin oppimistuloksiin tai taitojen kehittymiseen, jotka eivät vastaa kliinistä käytäntöä (Fazlollahi, A & Yilmaz, R & ym 2023).

Vaikka tekoäly soveltuu monimutkaisten prosessien ennustamiseen, kuten sydänkohtausten ennakkointiin EKG:n avulla, sen ennusteet eivät aina ole varmoja. Tämän vuoksi terveydenhuollon ammattilaisten on varauduttava ehkäisemään ja korjaamaan mahdollisia virheitä nopeasti (Komasawa, N & ym 2023).

Yhteistyö ja ymmärryksen yhdistäminen

Ihmisen valvonta on olennaista, jotta koulutukselliset tavoitteet voidaan saavuttaa ja oppimisprosessit pysyvät suunnitelmallisina. Tämä korostuu erityisesti tilanteissa, joissa tekoälymallien arvioinneissa havaitaan virheitä, jotka voivat vaarantaa tulosten luotettavuuden. (Fazlollahi, A & Yilmaz, R 2023; Asad, S & ym 2023) Tekoälyn tuottaman palautteen tarkkuus on varmistettava, jotta väärin menetelmien vahvistuminen vältetään. (Fazlollahi, A & Bakhaidar, M & ym 2022)

Tekoäly ei voi korvata opettajaa, mikä edellyttää yhteistyötä tekoälyasiantuntijoiden, opettajien ja terveydenhuollon ammattilaisten kesken. Tämä yhteistyö on tarpeen, jotta tekoälyn ja koneoppimisen ratkaisut voidaan toteuttaa realistisesti ja käytännössä toimivasti. (Harder, N 2023) Lisäksi tekoälyn tuottamien tulosten arviointiin tarvitaan asiantuntijoiden panosta ja harkintaa. (Vaughn, J & ym 2024)

Hoitotyön arvojen ja tekoälyinnovaatioiden yhteensovittaminen voi edistää terveydenhuollon tulevaisuutta. Tämä yhteistyö voi mahdollistaa lupaavia kehitysuuntia erityisesti Aasiassa. (Lukkahatai, N & ym 2024) Faktantarkistuksella ja sisällön asiantuntija-arvioinnilla on tärkeä rooli tekoälyn soveltamisessa koulutukseen sen kehitysvaiheissa. (Vaughn, J & ym 2024)

Osaamisen luokittelun, objektiivisen palautteen ja ohjaajien asiantuntemuksen yhdistäminen voi tukea uusien oppimistyökalujen kehittämistä. Nämä komponentit voidaan yhdistää yhtenäiseksi koulutusparadigmaksi, joka edistää oppimista ja osaamisen kehittymistä. (Mirchi, N & ym 2020) Teknologian ja ihmisen valvonnan välinen tasapaino on keskeinen, jotta tekoälyn ja koneoppimisen hyödyt voidaan toteuttaa eettisesti ja vastuullisesti. (Harder, N 2023)

Vaikka tekoälysovellusten on osoitettu ennustavan sydämen kriisitiloja elektrokardiografian avulla, ennusteet eivät ole aina luotettavia. Lääkäreiden on valmistauduttava virheiden estämiseen ja nopeaan reagointiin. (Komasawa, N & ym 2023)

5.2.2 Riskien ymmärrys ja luotettavuuden varmistus

Tähän yläluokkaan kuuluu kaksi alaluokkaa, jotka ovat: eettisyys, turvallisuus ja luotettavuus ja riskien ymmärrys ja varovaisuus tekoälyn käytössä. Eettisyys, turvallisuus ja luotettavuus -alaluokka sisältää seitsemän alkuperäisilmausta. Riskien ymmärrys ja varovaisuus tekoälyn käytössä- alaluokkaan kuuluu yhteensä kahdeksan alkuperäisilmausta.

Eettisyys, turvallisuus ja luotettavuus

Eettisten kysymysten huomioiminen on välttämätöntä, erityisesti tietosuojaan liittyen, kuten oppijoiden videoitujen harjoitusten tallenteiden yksityisyyden suojaamisessa (Asad, S & ym 2023). Tekoälyn nopeasta kehityksestä huolimatta tietosuoja, eettiset näkökohdat ja mahdollinen liiallinen riippuvuus tekoälypohjaisista työkaluista edellyttävät varovaisuutta erityisesti kliinisissä ympäristöissä (Lukkahatai, N & ym 2024).

Samalla tulee tarkastella tekoälyn riskejä kriittisesti, sillä aiemmat viivästyneet ja heikot vastaukset sosiaalisen median aiheuttamiin vaaratilanteisiin herättävät kysymyksiä siitä, pystyykö yhteiskunta varautumaan ajoissa tarvittaviin suojaustoimiin terveydenhuollon ammattilaisten, opiskelijoiden ja potilaiden turvallisuuden takaamiseksi (Hamilton, A 2024). Tekoälyn käyttöön liittyy myös kritiikkiä, kuten läpinäkyvyyden puute algoritmien päätöksenteossa (Mirchi, N & ym 2020).

Vaikka tekoälyllä voi olla hyötyjä lääketieteellisessä koulutuksessa, tutkimustensa mahdollisuuksista, kuten realististen simulaatioiden kehittämisessä, on tehty vain rajallisesti (Atkinson, D 2023). Lisäksi aiemmin on ollut vaikeaa suunnitella tekoälypohjaisia skenaarioita, jotka huomioivat kulttuurisen monimuotoisuuden,

empatian ja keskinäisen kunnioituksen mittareita (Hamilton, A 2024). Simulaatiopohjaisen lääketieteellisen koulutuksen integrointi opetussuunnitelmiin edellyttää esteiden, kuten ammattiryhmien välisen eriytymisen ja stereotyyppien, ylittämistä (Guraya, S 2024).

Riskien ymmärrys ja varovaisuus tekoälyn käytössä

Tekoälyn soveltamisessa hoitotyön koulutukseen on ratkaisevaa tunnistaa ennakkoasenteisiin liittyvät ongelmat ja kehittää parhaat käytännöt sen turvalliseen ja tehokkaaseen käyttöön (Benfatah, M & ym 2024). Uuden teknologian mukana seuraavat aina myös siihen liittyvät tuntemattomat riskit (Komasawa, N & ym 2023). Teknologian varovainen käyttöönotto kliinisessä koulutuksessa on tärkeää, jotta potilaslähtöisen lääketieteellisen koulutuksen merkitys säilyy (Guraya, S 2024).

Tekoälyyn liittyvät ongelmat, kuten ennakkoasenteet, virhetulkinnat ja esiin tulevien ominaisuuksien epävarmuus, voivat heikentää terveydenhuollon ammattilaisten luottamusta sen käyttöön diagnostiikassa (Hamilton, A 2024). Lisäksi huolenaiheita on tekoälyalgoritmien luotettavuudessa ja eettisissä vaikutuksissa diagnostiikkaan ja hoitopäätöksiin, mikä korostaa varovaisen soveltamisen ja jatkuvan validoinnin tarvetta (Atkinson, D 2023).

Joillekin opettajille ja opiskelijoille tekoälyn ja koneoppimisen omaksuminen voi olla haastavaa, sillä ne saattavat tuntua vierailta tai monimutkaisilta (Harder, N 2023). Liiallinen riippuvuus tekoälypohjaisesta palautteesta voi myös vähentää opiskelijoiden kriittisen ajattelun kehittymistä (Asad, S & ym 2023). Tekoälyn käyttö diagnooseissa ja mahdollisissa hoidoissa voi johtaa lääkäreiden ajattelutaitojen heikkenemiseen, mikä tekee kriittisten ajattelutaitojen säilyttämisestä entistä tärkeämpää (Komasawa, N & ym 2023).

6 Pohdinta

6.1 Tulosten tarkastelu

Tekoäly on mullistamassa terveysalan simulaatioharjoituksia tarjoamalla monipuolisia työkaluja simulaatioiden kehittämiseksi ja parantamiseksi. Näitä ovat opinnäytetyön tuloksissa esitetyt keskeisimmät päähavainnot: personoitu ja mukautuva oppiminen, realistiset simulaatiot sekä tehokkuus ja automaatio simulaatioiden toteutuksessa. Opinnäytetyön tulokset osoittavat, että tekoälyn käyttö terveydenhuollon simulaatioharjoituksissa mahdollistaa yksilöllisen palautteen, parantaa teknisten taitojen kehittämistä ja optimoi oppimiskokemuksia. Aiemmat tutkimukset tukevat tätä havaintoa. Tekoälyä ja edistyksellistä data-analytiikkaa on hyödynnetty parantamaan terveydenhuollon ammattilaisten päätöksentekokykyä tarjoamalla reaaliaikaista ja yksilöllistä palautetta (Davenport, T & Kalakota, R 2019). Tekoälypohjaisen koulutuksen todettiin parantavan myös käytännön taitoja ja tarjoavan personoituja oppimiskokemuksia (Nagi, F & Salih, R & Aizubaidi, M & Shah, H & Alam, T & Shah, Z & Househ, M 2023).

Myös simulaatioiden monipuolistuminen ja realistisuus ovat keskeisiä kehitysuuntia, joiden avulla voidaan lisätä oppijoiden kriittistä ajattelua ja parantaa kliinisiä valmiuksia. Tätä opinnäytetyön tulosta tukee tutkimus, jossa realistiset ja toistettavat harjoitukset parantavat oppimista ja tukevat turvallista kliinistä päätöksentekoa (McGaghie, W & Issenberg, S & Petrusa, E & Scalese, R 2010). Opinnäytetyön tuloksia simulaatioiden monipuolisuudesta ja realistisuudesta tukee myös toinen tutkimus, jossa syväoppimismenetelmää hyödyntämällä pystyttiin saavuttamaan asiantuntijataso tuloksia lääketieteellisessä diagnostiikassa. Tutkimuksessa todettiin myös, että tekoälyn avulla voidaan luoda erittäin tarkkoja ja realistisia simulaatioympäristöjä, joissa oppijat saavat reaaliaikaista ja toimintaan pohjautuvaa palautetta (Esteva, A & Kuprel, B & Novoa, R & Ko, J & Swetter, S & Blau, H & Thrun, S 2017).

Opinnäytetyön tuloksissa todettiin, että tekoälyn käyttö virtuaalipotilaana ja ohjaajana voi merkittävästi auttaa oppimisessa. Tulokset ovat linjassa aiempien tutkimusten kanssa, sillä vuonna 2025 julkaistussa tutkimuksessa esiteltiin Agent Hospital- simulaatioalusta, jossa autonomiset virtuaaliagentit (tekoälylääkärit) oppivat jatkuvasti moninaisia taitoja simuloimalla sairaalan toimintaa. Simulaatiossa tapahtuvat potilaskohtaamiset ja hoitotilanteet jatkuvasti kehittivät agenteja, jotka simulaation jälkeen saavuttivat diagnosointitarkkuuden tason, johon edes kaikki lääkärit eivät pysty. (Li, J & Lai, Y & Li, W & Ren, J & Zhang, M & Kang, X & Wang, S & Li, P & Zhang, Y & Ma, W & Liu, Y 2025) Myös toisessa tutkimuksessa virtuaaliagenttien käyttö opetusavustajina ja ohjaajina korosti kykyä tarjota ohjausta, palautetta ja motivoida oppijoita (Dai, D & Ke, F 2022).

Opinnäytetyössä tunnistettiin keskeisiä asioita, jotka ovat tärkeitä ottaa huomioon hyödynnettäessä tekoälyä terveysalan simulaatioharjoituksissa. Merkittävimmät tulokset liittyivät tekniseen infrastruktuuriin, laatuun, ihmisen ja tekoälyn yhteistyöhön sekä riskien ymmärtämiseen ja luotettavuuden varmistamiseen.

Opinnäytetyön tuloksia tukevassa tutkimuksessa korostettiin, että tekoälyn onnistunut integrointi edellyttää huomattavia investointeja infrastruktuuriin sekä jatkuvaa järjestelmien seuranta ja päivittämistä. Lisäksi ihmisen ja koneen välisen yhteistyön sujuvuus on keskeinen tekijä tekoälyn tehokkaassa hyödyntämisessä. (Moradi, M & Dass, M 2022; Amisha & Malik, P & Pathania, M & Rathaus, V 2019)

Näitä tuloksia tukee myös vuonna 2022 julkaistu Sitran (Suomen itsenäisyyden juhlarahasto, joka toimii riippumattomana tutkimus- ja kehittämisorganisaationa) selvitys, jossa kerrotaan, että tekoälyn käyttöönotto edellyttää merkittäviä investointeja infrastruktuuriin sekä jatkuvaa valvontaa järjestelmien toimivuuden varmistamiseksi. Lisäksi painotetaan, että perus- ja ihmisoikeudet sekä muut lainsäädännölliset vaatimukset, kuten tietosuoja, ovat keskeisiä tekijöitä tekoälyn käytössä julkisella sektorilla. Selvityksessä myös todetaan, että tekoälyn hyödyntäminen voi parantaa päätöksenteon laatua ja vähentää inhimillisten virheiden

mahdollisuutta, mutta samalla on tärkeää arvioida huolellisesti tekoälyn tuottamaa tietoa ja tunnistaa mahdolliset harhat sekä virheellisen tiedon riskit. (Paasikivi, O & Tuohino, J & Mansnerus, J & Lång, J 2022)

Tekoälyjärjestelmien kriittinen käyttö ja niiden tuottaman tiedon huolellinen arviointi ovat keskeisiä riskienhallinnan näkökulmasta. Koska tekoäly toimii dynaamisessa ympäristössä ja voi käyttäytyä odottamattomasti, sen päätösten tarkkuus ja luotettavuus on varmistettava jatkuvasti. Erityisesti oppimiskykyiset algoritmit voivat tehdä virheellisiä ennusteita, joten niiden toimintaa on seurattava ja tarvittaessa korjattava. (Euroopan komissio, 2019)

Lisäksi tekoälyjärjestelmien mahdolliset harhat ja virheelliset vastaukset voivat vaikuttaa oppimisprosessiin, esimerkiksi vahvistamalla syrjiviä tai muuten epäluotettavia lopputuloksia. Algoritmien käyttämät tietoaaineistot voivat sisältää vääristymiä, jotka heijastuvat järjestelmän päätöksiin. Tämän vuoksi tekoälyn tuottamien tulosten tulee olla jäljitettävissä ja selitettävissä, jotta niiden oikeellisuus voidaan varmistaa ja mahdolliset virheet tunnistaa. (Euroopan komissio 2019) Myös WHO:n julkaisussa vuodelta 2021 tunnistetaan samat keskeiset havainnot siitä, että tekoälyjärjestelmien kehittämisessä ja käytössä tulee asettaa etiikka ja ihmisoikeudet keskiöön, jotta varmistetaan niiden turvallisuus ja luotettavuus. Lisäksi raportti tunnistaa mahdolliset eettiset haasteet ja riskit, kuten algoritmien harhat ja virheelliset vastaukset, jotka voivat vaikuttaa oppimisprosesseihin ja johtaa syrjiviin tai epäluotettaviin lopputuloksiin (World Health Organization 2021)

6.2 Eettisyys

Tämän opinnäytetyön toteutuksessa on kiinnitetty erityistä huomiota eettisiin periaatteisiin ja hyvien tieteellisten käytäntöjen noudattamiseen kaikissa työn vaiheissa, aina suunnittelusta raportointiin (TENK, 2023). Tutkimuksen keskeisinä periaatteina ovat olleet luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto. Työssä on pyritty varmistamaan tutkimusprosessin avoimuus sekä tiedeyhteisön hyväksymien toimintatapojen noudattaminen (Arene, 2018).

Hyvät tieteelliset menettelytavat perustuvat tutkimusetiikan eurooppalaiseen ohjeistukseen ja kattavat laajasti tieteellisen toiminnan eri osa-alueet. Myös yhteistyö eri asiantuntijoiden kanssa sekä tutkimustulosten avoin ja rehellinen raportointi ovat olleet keskeisiä osa-alueita (Arene, 2018).

Tämä opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, eikä tutkimusmenetelmän vuoksi ole tarvittu erillistä tutkimuslupaa. Opinnäytetyön prosessin aikana ei myöskään kerätty henkilötietoja, joten tietojen säilyttämisestä ei ole ollut tarpeen laatia erillistä suunnitelmaa. Kirjallisuuskatsaukseen valitun aineiston laadulla on keskeinen merkitys eettisyyteen. Opinnäytetyön aineisto on valittu ohjeistuksen mukaisesti, ja valintaprosessi on esitetty PRISMA-kaaviossa. Aineistoksi valittiin tutkimus ja tietolähteet, jotka on julkaistu vuosien 2019 ja 2024 välisenä aikana alan arvostetuissa julkaisuissa.

Opinnäytetyön tekstin selkeyttämisessä, ja ymmärrettävyyden parantamisessa on hyödynnetty tekoälyä (ChatGPT). Tekoälyä on käytetty myös osittain aineiston analyysissä ala- ja yläluokkien nimeämisen tukena. Raportti on kirjoitettu omin sanoin, ja lainatun tekstin tekijät on merkitty asianmukaisesti lähdeviittein (TENK, 2023; Arene, 2020).

Valmistunut opinnäytetyö tallennetaan kaikille avoimeen Theseus-järjestelmään, jossa se on nähtävillä ja hyödynnettävissä (Koivisto, K & Aro, P 2019). Ennen julkaisua työ on tarkastettu Turnitin Originality Check -plagioinnintarkastusohjelmalla. Tutkimusetiikan periaatteiden noudattaminen on ollut opinnäytetyön lähtökohtana, ja niiden toteutumista on arvioitu koko tutkimusprosessin ajan. Eettinen vastuu kuuluu sekä yksittäiselle tutkijalle että koko tiedeyhteisölle, mukaan lukien tutkimusta harjoittavat organisaatiot ja tutkimusryhmät (TENK, 2023).

6.3 Luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuus ja sen arviointi ovat keskeisiä tekijöitä tutkimuksen laadun varmistamisessa. Luotettavuudella viitataan tutkimuksen johdonmukaisuuteen.

teen, toistettavuuteen ja objektiivisuuteen (Heikkilä, T 2014). Tässä tutkimuksessa on pyritty varmistamaan luotettavuus huolellisella aineistonkeruulla, systemaattisella analyysillä ja kriittisellä tarkastelulla.

Opinnäytetyön tarkoituksen ja tutkimuskysymyksiä määrittelyssä on hyödynnetty opinnäytetyön ohjaajaa ohjaustapaamisilla. Opinnäytetyö-prosessiin kuuluvien seminaarien osallistujia ja heidän palautettansa on käytetty hyväksi opinnäytetyö-prosessin eri vaiheissa. Opinnäytetyön luotettavuuteen vaikuttaa myös opilaitoksen tarjoamat työpajat opinnäytetyötyöskentelyyn, joita on hyödynnetty opinnäytetyön eri vaiheissa. Lisäksi opinnäytetyön tiedonhaussa ja hakulausekkeiden luomisessa hyödynnettiin Metropolia Myllypuron kirjaston informaattikkoa.

Opinnäytetyössä on pyritty objektiivisesti ymmärtämään kirjallisuuskatsauksen antamaa tietoa tutkittavasta aiheesta. Myös ennakko-oletukset aiheeseen ja tutkimustuloksiin on pyritty tunnistamaan ja minimoimaan, jotta tulokset eivät vääristy prosessin aikana omien toiveiden suuntaan. (Niela-Vilén, H ym. 2016) Tämä on toteutettu esimerkiksi dokumentoimalla analyysiprosessi huolellisesti sekä vertaamalla tuloksia aiempaan tutkimukseen.

Lisäksi opinnäytetyön aineisto on arvioitu JBI-kriteeristöjen mukaisilla arviointilomakkeilla, mikä tukee tutkimuksen luotettavuutta ja systemaattisuutta. Näillä keinoilla on pyritty varmistamaan opinnäytetyön uskottavuus ja sen tulosten luotettavuus.

7 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset

Tekoälyn hyödyntäminen terveysalan simulaatiokoulutuksessa tarjoaa merkittäviä etuja, kuten oppimiskokemusten yksilöllistämisen, realistisemmat ja mukautuvat harjoitukset sekä tehokkuuden parantamisen. Erityisesti virtuaalipotilaat ja kehittyneet kielimallit, kuten ChatGPT, mahdollistavat autenttisia potilaskohtaa-

misiä ja kriittisen ajattelun kehittämistä turvallisessa ympäristössä. Reaaliaikainen palaute ja tekoälypohjainen suoritusarviointi voivat optimoida oppimista ja edistää koulutuksen yhdenmukaisuutta.

Kuitenkin tekoälyn käyttöön liittyy myös haasteita, kuten teknisen infrastruktuurin vaatimukset, tietosuoja ja eettiset kysymykset sekä ihmisen ja tekoälyn välisen yhteistyön optimointi. Lisäksi tekoälyyn tukeutuminen ei saa heikentää oppijoiden itsenäistä päätöksentekoa, ja algoritmien mahdolliset virheet tai vinoumat on tunnistettava ja hallittava huolellisesti.

Tekoälyn integrointi simulaatiokoulutukseen edellyttää tasapainoista lähestymistapaa, jossa teknologiaa hyödynnetään oppimisen tukena, mutta inhimillinen ohjaus ja asiantuntemus säilyvät keskeisessä roolissa. Jatkuva kehittäminen, riskienhallinta ja monitieteinen yhteistyö varmistavat, että tekoälyn mahdollisuudet voidaan hyödyntää vastuullisesti ja tehokkaasti terveysalan koulutuksen laadun parantamiseksi.

Jatkotutkimuksessa voitaisiin selvittää opiskelijoiden ja kouluttajien kokemuksia tekoälypohjaisista simulaatioista, jotta saataisiin syvällisempää ymmärrystä niiden oppimista tukevasta vaikutuksesta sekä mahdollisista kehittämiskohteista.

Lähteet

Abildgren, Lotte & Lebahn-Hadidi, Malte & Backer Mogensen, Christian & Toft, Palle & Bo Nielsen, Anders & Faber Frandsen, Tove & Vork Steffensen, Sune & Hounsgaard, Lise 2022. The effectiveness of improving healthcare teams' human factor skills using simulation-based training: a systematic review. *Advances in Simulation*, 7 (12).

Amisha & Malik, Paras & Pahtania, Monika & Rathaur, Vyas Kumar 2019. Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 8 (7), 2328–2331.

Bajwa, Junaid & Munir, Usman & Nori, Aditya & Williams, Bryan 2021. Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. *Future Healthcare Journal*, 8 (2), 188–194.

Barth, Steve 2024. AI in healthcare. *Foresee Medical*. <<https://www.foreseemed.com/artificial-intelligence-in-healthcare>> Luettu 12.2.2024.

Carr, Davina & Gormley, Gerard J. 2022. 'Visiting uncertainty': an immersive primary care simulation to explore decision-making when there is clinical uncertainty. *Education for Primary Care*, 33 (4), 237–243.

Dai, Ding & Ke, Fengfeng 2022. Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100041.

Dash, Sabyasachi & Shakyawar, Sushil & Sharma, Mohit & Kaushik, Sandeep (2019). Big data in healthcare: Management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*, 6 (1), 54.

Davenport, Thomas & Kalakota, Ravi 2019. The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6 (2), 94–98.

Elo, Satu & Kajula, Outi & Tohmola, Anniina & Kääriäinen, Maria 2022. Laadullisen sisällönanalyysin vaiheet ja eteneminen. *Hoitotiede*, 34 (4), 215–225.

Euroopan komissio 2019. Luotettavaa tekoälyä koskevat eettiset ohjeet. Tekoälyä käsittelevä korkean tason asiantuntijaryhmä (AI HLEG). <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/high-level-expert-group-artificial-intelligence>>. Luettu 18.2.2025

Gormley, Gerard & Carr, Davina & Murphy, Paul & Tallentire, Victoria & Smith, Samanhta 2023. Unlocking the learning potential of simulation-based education. *British Journal of Hospital Medicine*, 84 (12), 1–8

Grant, Maria & Booth, Andrew 2009. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(2), 91–108.

Hamilton, Allan 2024. Artificial Intelligence and Healthcare Simulation: The Shifting Landscape of Medical Education. *Cureus*, 16 (5).

Harder, Nicole 2023. Advancing Healthcare Simulation Through Artificial Intelligence and Machine Learning: Exploring Innovations. *Clinical Simulation in Nursing*, 83, 101456.

Harmon, Joanne & Pitt, Victoria & Summons, Peter & Inder, Kerry J. 2021. Use of artificial intelligence and virtual reality within clinical simulation for nursing pain education: A scoping review. *Nurse Education Today*, 97, 104700.

IBM Education 2023. The benefits of AI in healthcare. <<https://www.ibm.com/blog/the-benefits-of-ai-in-healthcare/>> Luettu 8.2.2024.

Jauhiainen, Jussi 2021. VR, AR ja XR Suomessa: virtuaalitodellisuuden (VR), lisätyn todellisuuden AR) ja laajennetun todellisuuden (XR) yritykset, kysyntä ja tarjonta Suomessa. Turun Yliopisto. BIIDEA Raportteja 3.

Jung, Sunyoung 2023. Challenges for future directions for artificial intelligence integrated nursing simulation education. *Korean Journal of Women Health Nursing*, 29 (3), 239–242.

Koivisto, Kaisa & Aro, Päivi 2019. Ammattikorkeakoulun opinnäytetöiden eettiset kysymykset. ePooki. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut 72. < <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2019102434666>> Luettu 10.1.2025

Li, Junkai & Lai, Yunghwei & Li, Weitao & Ren, Jingyi & Zhang, Meng & Kang, Xinhui & Wang, Siyu & Li, Peng & Zhang, Ya-Qin & Ma, Weizhi & Liu, Yang 2025. Agent Hospital: A Simulacrum of Hospital with Evolvable Medical Agents. ArXiv.

Lomis, Kimberly & Jeffries, Pamela & Palatta, Anthony & Sage, Melanie & Sheikh, Javaid & Sheperis, Carl & Whelan, Alison 2021. Artificial Intelligence for Health Professions Educators. Discussion Paper. National Academy of Medicine., Washington, DC.

Matheny, Michael & Israni, Sonoo Thadaney & Ahmed, Mahnoor & Whicher, Danielle 2019. Artificial Intelligence in Health care – The Hope, the Hype, the Promise, the Peril. National Academy of Medicine., Washington, DC.

McGaghie, William & Issenberg, S Barry & Petrusa, Emil & Scalese, Ross 2010. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Medical Education*. 44 (1) 50-63.

McKinsey And Company. What is AI? <<https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-ai>> Luettu 7.2.2024.

Mirchi, Nykan & Bissonnette, Vincent & Yilmaz, Recai & Ledwos, Nicole & Winkler-Schwartz, Alexander & Del Maestro, Rolando F. 2020. The Virtual Operative Assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine. *PLoS ONE*, 15 (2).

Moradi, Masoud & Dass, Mayukh 2022. Applications of artificial intelligence in B2B marketing: Challenges and future directions. *Industrial Marketing Management* 107. 300-314.

Motola, Ivette & Devine, Luke A. & Chung, Hyun S. & Sullivan, John E. & Issenberg, Barry 2013. Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. *AMEE Guide No. 82. Medical Teacher*, 35, 1511–1530.

Munn, Zachary & Peters, Micah & Stern, Cindy & Tufanaru, Catalin & McArthur, Alexa & Aromataris, Edoardo 2018. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18 (143).

Nagi, Fatima & Salih, Rawan & Aizubaidi, Mahmood & Shah, Hurmat & Alam, Tanvir & Shah, Zubair & Househ, Mowafa 2023. Applications of Artificial Intelligence (AI) in Medical Education: A Scoping Review. *Studies in Health Technology and Informatics*, 305, 648–651.

Ng, Faye Yu Ci & Thirunavukarasu, Arun James & Cheng, Haoran & Tan, Ting Fang & Gutierrez, Laura & Lan, Yanyan & Ong, Jasmine Chiat Ling & Chong, Yap Seng & Ngiam, Kee Yuan & Ho, Dean & Wong, Tien Yin & Kwek, Kenneth & Doshi-Velez, Finale & Lucey, Catherine & Coffman, Thomas & Ting, Daniel Shu Wei 2023. Artificial intelligence education: An evidence-based medicine approach for consumers, translators, and developers. *Call Reports Medicine*, 4, (10).

Niela-Vilén, Hanna-Kaisa & Hamari, Lotta 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, Minna – Axelin, Anna – Suhonen, Riitta (toim.): Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Juvenes Print.

Niemi-Murola, Leila & Tommila, Miretta 2022. Täysimittainen simulaatioharjoittelu terveydenhuollon erityistilanteiden käyttöönoton tukena. *Duodecim*, 138 (18), 1589–1594.

O'Connor, Siobhan & Devane, Declan & Rose, Louise 2023. Realising the benefits of artificial intelligence for nursing practice. *Nursing Times* 119 (10).

Paasikivi, Oskari & Tuohino, Johanna & Mansnerus, Juli & Lång, Jukka 2022. Tekoälyn käyttömahdollisuudet julkisella sektorilla. Oikeudelliset reunaehdot ja kansainvälinen vertailu. *Sitran selvityksiä* 206. PunaMusta Oy 2022.

Peters, Micah D.J. & Marnie, Casey & Tricco, Andrea C. & Pollock, Danielle & Munn, Zachary & Alexander, Lyndsay & McInerney, Patricia & Godfrey, Christina M. & Khalil, Hanan 2020. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIC Evidence Synthesis*, 18 (10), 2119–2126.

Randhawa, Gurpit K. & Jackson, Mary 2020. The role of artificial intelligence in learning and professional development for healthcare professionals. *Healthcare Management Forum*, 33 (1), 19–24.

Rosén, Yigal & McLaughlin, Emma & Liu, Ruimin & Koedinger, Kenneth R. 2019. Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer. *British Journal of Educational Technology*, 50 (6), 2943–2959.

Secinaro, Silvana & Calandra, Davide & Secinaro, Aurelio & Muthurangu, Vivek & Baincone, Paolo 2021. The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21 (125).

Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun Yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja A: 73/2016

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Hyvä tieteellinen käytäntö 2023.
<<https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>> Luettu. 10.1.2025.

Vaughn, Jacqueline & Ford, Shannon & Scott, Melissa & Jones, Carolyn & Lewinski, Allison 2024. Enhancing Healthcare Education: Leveraging ChatGPT for Innovative Simulation Scenarios. *Clinical Simulation in Nursing*, 87.

World Health Organization 2021. Ethics and governance of artificial intelligence for health. <<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341996/9789240029200-eng.pdf?sequence=1>.> Luettu 12.2.2025.

Aineiston laadun arviointi ja pisteytys (Liite 1)

Tutkimusten arviointikriteeristöt:

Asiantuntijoiden näkemys ja narratiivinen teksti

Lähdenumero	1.	4.	5.	7.	8.	14.
Kokonaispisteet	6p/6	6p/6	6p/6	6p/6	6p/6	6p/6
Kysymys 1	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 2	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 3	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 4	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 5	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 6	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Kvasikokeellinen tutkimus

Lähdenumero	2.	3.
Kokonaispisteet	9p/9	8p/9
Kysymys 1	Kyllä	Kyllä
Kysymys 2	Kyllä	NA
Kysymys 3	Kyllä	Kyllä
Kysymys 4	Kyllä	Kyllä
Kysymys 5	Kyllä	Kyllä
Kysymys 6	Kyllä	Kyllä
Kysymys 7	Kyllä	Kyllä
Kysymys 8	Kyllä	Kyllä
Kysymys 9	Kyllä	Kyllä

Järjestelmällinen katsaus

Lähdenumero	6.
Kokonaispisteet	9p/11
Kysymys 1	Kyllä
Kysymys 2	Kyllä
Kysymys 3	Kyllä
Kysymys 4	Kyllä
Kysymys 5	Kyllä
Kysymys 6	Ei
Kysymys 7	Kyllä
Kysymys 8	Kyllä
Kysymys 9	Ei
Kysymys 10	Kyllä
Kysymys 11	Kyllä

Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus (rct)

Lähdenumero	9.	11.	12.	15.
Kokonaispisteet	11p /13	13p/13	13p/13	10p/13
Kysymys 1	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 2	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Kysymys 3	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 4	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 5	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Kysymys 6	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 7	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 8	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 9	Ei	Kyllä	Kyllä	Ei
Kysymys 10	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 11	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 12	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kysymys 13	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Diagnostisen testin tarkkuustutkimus

Lähdenumero	10.	13.
Kokonaispisteet	6p/10	9p/10
Kysymys 1	Ei	Kyllä
Kysymys 2	Kyllä	Kyllä
Kysymys 3	Kyllä	Kyllä
Kysymys 4	Ei	Kyllä
Kysymys 5	Ei	Kyllä
Kysymys 6	Kyllä	Kyllä
Kysymys 7	Ei	Ei
Kysymys 8	Kyllä	Kyllä
Kysymys 9	Kyllä	Kyllä
Kysymys 10	Kyllä	Kyllä

Aineiston tiedot: (Liite 2)

Lähde numero	Kirjoittaja	Otsikko	Julkaisu- a ja vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä	Keskeiset tulokset
1	Nicole Harder	Advancing Healthcare Simulation Through Artificial Intelligence and Machine Learning: Exploring Innovations	Kanada, 2023	Artikkelin tarkoituksena on tutkia, kuinka tekoälyä ja koneoppimista voidaan hyödyntää terveydenhuollon simulaatioissa innovaatioiden edistämiseksi	Artikkelissa ei ole kuvattu käytettyä tutkimusmenetelmää. Viittauksia lähdekirjallisuuteen löytyy.	miten tekoäly ja koneoppiminen voivat parantaa simulaatioiden tehokkuutta ja koulutuksen laatua terveydenhuollossa
2	Mohamed Benfatah, Abdelghafour Marfak, Elmadani Saad, Abderraouf Hilali, Chakib Nejjari & Ibtissam Youlyouz-Marfak	Assessing the efficacy of ChatGPT as a virtual patient in nursing simulation training: A study on nursing students' experience	Marokko, 2024	Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida ChatGPT:n tehokkuutta virtuaalisena potilaana hoitotyön simulaatiokoulutuksessa ja selvittää opiskelijoiden kokemuksia sen käytöstä	12 hoitotyön opiskelijaa harjoittelivat hengenahdistukseen liittyvässä skenaariossa käyttäen ChatGPT:tä virtuaalipotilaana. Arviointiin kuului hyväksyttävyyttä, saavutettavuutta, sitoutuminen ja vuorovaikutustaidot virtuaalipotilaan kanssa	Opiskelijat kokivat ChatGPT:n helposti saavutettavaksi ja arvioivat sen hyödylliseksi koulutuksessa. Vuorovaikutustaidot korreloivat positiivisesti suoriutumisen kanssa
3	Jacqueline Vaughn, Shannon H. Ford, Melissa Scott, Carolyn Jones & Allison Lewinski	Enhancing Healthcare Education: Leveraging ChatGPT for Innovative Simulation Scenarios	Yhdysvallat, 2024	Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voiko ChatGPT luoda tarkkoja ja realistisia simulaatioskenaarioita tehokkaasti ja näin tukea opettajia terveydenhuollon koulutuksessa.	ChatGPT:tä käytettiin luomaan viisi terveydenhuollon simulaatioskenaariota. 18 vertaisarvioijaa arvioi skenaariot 25-kohtaisen Likert-asteikollisen kyselyn avulla, johon sisältyi myös laadullisen palautteen antomahdollisuus.	Skenaariot vaihtelivat realismisuuden suhteen potilasprofiilien, sairaushistorian, nykyisen tilan ja skenaarion kulun osalta. Kaikissa skenaarioissa havaittiin puuttuvaa mutta tarkkaa tietoa. Arvioijat antoivat pääosin positiivista palautetta ja olivat yllättyneitä skenaarioiden kattavuudesta.
4	Allan Hamilton	Artificial Intelligence and Healthcare Simulation: The Shifting Landscape of Medical Education	Yhdysvallat, 2024	Tarkastella tekoälyn, erityisesti syväoppimisen ja koneoppimisen, vaikutusta terveydenhuollon simulaatioihin ja lääketieteelliseen koulutukseen	Kirjallisuuskatsaus, joka analysoi tekoälyn nykyisiä ja tulevia sovelluksia terveydenhuollon simulaatioissa sekä niiden vaikutusta lääketieteelliseen koulutukseen.	Tekoälyllä on merkittävä potentiaali parantaa lääketieteellistä koulutusta tarjoamalla realistisempia ja tehokkaampia simulaatioita. Tekoälyn integrointi voi johtaa parempaan diagnostiikkaan, päätöksentekoon ja potilasturvallisuuteen. Kuitenkin tekoälyn käyttöönotto edellyttää huolellista suunnittelua ja koulutusta sen tehokkaan hyödyntämisen varmistamiseksi
5	Julien Grosjean, Frank Dufour, Arriel Benis, Jean-Marie Januel, Pascal Staccini & Stéfan Jacques Darmoni	Digital Health Education for the Future: The SaNuRN (Santé Numérique Rouen-Nice) Consortium's Journey	Ranska, 2024	Kuvata ja arvioida SaNuRN (Santé Numérique Rouen-Nice) -konsortion viisivuotista hanketta, jonka tavoitteena on optimoida digitaalisen terveyskasvatuksen tarjontaa lääketieteen ja hoitotyön opiskelijoille, ammattilaisille ja hallintohenkilöstölle	Artikkeli esittelee konsortion matkaa ja saavutuksia digitaalisen terveyskasvatuksen kehittämisessä, mutta tarkempia tietoja käytetyistä tutkimusmenetelmistä ei ole saatavilla	SaNuRN-hanke on edistänyt digitaalisen terveyskasvatuksen optimointia ja laajentanut terveyteen liittyvää koulutusyhteisöä, erityisesti ranskankielisillä alueilla, mutta myös muilla kielillä

Lähde numero	Kirjoittaja	Otsikko	Julkaisuma a ja vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä	Keskeiset tulokset
6	Diana Atkinson	Generative Artificial Intelligence-based Treatment Planning in Patient Consultation and Support, in Digital Health Interventions, and in Medical Practice and Education	Yhdysvallat, 2023	Tutkia, kuinka generatiiviset tekoälyteknologiat, erityisesti ChatGPT, voivat parantaa lääketieteellistä koulutusta integroimalla realistisia terveydenhuollon simulaatioita ja tarjoamalla henkilökohtaista palautetta digitaalisille potilaille	Kirjallisuuskatsaus, jossa keräsi aiempia tutkimustuloksia, jotka osoittavat ChatGPT:n kyvyn hallita monimutkaista lääketieteellistä ja kliinistä tietoa diagnoosissa, hoitosuunnittelussa ja potilastulosten seurannassa.	ChatGPT voi olla keskeinen työkalu terveydenhuollon palveluissa, lääketieteellisessä koulutuksessa ja kliinisessä päätelyssä erityisesti ennaltaehkäisevien toimenpiteiden ja hoitovaihtoehtojen osalta. Generatiiviset tekoälyalgoritmit voivat hyödyntää visuaalista tietoa korkeantason päätöksenteossa ja tuottaa johdonmukaisia tuloksia kliinisissä sovelluksissa.
7	Nada Lukkahatai & Gyumin Han	Perspectives on Artificial Intelligence in Nursing in Asia	Yhdysvallat, 2024	Tarkastella tekoälyn roolia ja vaikutuksia hoitotyössä Aasiassa. Artikkelissa analysoidaan tekoälyn kehittymistä ja sen sovelluksia terveydenhuollossa, erityisesti hoitotyön koulutuksessa ja potilashoidon parantamisessa.	Narratiivinen katsaus joka tarjoaa asiantuntijoiden näkemyksiä ja tulkintoja nykyisestä tekoälyn tilasta hoitotyössä Aasiassa.	Tekoäly tarjoaa uusia mahdollisuuksia potilashoidossa ja hoitotulosten parantamisessa. Useita esimerkkejä tekoälyä hyödyntävistä sovelluksista, joita on otettu käyttöön (chatbot, virtuaaliset avustajat, tiedonlouhinta ja automaattiset riskinarviointijärjestelmät).
8	Nobuyasu Komazawa & Masanao Yokohira	Simulation-Based Education in the Artificial Intelligence Era	Yhdysvallat, 2023	Artikkelin tavoitteena on tarkastella simulaatiopohjaisen lääketieteellisen koulutuksen haasteita ja tulevaisuuden suuntauksia tekoälyn aikakaudella.	Kyseessä on narratiivinen katsaus, joka perustuu olemassa olevan kirjallisuuden ja asiantuntijanäkemyksen analyysiin	simulaatiopohjaisen lääketieteellisen koulutuksen (SBME) uskottavuus ja menetelmät voivat monimutkaistaa tekoälyn myötä, mutta oppijat säilyvät keskeisessä roolissa. SBME ja kliininen koulutus ovat toisiaan täydentäviä, ja niiden välinen palauteyhteys on tärkeää, erityisesti eitekniisten taitojen kehittämisessä. Kestävän SBME:n kehittäminen kliinisellä alalla tekoälyn aikakaudella edellyttää jatkuvaa parantamista akateemisen yhteisön, kouluttajien ja oppijoiden yhteistyönä
9	Ali M. Fazlollahi, Recai Yilmaz, Alexander Winkler-Schwartz, Nykan Mirchi, Nicole Ledwos, Mohamad Bakhaidar, Ahmad Alsayegh & Rolando F. Del Maestro	AI in Surgical Curriculum Design and Unintended Outcomes for Technical Competencies in Simulation Training	Yhdysvallat, 2023	Tutkia tekoälyn (AI) käyttöä kirurgisten koulutusohjelmien suunnittelussa ja sen odottamattomia vaikutuksia opiskelijoiden teknisiin taitoihin simulaatiokoulutuksessa. Erityisesti pyrittiin selvittämään, miten AI:n hyödyntäminen opetussuunnitelman suunnittelussa vaikuttaa oppijoiden osaamiseen ja oppimistuloksiin.	Kohorttitutkimus, jossa verrattiin AI:n avulla suunniteltua kirurgista simulaatiokoulutusta perinteiseen koulutusohjelmaan. Tutkimukseen osallistui lääketieteen opiskelijoita, jotka jaettiin kahteen ryhmään: AI-suunniteltu koulutusryhmä ja perinteinen koulutusryhmä. Interventio: AI-suunniteltu ryhmä sai opetussuunnitelman, jonka AI oli mukauttanut yksilöllisten tarpeiden ja suoritusten perusteella. Arviointimenetelmät: Osallistujien teknisiä taitoja arvioitiin simuloituissa kirurgisissa tehtävissä käyttämällä objektiivisiä mittareita ennen ja jälkeen koulutusjakson.	AI-suunniteltu koulutus johti joillakin opiskelijoilla parantuneisiin teknisiin taitoihin ja oppimistuloksiin. Joissakin tapauksissa AI-suunnittelu aiheutti odottamattomia oppimistuloksia, kuten tiettyjen taitojen heikentymistä tai epätasapainoa osaamisessa. AI:n käyttö kirurgisten koulutusohjelmien suunnittelussa voi tuottaa sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia oppijoiden teknisiin taitoihin.

Lähde numero	Kirjoittaja	Otsikko	Julkaisu a ja vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Menetelmä	Keskeiset tulokset
10	Siddiqui Asad, Zhao Zhoujie, Pan Chuer, Dudzicz Frank & Everett Tobias	Deep Learning Model for Automated Trainee Assessment During HighFidelity Simulation	Yhdysvallat, 2023	Kehittää ja arvioida syväoppimiseen perustuvaa mallia, joka automatisoi harjoittelijoiden arvioinnin simulaatiokoulutuksissa. Tarkoituksena oli parantaa koulutuksen tehokkuutta ja objektiivisuutta arvioinneissa.	Tutkimusmenetelmänä käytettiin kokeellista asetelmaa, jossa testattiin syväoppimiseen perustuvaa algoritmia arvioimaan simulaatioharjoittelijoiden suorituskykyä. Algoritmi koulutettiin ja validoitiin simulaatiodatan perusteella, ja sen tarkkuutta verrattiin ihmisten antamiin arvioihin. Analyysissä hyödynnettiin koneoppimismenetelmiä ja tulosten arviointiin käytettiin tilastollisia mittareita.	Syväoppimiseen perustuva malli pystyi arvioimaan harjoittelijoiden suorituksia luotettavasti ja tehokkaasti. Malli osoitti vahvan korrelaation ihmisten suoritamiin arvioihin, mikä osoittaa sen potentiaalin lisätä arviointien objektiivisuutta ja skaalautuvuutta. Tulokset tukevat tekoälyyn perustuvien työkalujen käyttöä lääketieteellisen koulutuksen arvioinneissa ja simulaatiokoulutuksissa.
11	Ali M. Fazlollahi, Mohamad Bakhaidar, Ahmad Alsayegh, Recai Yilmaz, Alexander Winkler-Schwartz, Nykan Mirchi, Ian Langleben, Nicole Ledwos, Abdulrahman J. Sabbagh, Khalid Bajunaid, Jason M. Hartley & Rolando F. Del Maestro	Effect of Artificial Intelligence Tutoring vs Expert Instruction on Learning Simulated Surgical Skills Among Medical Students: A Randomized Clinical Trial	Yhdysvallat, 2022	Tutkimuksen tavoitteena oli vertailla tekoälypohjaisen opetuksen ja asiantuntijaohjauksen vaikutuksia lääketieteen opiskelijoiden oppimiseen simuloituissa kirurgisissa taidoissa	Kyseessä oli satunnaistettu klininen tutkimus, jossa lääketieteen opiskelijat jaettiin kahteen ryhmään: toinen ryhmä sai opetusta tekoälypohjaisen järjestelmän avulla, kun taas toinen ryhmä sai perinteistä asiantuntijaohjausta. Opiskelijoiden suorituksia arvioitiin simuloituissa kirurgisissa tehtävissä.	Tutkimuksessa havaittiin, että tekoälypohjainen opetus oli yhtä tehokasta kuin asiantuntijaohjaus simuloitujen kirurgisten taitojen oppimisessa. Tekoälyohjauksen saaneet opiskelijat suoriutuivat yhtä hyvin kuin perinteistä ohjausta saaneet opiskelijat, mikä viittaa siihen, että tekoäly voi toimia tehokkaana opetustyökaluna kirurgisten taitojen koulutuksessa
12	Recai Yilmaz, Mohamad Bakhaidar, Ahmad Alsayegh, Nour Abou Hamdan, Ali M. Fazlollahi, Trisha Tee, Ian Langleben, Alexander Winkler-Schwartz, Denis Laroche, Carlo Santaguida & Rolando F. Del Maestro	Real-Time multifaceted artificial intelligence vs In-Person instruction in teaching surgical technical skills: a randomized controlled trial	Yhdysvallat, 2024	Tavoitteena oli vertailla reaaliaikaisen, monipuolisen tekoälypohjaisen palauteen ja perinteisen asiantuntijaohjauksen tehokkuutta kirurgisten teknisten taitojen opettamisessa lääketieteen opiskelijoille.	Kyseessä oli satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, johon osallistui 97 lääketieteen opiskelijaa. Osallistujat jaettiin satunnaisesti kolmeen ryhmään, 1 (Reaaliaikainen tekoälypalaute, 2 Asiantuntijaohjaus ja 3 kontrolliryhmä, joka ei saanut reaaliaikaista palautetta)	Reaaliaikainen tekoälypalaute johti merkittävästi parempiin suorituksiin verrattuna sekä ei-reaaliaikaiseen palautteeseen että asiantuntijaohjaukseen.
13	Nykan Mirchi, Vincent Bissonnette, Recai Yilmaz, Nicole Ledwos, Alexander Winkler-Schwartz & Rolando F. Del Maestro	The Virtual Operative Assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine	Yhdysvallat, 2020	kehittää ja validoida Virtual Operative Assistant (VOA), selitettävään tekoälyyn perustuva työkalu, joka tarjoaa automaattista palautetta kirurgisten taitojen simulaatiokoulutuksessa.	Menetelmänä käytettiin kvantitatiivista kokeellista tutkimusmenetelmää. Osallistujia oli yhteensä 50 ja he olivat tasoisia lääketieteen asiantuntijoita ja opiskelijoita. Tutkimuksessa testattiin ja validoitiin tekoälyyn perustuva järjestelmä kirurgisten taitojen koulutuksessa käyttäen tilastollisia menetelmiä ja objektiivisia suoritusmittareita.	Tulokset osoittavat, että tekoälyn ja virtuaaliodellisuussimulaation integrointi voi merkittävästi parantaa kirurgista koulutusta tarjoamalla objektiivista ja automatisoitua palautetta.
14	Salman Yousuf Guraya	Transforming simulation in healthcare to enhance interprofessional collaboration leveraging big data analytics and artificial intelligence	Iso-Britannia, 2024	tarkastella, kuinka terveydenhuollon simulaatioiden yhdistäminen suurten tietoaaineistojen analytiikkaan ja tekoälyyn voi parantaa eri ammattiryhmien välistä yhteistyötä	Kyseessä on narratiivinen katsaus, joka yhdistää olemassa olevaa kirjallisuutta ja asiantuntijanäkemyksiä aiheesta.	Tekoäly mahdollistaa mukautuvia oppimiskokemuksia analyoimalla oppijoiden suorituksia reaaliajassa ja tarjoamalla henkilökohtaista palautetta, mikä edistää taitojen kehittämistä ja päätöksentekoa.
15	Peter Zoltan Bogar, Mark Virag, Matyas Bene, Peter Hardi, Andras Matuz, Adam Tibor Schlegl, Luca Toth, Ferenc Molnar, Balint Nagy, Szilard Rendeki, Krisztina Berner-Juhos, Andrea Ferencz, Krisztina Fischer & Peter Maroti	Validation of a novel, low-fidelity virtual reality simulator and an artificial intelligence assessment approach for peg transfer laparoscopic training	Iso-Britannia, 2024	arvioida uuden, matalan tarkkuuden virtuaaliodellisuussimulaattorin ja tekoälypohjaisen arviointimenetelmän tehokkuutta laparoskopiaharjoittelussa, erityisesti peg transfer -tehtävässä	satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, johon osallistui 60 lääketieteen opiskelijaa. Osallistujat jaettiin kahteen ryhmään: yksi ryhmä harjoitteli virtuaaliodellisuussimulaattorilla ja toinen perinteisellä laatikkosimulaattorilla.	Molemmat ryhmät osoittivat taitojen kehittymistä ilman merkittävää eroa ryhmien välillä, mikä viittaa siihen, että virtuaaliodellisuussimulaattori on yhtä tehokas kuin perinteinen laatikkosimulaattori.

