



Anne Kinanen

Miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan työhön

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Röntgenhoitaja YAMK

Kliininen asiantuntijuus digitaalisissa sosiaali- ja terveyspalveluissa (YAMK)

Opinnäytetyö

24.4.2024

Tekijä	Anne Kinanen
Otsikko	Miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan työhön
Sivumäärä	30 sivua + 2 liitettä
Aika	24.4.2024
Tutkinto	Röntgenhoitaja YAMK
Tutkinto-ohjelma	Kliininen asiantuntijuus digitaalisissa sosiaali- ja terveystal-veluissa (YAMK)
Ohjaajat	Lehtori Antti Niemi
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan työhön diagnostisessa kuvantamisessa ja millaista osaamista röntgenhoitajat tekoälyn käyttäjinä tarvitsevat. Tavoitteena oli kuvata tekoälyn vaikutuksia röntgenhoitajan tehtäviin diagnostisen kuvantamisen alueella ja tunnistaa, minkälaista uutta osaamista röntgenhoitaja tulee tämän seurauksena tarvitsemaan. Koska aihealue on varsin uusi, opinnäytetyö toteutettiin scoping-kirjallisuuskatsauksena, mikä mahdollisti aihealuetta käsittelevän kirjallisuuden kartoittamisen mahdollisimman laajalti.</p> <p>Tekoälyä hyödyntävien sovellusten käyttö terveydenhuollossa on kasvanut huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Hurjimmassa visioissa on esitetty, että tekoälyjärjestelmät voisivat korvata monia terveydenhuollon ammattilaisia, mutta tällä hetkellä tekoälysovellusten odotetaan pääasiassa avustavan ammattilaisia ja parantavan sairauksien diagnosointia ja hoitotuloksia sekä mahdollistavan potilaille yksilöllisemmän terveydenhuollon. Radiografia on yksi terveydenhuollon tekniikkavaltaisin ala, ja röntgenhoitajat ovat tottuneet ottamaan käyttöön uutta teknologiaa, niinpä tekoälysovellukset ovat tulleet lähes huomaamatta osaksi myös röntgenhoitajien arkisia työvälineitä.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tulosten perusteella tekoäly paitsi avustaa röntgenhoitajaa, tuo myös uusia haasteita röntgenhoitajan työhön. Tekoälyjärjestelmät voivat vähentää rutiinomaisia ja hallinnollisia tehtäviä, teknisesti nopeuttaa kuvantamistapahtumia sekä parantaa työn laatua vähentämällä inhimillisiä virheitä ja yhtenäistämällä käytäntöjä. Toisaalta haasteita voi aiheuttaa radiografian menetelmäosaamisen köyhtyminen, röntgenhoitajien jaksaminen potilasmäärien lisääntyessä sekä itse teknologian toimivuuteen liittyvät tekijät ja tekoälyn käyttöön liittyvät eettiset kysymykset.</p> <p>Opinnäytetyön tulosten perusteella tekoälyyn liittyvän koulutuksen puute nähtiin haasteena ja tarve tälle koulutukselle nähtiin niin perustutkinto- kuin jatko- ja täydennyskoulutustasoi-lakin. Tekoälyintegraation kasvaessa röntgenhoitajan roolin nähtiin muuttuvan pelkästä tekoälyn käyttäjästä sen ohjaajaksi ja valvojaksi. Vaikka osa röntgenhoitajista koki tekoälyn vaarantavan työpaikkoja, monet näkivät tekoälyintegraatiossa myös uusia uramahdollisuuksia röntgenhoitajille.</p>	
Avainsanat	tekoäly, radiografia

Author	Anne Kinanen
Title	How artificial intelligence impacts the work of a radiographer
Number of Pages	30 pages + 2 appendices
Date	24 Apr 2024
Degree	Master of Health Care and Social Sciences
Degree Programme	Master's Degree Programme in Clinical Expertise and Digitalization in Health Care
Instructors	Antti Niemi, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to explore how artificial intelligence (AI) affects the work of radiographers in diagnostic imaging and what kind of skills radiographers need as users of AI. The goal was to describe the impacts of AI on the tasks of radiographers in the field of diagnostic imaging and to identify the new skills that radiographers will need as a result. Since this topic is relatively new, the thesis was conducted as a scoping review, which allowed for a comprehensive survey of the literature on the subject.</p> <p>The use of AI applications in healthcare has increased significantly over the last decade. In the most extreme visions, AI systems have been suggested to replace many healthcare professionals but currently AI applications are expected to mainly assist professionals by improving the diagnosis and treatment outcomes of diseases and enabling more personalized healthcare. Radiography is one of the most technologically intensive fields in healthcare and radiographers are used to adopting new technologies, so AI applications have become almost unnoticeably a part of radiographers' daily tools.</p> <p>According to the results of this thesis, AI not only assists radiographers but also brings new challenges to their work. AI systems can reduce routine and administrative tasks, technically accelerate imaging, and improve work quality by reducing human errors and standardizing practices. On the other hand, challenges may arise from the de-skilling of radiography professionals, the coping of radiographers as patient numbers increase, factors related to the functionality of the technology itself, and ethical issues associated with the use of AI.</p> <p>The results of the thesis also highlighted a lack of training related to AI as a challenge, and a need for this training was seen at both the undergraduate and higher education levels. As AI integration grows, the role of the radiographer was seen to change from merely using AI to guiding and supervising it. Although some radiographers felt that AI threatened their jobs, many also saw new career opportunities for radiographers in AI integration.</p>	
Keywords	Artificial intelligence, AI, radiography

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimuksen tausta	2
2.1	Tekoäly	2
2.2	Tekoäly terveydenhuollossa	3
2.3	Röntgenhoitajan osaaminen ja tehtävät diagnostisessa kuvantamisessa	4
3	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	6
4	Opinnäytetyön toteutus	7
4.1	Scoping-katsaus	7
4.2	Tutkimuskysymysten jäsentäminen	8
4.3	Tietolähteiden sisäänottokriteerien määrittäminen	9
4.4	Tiedonhaku ja tietolähteiden valinta	10
4.5	Tiedon uuttaminen ja laadunarviointi	14
4.6	Tiedon analysointi	14
5	Tulokset	16
5.1	Tekoälyn vaikutukset röntgenhoitajan työhön	16
5.1.1	Tekoäly röntgenhoitajan apuna	16
5.1.2	Röntgenhoitajan työtä haastavat tekijät	17
5.2	Tekoälyintegraation röntgenhoitajalta edellyttämä osaaminen ja röntgenhoitajan muuttuva rooli	18
5.3	Yhteenveto	19
6	Pohdinta	20
6.1	Tulosten pohdinta	20
6.2	Luotettavuus ja eettisyys	23
7	Johtopäätökset ja jatkotutkimushaasteet	24
	Lähteet	26
	Liitteet	
	Liite 1. Tiedon uuttaminen	
	Liite 2. Artikkelien laadunarviointi	

1 Johdanto

Tekoälyn hyödyntäminen terveydenhuollossa on kasvanut huomattavasti viimeisen vuosikymmenen aikana ja voidaan jo todeta, että tekoäly tulee vaikuttamaan niin sairauksien havaitsemiseen kuin niiden ennusteeseen ja ehkäisemiseenkin. On esitetty arvioita, että tulevaisuudessa eri terveydenhuollon ammattilaiset erikoislääkäristä ensihoitajaan käyttävät työssään tekoälypohjaista teknologiaa. (Wiljer & Hakim 2019.) Tekoälyn voima siinä, että ihmiseen verrattuna se pystyy käymään läpi valtavat määrät dataa ja tunnistamaan tästä datasta toistuvia malleja, mitä voidaan sitten hyödyntää terveydenhuollon eri sektoreilla (Shuroug 2023).

Lääketieteellisen kuvantamisen puolella tekoälysovelluksia on pyritty kehittämään radiologin avuksi tai jopa korvaamaan radiologi kuvien tulkinnassa. Toistaiseksi tekoälysovelluksia käytetään radiologin apuna, ja varsinaisesta diagnoosista vastaa radiologi. (Fazal, Patel, Tye & Gupta 2018, 246-249.) Röntgenhoitajan työ on yksi terveydenhuollon tekniikkavaltaisimmista aloista, jossa teknologia yhdistyy potilasturvallisuuden ja -hoitoon. Tekoälyn hyödyntäminen on jo osa sekä diagnostista että terapeutista radiografiaa ja tekoälysovelluksia on käytössä röntgenosastojen työnkulun hallinnassa, kuvadatan keräyksessä, datan rekonstruktiossa ja postprosessoinnissa sekä sädehoidon suunnittelussa. (Malamatineou, & Knapp & Pergola & Woznitza & Hardy 2021: 59.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan työhön diagnostisessa kuvantamisessa ja millaista osaamista tekoäly edellyttää röntgenhoitajilta. Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata, miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan tehtäviin diagnostisen kuvantamisen alueella ja tunnistaa, minkälaista uutta osaamista röntgenhoitaja tulee tämän seurauksena tarvitsemaan. Tutkimusmenetelmänä käytetään scoping-katsausta. Aihealue on varsin uusi, joten varsinaista tiukasti laatuarvioitua kirjallisuutta on vähän löydettävissä, ja scoping-katsausta käyttäen on mahdollista kartoittaa laajemmin kiinnostuksen kohteena olevaa aihealuetta käsittelevää relevanttia kirjallisuutta (Arksey & O'Malley 2005).

2 Tutkimuksen tausta

2.1 Tekoäly

Tekoälyä ei voi määritellä pohtimatta, mitä älykkyydellä tarkoitetaan. Älykkyydellä ei ole yhtä yleisesti hyväksyttyä määritelmää, mutta tekoälyn yhteydessä sillä tarkoitetaan yleensä kykyä oppia uusia asioita ja soveltaa oppimaansa ongelman ratkaisemiseksi. (Hänninen 2022: 218.) Laajalti älykkyys voidaan määritellä kykyä saavuttaa monimutkaisia tavoitteita (Huhtanen & Nyman & Karlsson & Hirvonen 2020: 1957). Yhden määritelmän mukaan tekoäly on ohjelma, joka kykenee älykkäiksi laskettaviin tai älykkäiltä vaikuttaviin toimintoihin. Tekoälyllä on ainakin kaksi ominaisuutta: autonomisuus, eli tekoälyn tulee kyetä suoriutumaan monimutkaisista tehtävistä itsenäisesti, ja adaptiivisuus, eli sen tulee kyetä kehittymään ja oppimaan kokemuksistaan. (Hänninen 2022: 219-221.)

Tekoäly yhdistetään nykyään pääasiassa sen merkittävimpään osa-alueeseen, koneoppimiseen, sekä koneoppimisen alalajiin syväoppimiseen ja neuroverkkoihin. Koneoppimista hyödyntävät osittain myös luonnollisen kielen prosessointi ja konenäkö. Koneoppimisessa tekoäly oppii itsenäisesti asiayhteyksiä sille annetusta datasta, eli oppiminen tapahtuu esimerkkien kautta. Koneoppimista hyödyntävä tekoäly kehittyy sitä paremmaksi, mitä enemmän dataa se pääsee käsittelemään. Oppimistulokseen vaikuttaa myös datan laatu, eli paras oppimistulos saavutetaan datalla, joka on mahdollisimman yksiselitteistä, tarkkaa ja oikeellista, sekä yhdenmukaista myös silloin, kun dataa käytetään useammasta eri lähteestä. Tekoälyn suoritus on siten täysin riippuvainen sen koulutukseen käytetyn datan laadusta ja kattavuudesta. Kaikille tuttuja, koneoppimista hyödyntäviä sovelluksia ovat esimerkiksi internetin hakukoneet, jotka pyrkivät oppimaan käyttäjän aiemmista hauista ja sitä kautta tarjoamaan mahdollisimman oikeita hakutuloksia. (Hänninen 2022: 240-243.)

Syväoppiminen perustuu monikerroksisiin neuroverkkoihin, joiden esikuvana on biologinen hermosto. Keinotekoiset hermoverkot pystyvät käsittelemään monimutkaista dataa sellaisenaan, ja etsimään datasta toistuvia malleja, joiden pohjalta muodostuu oppimistulos. Neuroverkko rakentuu kolmesta osasta tai kerroksesta, jotka ovat syötekerros, piilokerros, jossa varsinainen signaalinkäsittely tapahtuu, ja tuloskerros. Syväoppivissa neuroverkoissa on useampi piilokerros. Syväoppivaa hermoverkkoa verrataan usein mustaan laatikkoon, koska sen kerroksista ihmiselle ymmärrettävässä olevassa

muodossa on vain syötekerros ja tuloskerros, kun taas datan käsittely tapahtuu numeerisessa muodossa piilokerroksissa. Syväoppivia neuroverkkoja hyödynnetään muun muassa sääennustuksia tekevissä sovelluksissa, joissa neuroverkko etsii aiemmasta säädatasta säännönmukaisuuksia ja tekee niiden perustella ennustuksia tulevasta säästä. (Huhtanen ym. 2020: 1957-1959; Hänninen 2022: 245-247.)

Tekoälyn yhteydessä voidaan myös puhua heikosta ja vahvasta tekoälystä. Vahva tekoäly omaa ihmisellekin ominaisen tietoisuuden ja ymmärryksen sekä kyvyn ajatteluun. Heikko tekoäly sen sijaan kykenee älykkäältä vaikuttavaan toimintaan, mutta ei varsinaisesti kuitenkaan ymmärrä esimerkiksi käsitteitä. Kaikki nykyiset tekoälysovellukset edustavat heikkoa tekoälyä eikä ole varmaa, voidaanko vahvaa tekoälyä koskaan toteuttaa. (Hänninen 2022: 220.) Nykyisille tekoälyratkaisuille on ominaista, että ne eivät pysty siirtämään oppimaansa mallia sellaisen tiedon käsittelyyn, jota niiden opettamiseen käytetyssä datassa ei ole ollut. Siten nykyinen tekoäly toimii pääasiassa ihmisen avustajana, jolloin siitä käytetään myös termiä laajennettu älykkyys. (Tuominen & Neittaanmäki 2019: 2-3.)

Tekoälytutkimus on monitieteellistä ja siihen liittyviä tieteenalvoja ovat muun muassa filosofia, kognitiotiede, matematiikka ja neurotiede. Tekoäly ei siis ole vain tietotekninen sovellus vaan laajempi kokonaisuus, jota voidaan lähestyä useista eri näkökulmista. (Hänninen 2022: 220, 239.)

2.2 Tekoäly terveydenhuollossa

Tekoälyn hyödyntäminen terveydenhuollon eri sektoreilla kasvaa jatkuvasti. Sitä hyödynnetään jo muun muassa lääkekehityksessä, sairauksien hoidon suunnittelussa, syövän luokittelussa, magneettikuvantamisessa ja avustetussa kirurgiassa. Tekoälyn odotetaan terveydenhuollossa paitsi parantavan potilaiden hoitoa ja sairauksien ennaltaehkäisyä, myös lisäävän toiminnan tehokkuutta ja laskevan kustannuksia. (Manne & Kantheti 2021: 79.)

On esitetty, että tekoäly voisi jopa korvata lääkärin tulevaisuudessa kokonaan, mutta tällä hetkellä tekoälysovellusten odotetaan ennemminkin avustavan niin lääkäriä kuin hoitajaakin työssään, ja tätä kautta helpottavan pulaa terveydenhuollon ammattilaisista. Terveydenhuollossa syntyy päivästä toiseen valtavat määrät dataa, kuten potilastietoja, fysiologisia mittaustuloksia, laboratoriotuloksia ja kuvantamisdataa sekä uusia tutkimuslöytöjä, joiden seuraaminen ja analysointi vie valtavasti ammattilaisten aikaa. Tekoälyn vahvuus on suuren datamäärän käsittely nopeasti ja ensi vaiheessa tekoälyltä

odotetaankin apua juuri tämän valtavan datamäärän analysointiin ja sitä kautta myös päätöksentekoon. (Manne & Kantheti 2021:85; Pennanen 2022.)

Tekoälyn hyödyntämiseen terveydenhuollossa liittyy sekä eettisiä kysymyksiä, että riskejä. Eettisiä kysymyksiä ovat esimerkiksi mitä päätöksiä koneen voi antaa tehdä ja miten suhtaudumme koneen tekemiin virheisiin. Riskejä ovat paitsi kaikkiin ohjelmistoihin liittyvät virhetilanteet myös tekoälymallin vinoutuminen, jolloin se voi esimerkiksi kohdella eri ihmisryhmiä epätasa-arvoisesti. (Heinäsenaho & Äyräs-Blumberg & Lähesmaa 2023.)

2.3 Röntgenhoitajan osaaminen ja tehtävät diagnostisessa kuvantamisessa

Röntgenhoitaja on radiografia- ja sädehoitotyön asiantuntija, joka osana moniammatillista työyhteisöä osallistuu terveyden edistämiseen ja sairauksien hoitoon liittyvien terveyspalvelujen tuottamiseen väestölle. Röntgenhoitaja osallistuu potilaille sekä julkisissa että yksityisissä terveyspalveluissa tuottavissa yksiköissä suoritettaviin kuvantamistutkimuksiin, niihin liittyvät toimenpiteisiin sekä sädehoitoon. (Opetusministeriö 2006: 58.) Suomessa röntgenhoitajan ammatissa toimiminen edellyttää Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valviran myöntämää lupaa, jonka saaminen edellyttää Suomessa suoritettua ammattiin johtavaa koulutusta (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 559/1994).

Diagnostisessa kuvantamisessa käytettyjä menetelmiä ovat natiivikuvaus, tietokonetomografia, magneettikuvaus ja ultraäänikuvaus. Kuvantamistutkimus muodostuu potilasta hoitavan lääkärin arviosta kuvantamisen tarpeesta, itse kuvantamistapahtumasta ja useimmiten myös radiologin tulkinnasta kuvantamisella tuotetusta informaatiosta. Röntgenhoitaja toteuttaa kuvantamistapahtuman ja siihen sisältyvän potilaan hoidon joko itsenäisesti tai yhteistyössä muiden potilaan kuvantamiseen osallistuvien kanssa. Röntgenhoitajan tehtäviin kuuluu lisäksi erilaisia potilaan kuvantamista tukevia toimia kuten laadunvarmistusta, perehdyttämistä, opiskelijaohjausta ja toiminnan ohjaamista. Röntgenhoitaja tekee myös yhteistyötä muiden potilasta hoitavien tahojen kanssa. (Walta 2016: 15-16.)

Röntgenhoitajan työssään tarvitsemassa osaamisessa on tunnistettu seitsemän ydin-kompetenssia (Metsälä 2023: 5), jotka on lueteltu taulukossa 1.

Taulukko 1. Röntgenhoitajan tarvitsemat ydinkompetenssit (mukailten Metsälä 2023: 5).

1.	Asiakas- ja yksilölähtöisyys
2.	Matemaattisluonnontieteellinen osaaminen
3.	Kliinisen radiografian hoitamis- ja ohjaamisosaaminen
4.	Turvallisuus- ja laatuosaaminen
5.	Kuvantamisen ja sädehoidon osaaminen
6.	Toimintaympäristöosaaminen ja työelämätaidot
7.	Näyttöön perustuvan toiminnan osaaminen kliinisessä radiografiassa

Asiakas ja yksilölähtöisyyden toteuttaminen edellyttää röntgenhoitajalta vuorovaikutus- ja viestintäosaamista sekä kielitaitoa ja monikulttuurisuuden huomioimista. Sen perustana on ammattieettisen osaamisen soveltaminen omaan ja työyhteisön toimintaan sekä tavoitteena potilaan ja tämän läheisten kohtaaminen yksilöllisesti ja kokonaisvaltaisesti. (Metsälä 2023: 9.)

Matemaattisluonnontieteellistä osaamista röntgenhoitaja tarvitsee, jotta voi perustella toimintaansa ja säteilyn lääketieteellistä käyttöä, toteuttaa väestön säteilysuojelua sekä ohjata muiden terveydenhuollon ammattilaisten säteilynkäyttöä. Tämä osaaminen sisältää muun muassa lääketieteellisen fysiikan, anatomian, radiologian ja terveysteknologian alojen tuottamaa tietoa ja sen soveltamista radiografian kontekstissa. (Metsälä 2023: 9-10.)

Kliinisen radiografian hoitamis- ja ohjaamisosaaminen sisältää röntgenhoitajan toiminnan kuvantamisessa, sädehoidossa ja isotooppitutkimuksissa, sekä näissä toteutettavissa toimenpiteissä ja hoidoissa. Tämän osaamisen osa-alueita ovat esimerkiksi kliiniset hoito- ja ohjaamistaidot, aseptinen toiminta sekä lääkehoito. (Metsälä 2023: 9, 11.)

Turvallisuus- ja laatuosaamista röntgenhoitaja tarvitsee toteuttaakseen kliinistä radiografiaa turvallisesti ja laadukkaasti huomioiden potilaat ja heidän läheisensä, röntgenhoitajan oman työturvallisuuden ja myös muiden työntekijöiden turvallisuuden. Tämä osa-alue sisältää muun muassa säteilyturvallisuuden ja säteilyn käytön optimoinnin, tietoturvan sekä laatutyön. (Metsälä 2023: 9, 11.)

Kuvantamisen ja sädehoidon osaaminen kattaa tiedot ja taidot, jotka röntgenhoitaja tarvitsee suunnitellakseen, toteuttaakseen ja arvioidakseen kuvantamistutkimuksia ja sädehoitoa tai toimiessaan tiimin osana toimenpideradiologiassa. Tämän osa-alueen keskiössä on laitteiden tekninen hallinta, jotta röntgenhoitaja voi turvallisesti ja vastuullisesti tuottaa tutkimuksia ja hoitoja. (Metsälä 2023: 9, 12.)

Toimintaympäristöosaamista röntgenhoitaja tarvitsee toimiessaan jatkuvasti muuttuvassa sosiaali- ja terveystieteiden ympäristössä, mikä sisältää muun muassa alaa säätelevät lait ja asetukset, digitaaliset toimintaympäristöt sekä kestävä kehityksen mukaiset toimintatavat. Työelämätaidot ovat tarpeen, jotta röntgenhoitaja osaa esimerkiksi toimia erilaisten tiimien jäsenenä, kykenee huolehtimaan omasta hyvinvoinnistaan ja johtamaan itseään. (Metsälä 2023: 9, 13.)

Näyttöön perustuvan toiminnan osaaminen kliinisessä radiografiassa antaa röntgenhoitajalle mahdollisuuden käyttää näyttöön perustuvaa tietoa radiografian käytäntöjen kehittämisessä ja päätöksenteossa. Se edellyttää osaamista näyttöön perustuvan tiedon laadun arvioinnista ja sovellettavuudesta käytäntöön. Siihen sisältyvät muun muassa taidot, joita tarvitaan tiedonhaussa ja tiedon kriittisessä arvioinnissa sekä tutkimus- ja kehittämistyön menetelmät ja tutkimusetiikka. (Metsälä 2023: 9, 13.)

3 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tekoälysovellukset ovat alkaneet tulla osaksi röntgenhoitajan työvälineitä ja tekoälyn käytön odotetaan edelleen nopeasti kasvavan niin kuvantamisessa kuin muuallakin terveydenhuollossa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan työhön diagnostisessa kuvantamisessa ja millaista osaamista tekoäly edellyttää röntgenhoitajilta. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan tehtäviin diagnostisessa kuvantamisessa?
2. Millaista osaamista tekoäly edellyttää röntgenhoitajalta diagnostisessa kuvantamisessa?

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata, miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan tehtäviin diagnostisen kuvantamisen alueella ja tunnistaa, millälaista uutta osaamista röntgenhoitaja tulee tämän seurauksena tarvitsemaan. Tuloksista voivat hyötyä niin työnantajat

valmistautuessaan tekoälyn tuomiin muutoksiin ja kartoittaessaan röntgenhoitajien lisäkoulutuksen tarvetta, kuin röntgenhoitajien koulutuskin, kun tieto työelämän tulevista osaamistarpeista lisääntyy.

4 Opinnäytetyön toteutus

4.1 Scoping-katsaus

Näyttöön perustuvan toiminnan ja tutkimustiedon lisääntyminen terveydenhuollossa on lisännyt kirjallisuuskatsausten määrää ja niissä käytettyjen menetelmien variaatiota. Katsausten tyypit vaihtelevat kirjallisuudessa tieteenaloittain ja myös tieteenalan sisällä, ja niitä luokitellaan käytettyjen menetelmien, tutkimusotteen, lähestymistavan tai prosessin mukaan. Kirjallisuuskatsaukset jaetaan yleisimmin kolmeen päätyyppiin, joita ovat kuvailevat katsaukset, systemaattiset katsaukset sekä meta-analyysi ja -synteesi. Vaikka katsaustyyppejä on useita, ne sisältävät tyypillisesti tietyt osat, jotka ovat kirjallisuuden haku ja arviointi, sekä aineiston perusteella tehty synteesi ja analyysi. Scoping-katsaus on yksi kuvailevan eli narratiivisen kirjallisuuskatsauksen alatyypin. Narratiiviset katsaukset pyrkivät kertomaan tai kuvaamaan aihealueen aikaisemman tutkimuksen laajuutta, syvyyttä ja määrää. (Suhonen & Axelin & Stolt 2016: 7-11.)

Scoping-katsauksen tarkoituksena on luoda perinpohjainen yleiskatsaus tiettyyn aihealueeseen ja siitä saatavilla olevaan kirjallisuuteen (Peters ym. 2020). Se on käyttökelpoinen menetelmä, kun halutaan tarkastella uutta, nousevaa tutkimusaihetta, josta julkaistua tutkimusta on vasta vähän. Scoping-katsaus soveltuu kartoittamaan ja tiivistämään aihealueesta tähän mennessä kerättyä näyttöä. (Aromataris & Munn 2020.) Siinä voidaan hyödyntää varsinaisen tutkimuskirjallisuuden lisäksi erilaisia lähteitä kuten esimerkiksi raportteja, konferenssijulkaisuja ja harmaata kirjallisuutta (Oulun yliopisto 2022). Scoping-katsaus voidaan tehdä myös esiselvityksenä jatkotutkimukselle, esimerkiksi systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle, jolloin sen avulla tutustutaan aihealueeseen liittyvän kirjallisuuden määrään ja laajuuteen, tai kartoitetaan olemassa olevassa tutkimustiedossa olevia aukkoja. Scoping-katsauksen käyttöaiheita ovat myös aihepiiriin liittyvien avainkäsitteiden selventäminen sekä ominaispiirteiden ja tekijöiden identifioiminen. Scoping katsauksissa voidaan myös tarkastella, miten tiettyyn aihealueeseen liittyvät tutkimukset on toteutettu. (Aromataris & Munn 2020.) Tämän opinnäytetyön menetelmäksi valittiin scoping-katsaus, koska tekoäly on vasta muutaman viime vuoden aikana tullut osaksi röntgenhoitajan työtä, joten opinnäytetyön aihealue on var-

sin uusi ja tulevaisuuteen suuntautuva. Koska kokemusta ja siten myös tutkimusta aiheesta voitiin tämän perusteella olettaa olevan rajoitetusti, halusi opinnäytetyöntekijä kirjallisuuskatsauksen menetelmän mahdollistavan erilaisten lähteiden, myös asiantuntijoiden näkemysten, mukaan ottamisen.

Joanna Briggs Institute (JBI) on tehnyt suosituksen scoping-katsauksen toteutuksesta viitekehysten mukaan (Aromataris & Munn 2020). Se on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 2. Scoping-katsauksen viitekehys (mukaillen Aromataris & Munn 2020)

1.	Tutkimuskysymysten jäsentäminen
2.	Tietolähteiden sisäänottokriteerien määrittäminen siten, että ne ovat linjassa tutkimuskysymysten kanssa
3.	Tietolähteiden haku- ja valintaprosessin sekä tiedonpoiminnan ja -esittämisen suunnitelman kuvaus
4.	Tietolähteiden etsintä
5.	Tietolähteiden valinta
6.	Tiedon uuttaminen
7.	Tiedon analysointi
8.	Tulosten esittäminen
9.	Tulosten yhteenveto suhteessa katsauksen tarkoitukseen ja johtopäätökset löydösten mahdollisista seurauksista

4.2 Tutkimuskysymysten jäsentäminen

Tutkimuskysymys ohjaa tiedonhakua ja hyvin muotoiltu tutkimuskysymys helpottaa tiedonhaun toteuttamista ja tietolähteiden sisäänottokriteereiden määrittelyä. JBI suosittelee scoping-katsausten tutkimuskysymysten jäsentämistä PCC-mallin mukaisesti, mikä on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 3. PCC-malli (mukaillen Aromataris & Munn 2020)

P = Population	Populaatio tai tarkasteltava ongelma
C = Concept	Tutkittava aihe tai käsite
C = Context	Asiayhteys tai konsepti

Scoping-katsauksessa on yleensä yksi päättökysymys, mutta lisäkysymys tai -kysymykset voivat auttaa perustelevaan tiedonhaun suuntaamista tiettyyn lisäkysymysten määrittelemään suuntaan. (Aromataris & Munn 2020.) Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymysten jäsentely on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 4. Tutkimuskysymysten jäsentely PCC-menetelmän mukaan

Miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan tehtäviin diagnostisessa kuvantamisessa?	P = röntgenhoitajan työ
	C = tekoäly
	C = diagnostinen kuvantaminen
Millaista osaamista tekoäly edellyttää röntgenhoitajalta diagnostisessa kuvantamisessa?	P = röntgenhoitajan osaaminen
	C = tekoäly
	C = diagnostinen kuvantaminen

4.3 Tietolähteiden sisäänottokriteerien määrittäminen

Ennen varsinaista kirjallisuushakua tulee määritellä kriteerit, joiden perusteella tietolähteet joko hyväksytään mukaan tutkimukseen tai hylätään, eli niin kutsutut tietolähteiden sisäänottokriteerit. Sisäänottokriteerien tulisi olla linjassa scoping-katsauksen otsikon sekä tutkimuskysymysten kanssa ja tarkoituksenmukaisia tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi. Lisäksi niiden tulisi sisältää yksityiskohtaiset linjaukset liittyen lähteiden ikään ja laatuun ottaen huomioon katsauksen tarkoitus ja rajaukset. (Aromataris & Munn 2020.)

Tähän scoping-katsaukseen otettiin mukaan korkeintaan viisi vuotta vanhoja julkaisuja, koska tekoälysovellusten kehitys on viime vuosina ollut nopeaa, ja tätä vanhemmat tutkimukset tuskin olisivat aiheen kannalta enää relevantteja. Käytännön syistä, eli opinnäytetyöntekijän kielitaidon takia, sisään otettavien tutkimusten kieleksi määriteltiin

suomi tai englanti. Loput rajaukset liittyivät suoraan opinnäytetyön aiheeseen ja tutkimuskysymyksiin sekä scoping-katsauksen menetelmänä mahdollistamaan harmaan kirjallisuuden luotettavuuden varmistamiseen. Taulukossa 5 on lueteltu opinnäytetyön tietolähteiden sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Taulukko 5. Tietolähteiden sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
<ul style="list-style-type: none"> • Julkaisu on korkeintaan viisi vuotta vanha • Julkaisukieli on suomi tai englanti • Tutkimukset liittyvät diagnostiiseen kuvantamiseen terveydenhuollossa • Tutkimukset liittyvät röntgenhoitajan osaamiseen tai tehtäviin ja tekoälyyn • Julkaisu on tunnetulta ja luotettavalta tekijältä tai asiantuntijalta 	<ul style="list-style-type: none"> • Julkaisu on yli viisi vuotta vanha • Tutkimus on muun kuin suomen- tai englanninkielinen • Tutkimuksessa ei käsitellä tekoälyn vaikutusta röntgenhoitajan osaamiseen tai tehtäviin • Julkaisun tekijän taustoja ei tunneta

4.4 Tiedonhaku ja tietolähteiden valinta

Tutkimuskysymysten PCC-mallin mukainen jäsentely auttaa löytämään tiedonhaun kannalta oleelliset avain- tai hakusanat (Aromataris & Munn 2020). Oleellisten hakusanojen tunnistamisen jälkeen niiden joukkoa lähdetään kasvattamaan kääntämällä hakusanat englanniksi ja etsimällä niiden mahdolliset synonyymit ja alakäsitteet. Hakusanojen kartoittamisen jälkeen niistä muodostetaan hakulausekkeita tiedonhaun perustyökaluja, kuten Boolean operaattorit, sulkeet, sanankatkaisu, fraasit tai läheisyysoperaattorit, tarpeen mukaan käyttäen. (Lehtiö & Johansson 2016: 36-41.) Tässä opinnäytetyössä hakusanoja ja -fraaseja olivat röntgenhoitajan tehtävät tai röntgenhoitajan osaaminen, tekoäly ja diagnostinen kuvantaminen. Taulukossa 4 on esitetty opinnäytetyön hakulausekkeiden muodostaminen PCC-mallin mukaan jäsennellyistä avainsanoista.

Taulukko 6. Hakulausekkeiden muodostaminen opinnäytetyön tiedonhakua varten

	P			C	C
	röntgenhoitajan tehtävät röntgenhoitajan osaaminen			tekoäly	Diagnostinen kuvantaminen
↑ OR ↓	Radiographer, Radiological technologist, radiography technician, mri technologist	Res- pon- si- bility, Role, Duty	Com- pe- tence, Skill, know- ledge	Artificial intelli- gence AI	Radiography, Magnetic reso- nance imaging, computed tomog- raphy, x-ray imaging, ultra sound
	← AND →				

Scoping-katsauksen luonteeseen kuuluu mahdollisuus hyödyntää laaja-alaisesti monenlaisia tietolähteitä, siksi scoping-katsauksen tiedonhaun tulisi käytettävissä oleva aika ja resurssit huomioon ottaen olla mahdollisimman perusteellinen. Tiedonhaku ja siihen tehdyt rajaukset tulisi raportoida ja perustella yksityiskohtaisesti. Tiedonhaku scoping-katsauksessa voi myös olla iteratiivista, kun tutkija tietoa etsiessään löytää uusia avainsanoja tai lähteitä ja liittää nämä hakustrategiaan. Tärkeintä kuitenkin on, että tiedonhaun strategia on läpinäkyvä ja toistettavissa oleva. JBL suosittelee tiedonhaun prosessin raportoimista PRISMA 2020 flow-diagrammin muodossa. (Aromataris & Munn 2020.)

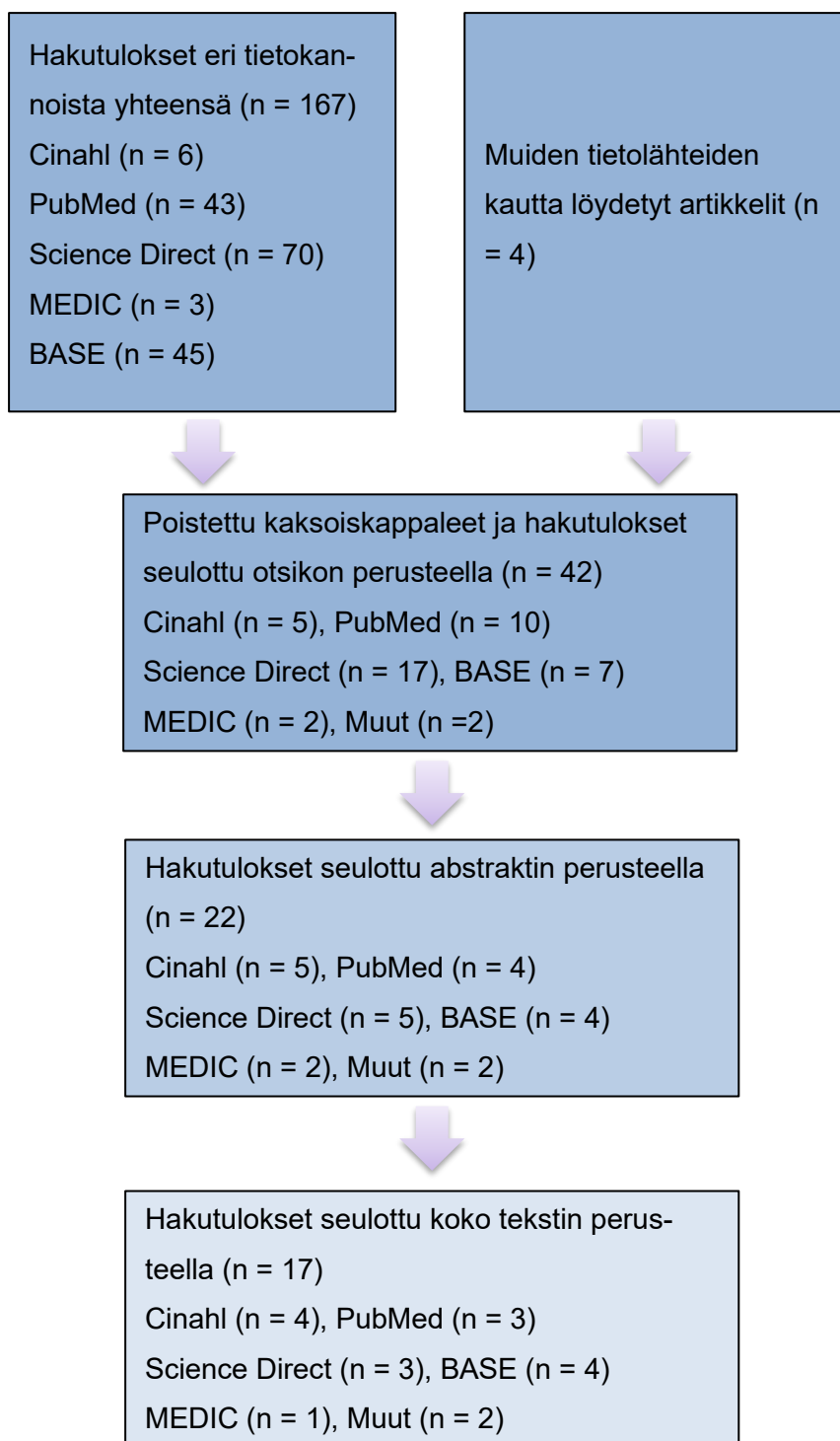
Tämän opinnäytetyön tiedonhaku toteutettiin lokakuussa 2023 Cinahl-, PubMed-, ScienceDirect- ja MEDIC-tietokannoissa, koska nämä tietokannat sisältävät artikkeliviitteitä lääketieteen ja hoitotieteen aloilta. Lisäksi tiedonhaku tehtiin BASE (Bielefeld Academic Search Engine) -hakukoneessa, joka on laaja-alainen hakukone vapaasti käytettävien, akateemisten aineistojen hakuun. BASE-hakukoneen kautta toivottiin löytyvän aineistoa laajemmin myös harmaan kirjallisuuden puolelta. Tiedonhaun systemaattisuuden lisäämiseksi hakulausekke pyrittiin pitämään mahdollisimman samanlaisena eri tietokannoissa. ScienceDirect-tietokantaa varten hakulauseketta jouduttiin kuitenkin yksinkertaistamaan, koska ScienceDirectin hakukenttä salli vähemmän Boolean operaattoreita yhteen hakulausekkeeseen. MEDIC-tietokantahakua varten hakulauseketta

karsittiin rajusti, jotta hakutuloksia ylipäättään saatiin. Toisaalta tiedonhaussa hyödynnettiin tietokantojen tarjoamaa mahdollisuutta sisällyttää hakusanojen synonyymit hakuihin, jolloin käytännössä kaikissa tietokannoissa hakusanat kattoivat aihealueen mahdollisimman laajalti. Taulukossa 6. on esitetty eri tietokannoissa käytetyt hakulausekkeet.

Taulukko 7. Eri tietokannoissa käytetyt hakulausekkeet

Tietokanta / hakukone	Hakulauseke
Cinahl	(radiographer OR "radiologic technologist" OR "diagnostic radiographer" OR "mri technologist") AND (roles OR responsibilities OR duties OR jobs) AND (skills OR competence OR knowledge) AND (AI OR "artificial intelligence") AND (radiography OR "diagnostic imaging" OR "medical imaging" OR mri OR "computed tomography" OR "x-ray imaging" OR ultrasound)
PubMed	(radiographer OR "radiologic technologist" OR "diagnostic radiographer" OR "mri technologist") AND (roles OR responsibilities OR duties OR jobs) AND (skills OR competence OR knowledge) AND (AI OR "artificial intelligence") AND (radiography OR "diagnostic imaging" OR "medical imaging" OR mri OR "computed tomography" OR "x-ray imaging" OR ultrasound)
ScienceDirect	(radiographer OR "mri technologist") AND (responsibilities OR duties) AND (skills OR knowledge) AND ("artificial intelligence") AND (radiography OR "diagnostic imaging")
MEDIC	radiografi* AND tekoäi*
BASE	(radiographer OR "radiologic technologist" OR "diagnostic radiographer" OR "mri technologist") AND (roles OR responsibilities OR duties OR jobs) AND (skills OR competence OR knowledge) AND (AI OR "artificial intelligence") AND (radiography OR "diagnostic imaging" OR "medical imaging" OR mri OR "computed tomography" OR "x-ray imaging" OR ultrasound)

Koska Scoping-katsaus menetelmänä sallii systemaattista kirjallisuuskatsausta vapaamman tiedonhaun, artikkeleita etsittiin myös perehtymällä tietokantojen tarjoamiin hakutulosten kanssa samankaltaisiin artikkeleihin, ja jo löydettyjen artikkelien lähde luetteloon. Tätä kautta löydetty tietolähteet on esitetty PRISMA 2020 flow-diagrammissa otsikon "Muiden tietolähteiden kautta löydetty artikkelit" alla. kuviossa 1. on esitetty opinnäytetyön tiedonhaun prosessi PRISMA 2020 flow-diagrammin muodossa.



Kuvio 1. Tiedonhaun prosessi

4.5 Tiedon uuttaminen ja laadunarviointi

Scoping-katsauksessa tiedon uuttaminen tapahtuu taulukoimalla keskeiset tiedot tutkimuksista. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi kirjoittajat, julkaisuvuosi, maa, tutkimuksen tarkoitus tai tavoitteet, tietoaaineisto, tutkimusmetodi, interventio yksityiskohtineen ja tulokset sekä avainlöydökset suhteessa tutkimuskysymyksiin. (Aromataris & Munn 2020.) Tietolähteiden taulukointi voi myös olla jatkuva, iteratiivinen prosessi, jolloin taulukointi auttaa tutkijaa hahmottamaan lähteiden relevanttisuutta suhteessa tutkimuskysymyksiin. Tärkeintä on, että tiedon uuttaminen tapahtuu läpinäkyvästi ja selkeästi. (Aromataris & Munn 2020.) Tähän scoping-katsaukseen mukaan otetuista tietolähteistä tiedon uuttamista varten tehdyt taulukot on esitetty liitteessä 1.

Kirjallisuuskatsaukseen mukaan otettavien artikkelien kriittinen arviointi on oleellinen osa katsausta, ja arvioinnin kautta voidaan perustella niissä esitettyjen tutkimustulosten painoarvoa katsauksessa erityisesti silloin, jos tulokset ovat ristiriitaisia. Artikkelien arvioinnin avuksi on kehitetty erilaisia kriteereitä ja pisteytystaulukoita. (Lehtiö & Johansson 2016: 31; Lemetti & Ylönen 2016: 67, 74). Tähän scoping-katsaukseen mukaan otetut artikkelit arviointiin ja pisteytettiin Hawkerin, Paynen, Kerrin, Hardeyn ja Powellin 2002 kehittämän menetelmän mukaisesti. Tämän menetelmän mukaisessa laadunarvioinnissa tutkimusartikkeleista arvioidaan yhdeksän eri osa-alueetta, joista kustakin artikkelin on mahdollista saada 1-4 pistettä. Kullekin pistemäärälle on esitetty selkeät kriteerit. Tähän scoping-katsaukseen mukaan otetut artikkelit saivat 16-36 pistettä. Liitteen 2. taulukossa on esitetty kustakin mukaan otetusta artikkelista arvioidut yhdeksän osa-alueetta, niiden Hawker ym. 2002 mukaiset pisteytyskriteerit sekä kunkin tutkimusartikkelin eri osa-alueista saamat laadunarviointipisteet.

4.6 Tiedon analysointi

Laadullinen sisällönanalyysi tehdään joko aineistolähtöisesti, jolloin puhutaan induktiivisesta lähestymistavasta, tai teorialähtöisesti, jolloin puhutaan deduktiivisesta lähestymistavasta. Induktiivista sisällönanalyysiä tehdessään tutkija tuottaa tietoaaineiston sisällön luokittelurungon aineistolähtöisesti itse, kun taas deduktiivisessä sisällönanalyysissä tutkijan ensin luoma luokittelumatriisi ohjaa analyysin toteutusta. (Elo & Kajula & Tohmola & Kääriäinen 2022: 215-217.) Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä kirjallisuuskatsauksen tiedon analysointi tapahtuu järjestelemällä ja tekemällä yhteenvetoja katsaukseen valittujen artikkeleiden tietosisällöstä. Tutkija tunnistaa ja nimeää aineis-

tosta esiin nousevia tutkimuskysymysten kannalta oleellisia elementtejä, analyysiyksiköitä, joita voivat olla yksittäiset sanat, lauseet tai ajatuskokonaisuudet. Analyysiyksiköt pelkistetään ja luokitellaan samanlaisuuksien ja erilaisuuksien mukaan, jonka jälkeen ne ryhmitellään alaluokiksi, siitä edelleen yläluokiksi ja tarvittaessa vielä pääluokiksi. Lopuksi pyritään muodostamaan ryhmittelyiden perusteella yksittäisistä tutkimustuloksista yleisempi kuva. (Kangasniemi & Pölkki 2016: 87; Niela-Vilen & Hamari 2016: 30-31.)

Tässä opinnäytetyössä tiedon analysointi toteutettiin induktiivisen sisällönanalyysin menetelmällä. Analyysi aloitettiin poimimalla kirjallisuuskatsauksen aineistoksi valikoituneista artikkeleista tutkimuskysymyksiin vastaavat ilmaisut. Tämän jälkeen ilmaisut pelkistettiin poistamalla niistä täytesanat ja samalla myös englanninkieliset ilmaukset käännettiin suomen kielelle. Pelkistys ja kääntäminen pyrittiin toteuttamaan siten, että ilmaisujen alkuperäinen asiasisältö ei muuttunut, eikä opinnäytetyön tekijä tehnyt omia tulkintoja. Mikäli alkuperäisilmaisuissa oli esimerkiksi lueteltu useita vastauksia, yhdestä ilmaisusta muodostui useampia pelkistyskäsitteitä. Taulukossa 7. on esimerkki alkuperäisilmauksen pelkistyksestä tässä opinnäytetyössä.

Taulukko 8. Alkuperäisilmauksen pelkistys

Alkuperäisilmaus	Pelkistys
AI could improve MRI protocol selection (n = 90, 91.8%), reduce the scan time (n = 64, 65.3%), and enhance image post-processing (n = 78, 79.5%).	Tekoäly voi parantaa mri-protokollien valintaa
	Tekoäly voi lyhentää kuvausaikoja
	Tekoäly voi tehostaa kuvien jälkikäsittelyä

Seuraavassa vaiheessa pelkistykset luokiteltiin niiden asiasisällön samankaltaisuuksien perusteella alaluokkiin, jotka nimettiin siten, että alaluokan nimi kuvasi mahdollisimman tarkasti siihen sisältyvien pelkistysten sisältöä. Lopuksi muodostuneita alaluokkia vertailtiin keskenään ja ryhmiteltiin samankaltaisuuksien mukaan yläluokkiin, joiden avulla voitiin vastata tutkimuskysymyksiin.

5 Tulokset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää miten tekoäly vaikuttaa röntgenhoitajan tehtäviin, ja millaista osaamista tekoälyintegraatio edellyttää röntgenhoitajalta diagnostisessa kuvantamisessa. Kirjallisuuskatsauksen aineistolähtöisen sisällönanalyysin tuloksena syntyi kolme pääluokkaa: Tekoälyn vaikutukset röntgenhoitajan työhön, Tekoälyintegraation röntgenhoitajalta edellyttämä osaaminen ja Röntgenhoitajan muuttuva rooli.

5.1 Tekoälyn vaikutukset röntgenhoitajan työhön

5.1.1 Tekoäly röntgenhoitajan apuna

Kirjallisuuskatsauksen aineiston induktiivisen sisällönanalyysin tuloksena tekoälyn vaikutuksista röntgenhoitajan työhön nousi tekoälyyn liittyviä ominaisuuksia, jotka voivat avustaa röntgenhoitajaa työssään. Tekoäly voisi hoitaa röntgenhoitajan työhön kuuluvia rutiinitehtäviä lisäämällä automatisaatiota toistuvissa päätöksentekotilanteissa (Metsälä & Blomqvist & Patanen 2020: 8), kuten esimerkiksi kuvausprotokollan valintaan tietojen ja lähetteen perusteella (Abuzaid & Tekin & Reza & Elhag & Elshami 2021a:85; Hardy & Harvey 2019: 3). tai varjoaineen annostelu ja ruiskutusnopeus (Rainey ym. 2022: 349).

Paisi lisäämällä automaatiota työn eri vaiheissa tekoäly nopeuttaa röntgenhoitajan työtä myös teknisesti erityisesti magneettikuvauksessa kuvausaikoja lyhentämällä (Abuzaid ym. 2021a: 85). Samalla tekoälyn odotetaan auttavan parantamaan röntgenhoitajan työn laatua vähentämällä inhimillisiä virheitä (Akudjedu ym. 2023: 111; Antwi & Akudjedu & Botwe 2021: 6; Beegle & Hasani & Maass-Moreno & Saboury & Siegel 2022: 6; Hardy & Harvey 2019: 3) ja yhtenäistämällä radiografian käytäntöjä (Akudjedu ym. 2023: 111; Al-Naser 2023; Malamatineou ym. 2021: 560; Ng ym. 2022: 559; Rainey ym. 2022: 360), sekä parantamalla kuvanlaatua potilaan sädeannoksen samalla jopa laskiessa (Abuzaid ym. 2021a: 86; Akudjedu ym. 2023: 108-112; Al-Naser 2023; Botwe ym. 2021a: 863-865; Botwe & Antwi & Arkoh & Akudjedu 2021b; 264; Malamatineou ym. 2021: 59; Rainey ym. 2022: 358; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 77; Sharip & Zakaria & Sam & Masoud & Junaidi 2023: 256).

Tekoälyn odotetaan tehostavan työnkulkua ja vähentävän röntgenhoitajan hallinnollisten töiden määrää (Ng ym. 2022: 558; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021:75) esimer-

kiksi tekemällä potilaskirjaukset (Hardy & Harvey 2019: 2) tai automatisoimalla ajanvaraukset potilaan toiveiden tai kiireellisyyden mukaan samalla optimoiden työnkulkua (Beegle ym. 2022: 4; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021). Vaikka tekoäly pääasiassa odotetaan avustavan röntgenhoitajaa muualla kuin potilaanohjauksessa tutkimusten aikana, nähtiin tekoälyllä kuitenkin potentiaalia myös potilaanohjauksessa erityisesti isotooppikuvauksessa, kun potilas on merkkiaineen saatuaan radioaktiivinen ja röntgenhoitajan olisi omaa sädeannosta pienentääkseen hyvä pitää etäisyyttä potilaaseen, tekoälyä hyödyntävä botti voisi vastailla potilaan kysymyksiin ja vähentää potilaan ahdistusta (Beegle ym. 2022: 5).

5.1.2 Röntgenhoitajan työtä haastavat tekijät

Kirjallisuuskatsauksen sisällönanalyysistä nousi esiin myös tekijöitä, joiden voidaan katsoa haastavan röntgenhoitajan ammattitaitoa ja työtä tai jopa uhkaavan koko ammatin olemassaoloa. Yhtenä haasteena nähtiin röntgenhoitajan työn sisällön köyhtyminen ja teknisen osaamisen väheneminen tekoälyintegraation myötä (Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 78; Akudjedu ym. 2023: 113). Haasteena röntgenhoitajille nähtiin kuvausten nopeutuessa potilaiden määrän ja sitä kautta myös työn määrän lisääntyminen (Hardy & Harvey 2019: 1; Rainey ym. 2022: 357). Tekoälyn tekninen toimivuus ja tekoälyyn luonteeseen liittyvät mahdolliset harhat ja läpinäkyvyyden puute koettiin myös ongelmallisena, kun röntgenhoitajan päätöksentekoa siirretään tekoälylle (Coakley ym. 2022: 947; Ng ym. 2022: 558-560; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 79-81). Tähän liittyen nousi lisää eettisiä kysymyksiä liittyen vastuisiin sekä sääntelyn puutteeseen (Al-Naser 2023; Ng ym. 2022: 560; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 75-79).

Tekoälysovellusten määrän joka tapauksessa lisääntyessä nopeasti radiografiassa haasteita aiheuttaa myös tekoälyyn liittyvän koulutuksen puute ja saatavuus (Abuzaid ym. 2021a: 85; Abuzaid ym. 2021b: 1048; Aldhafeeri 2022: 6; Akudjedu ym. 2023: 113-114; Antwi & Akudjedu & Botwe 2021: 3-8; Botwe ym. 2021a: 865; Botwe 2021b: 266; Beegle & Hasani & Maass-Moreno & Saboury & Siegel 2022: 8; Coakley ym. 2022: 946-947; Hardy & Harvey 2019: 4-5; Metsälä & Blomqvist & Patanen 2020: 10; Ng ym. 2022: 560-561; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 10). Myös jonkin verran huolta aiheuttaa röntgenhoitajien työpaikkojen väheneminen, kun osa työtehtävistä siirtyy tekoälylle. Erityisesti tämä huoli näkyi intialaisten ja afrikkalaisten röntgenhoitajien vastauksissa (Abuzaid ym. 2021b: 1049; Antwi & Akudjedu & Botwe 2021: 5-6; Botwe ym. 2021a: 863; Botwe 2021b: 264), kun taas englantilaiset röntgenhoitajat eivät olleet yhtä huolissaan työpaikoistaan (Rainey ym. 2022: 359).

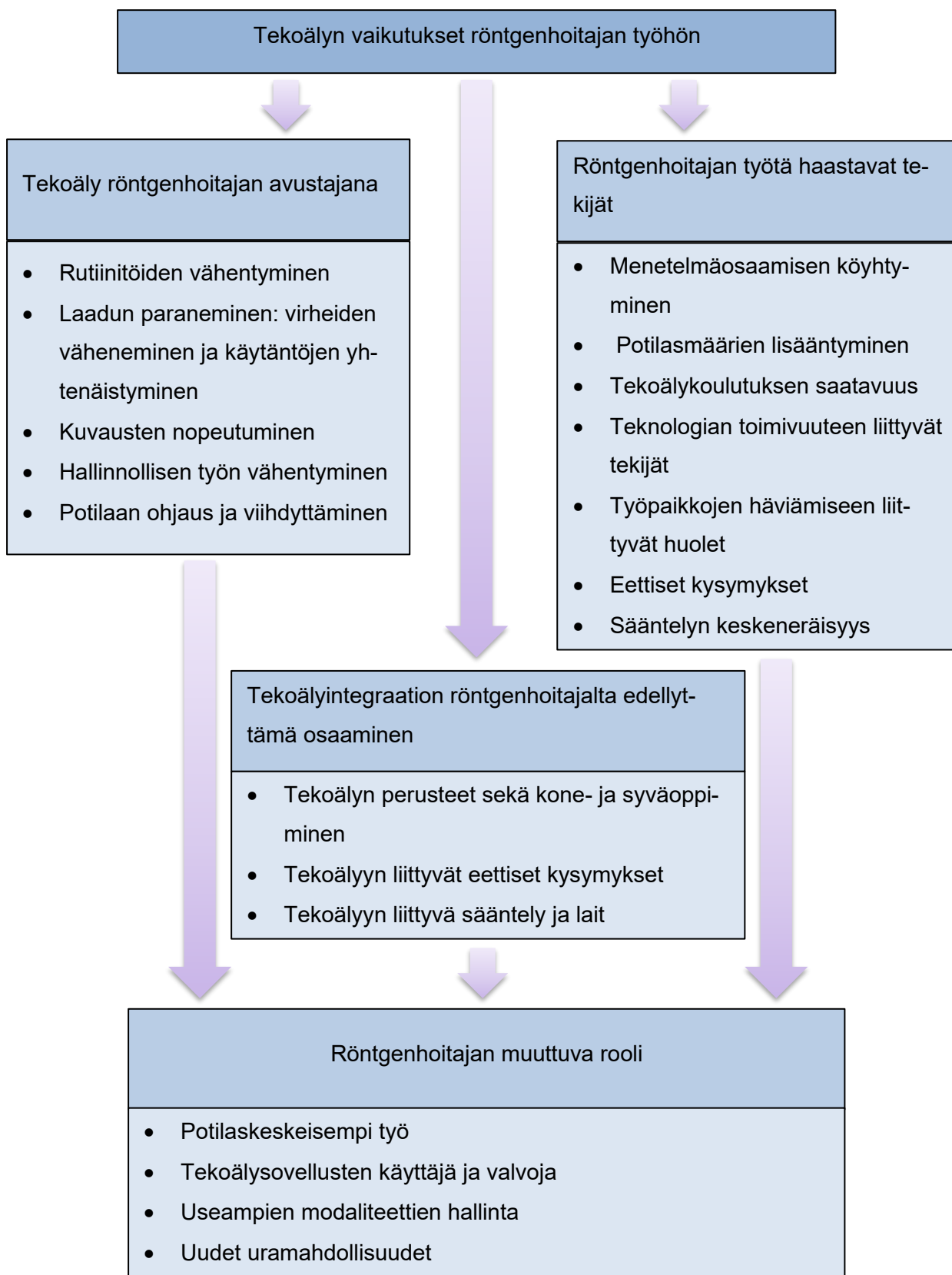
5.2 Tekoälyintegraation röntgenhoitajalta edellyttämä osaaminen ja röntgenhoitajan muuttuva rooli

Tämän kirjallisuuskatsauksen sisällönanalyysissä nousi esiin huutava tarve röntgenhoitajien tekoälyyn liittyvästä koulutuksesta paitsi perustutkintotasolla niin myös valmiiden röntgenhoitajien täydennyskoulutuksessa (Abuzaid ym. 2021a: 85-86; Hardy & Harvey 2019: 4; Metsälä & Blomqvist & Patanen 2020: 9-12; Ng ym. 2022: 560; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 81). Röntgenhoitajien tulisi saada koulutusta tekoälyn peruskäsitteistä sekä kone- ja syväoppimisesta paitsi voidakseen käyttää tekoälysovelluksia turvallisesti, mutta myös siksi, että uudesta teknologiasta voidaan saada täysi hyöty irti (Hardy & Harvey 2019: 4). Koulutuksen kautta röntgenhoitajien tulisi kyetä ymmärtämään, miten tekoälyalgoritmit tekevät päätöksiä, ja minkä tyyppisiä virheitä tai harhoja tekoälyyn itsessään liittyy. Lisäksi röntgenhoitajilla tulisi olla tietoa tekoälyn koulutuksessa käytettävän datan kuratoinnista ja laatutekijöistä, tekoälyn integraatiosta ja hallinnoinnista, kuin myös tekoälyyn liittyvistä eettisistä kysymyksistä sekä lainsäädännöstä. (Beegle ym. 2022: 8-9.)

Tekoälyä käyttävien järjestelmien yleistyminen tulee vaikuttamaan röntgenhoitajien työhön kaikilla modaaliteeteilla. Mikäli tekoälyintegraatio ja sen myötä automaatio saavuttavat täyden potentiaalinsa radiografiassa, röntgenhoitajan työssään kuvantamisen laitteiden käyttäjänä suorittamat yksittäiset tehtävät tulevat merkittävästi vähenemään. (Hardy & Harvey 2019: 2-3.) Tämän seurauksena ennakoidaan röntgenhoitajan roolin potilaan ohjaamisessa ja hoidossa lisääntyvän, koska tekoäly ei ainakaan vielä kykene sen tasoiseen keskusteluun, potilaan rauhoitteluun ja hoitoon, mitä potilaat terveydenhuollon ammattilaisilta odottavat (Abuzaid ym. 2021a: 85; Hardy & Harvey 2019: 4; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 75) Vaikka röntgenhoitajan tehtävät kuvantamisen laitteiden käyttäjänä vähenevät ja röntgenhoitajan rooli operaattorina muuttuu enemmän laitteiden käyttäjästä niiden valvojaksi, vastuu itse kuvantamistapahtumasta ja potilaasta säilyy edelleen röntgenhoitajalla. Samalla yhden röntgenhoitajan odotetaan osaavan operoida ja valvoa useampia modaaliteetteja ja liikkua joustavasti niiden välillä. (Hardy & Harvey 2019: 4). Tekoälyteknologian lisääntyminen kuvantamisessa voi avata röntgenhoitajille lisäkoulutuksen kautta myös aivan uusia uramahdollisuuksia esimerkiksi tekoälysovellusten kehittämisessä, käyttöönotossa tai auditoinnissa sekä datan tuottamisessa ja kalibroinnissa uusia tekoälysovelluksia varten (Ng ym. 2022).

5.3 Yhteenveto

Kuviossa 2. on esitetty yhteenveto tämän kirjallisuuskatsauksen tuloksista.



Kuvio 2. Kirjallisuuskatsauksen tulosten yhteenveto

6 Pohdinta

6.1 Tulosten pohdinta

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, miten tekoäly muuttaa röntgenhoitajan työtä, ja mitä uutta osaamista röntgenhoitajat tekoälyn integraation myötä tarvitsevat. Kirjallisuushaun tuloksena löytyi tutkimuksia röntgenhoitajien oman työnsä asiantuntijoina esittämistä näkemyksistä ja odotuksista tekoälyyn liittyen, sekä akateemisten asiantuntijoiden kirjallisuuteen perustuvia ajatuksia ja visioita. Varsinaista muu-
tosta työhönsä diagnostisessa kuvantamisessa röntgenhoitajat eivät tekoälyn vielä raportoineet tuoneen, mutta selvästi röntgenhoitajat olivat havainneet tekoälyä hyödyntävien sovellusten olevan tulossa tai jo tulleen osaksi kuvantamislaitteiden ohjelmistoja, mikä näkyi siinä, että tekoälyyn liittyvän koulutuksen saaminen sekä perustutkinto- että jatko- ja täydennyskoulutustasoille mahdollisimman nopeasti nähtiin tarpeellisena.

Viime vuosina sekä akateeminen maailma että yritykset ovat esittäneet runsaasti visioita siitä, miten tekoälyä voitaisiin diagnostisessa kuvantamisessa hyödyntää. Suurin osa näistä ajatuksista ja sovelluksista on liittynyt kuvien tulkintaan ja lausumiseen, eli pääasiassa radiologin työn avustamiseen, mutta kasvavassa määrin tekoälyä hyödyntäviä sovelluksia on tullut tai tulossa myös röntgenhoitajan käyttöön ja avuksi. Ensimmäisen röntgenhoitajan päätöksenteon avuksi kehitetyn teknisen sovelluksen voidaan ajatella olevan valotusautomaatti, joka otettiin kliiniseen käyttöön 1980-luvulla. Näin olen röntgenhoitajat ovat jo useiden vuosikymmenien aikana tottuneet ottamaan käyttöön uutta tekniikkaa (Hardy & Harvey 2019: 2.) Tämä varmasti osaltaan selittää sitä, että kirjallisuuskatsauksen aineiston perusteella röntgenhoitajat suhtautuvat tekoälyjärjestelmiin pääasiassa myönteisesti (Akudjedu ym. 2023: 110; Ng ym. 2022: 554; Antwi & Akudjedu & Botwe 2021: 3; Botwe 2021b: 260; Aldhafeeri 2022: 3; Coakley ym. 2022: 943; Sharip ym. 2023: 255), mutta myös sitä, että tekoälyä hyödyntävät sovellukset ovat hiipineet röntgenhoitajien käyttöön lähes huomaamatta ja osa röntgenhoitajista koki vaikeaksi erottaa, mitkä käytössä olevista sovelluksista todellisuudessa pohjautuvat tekoälyyn (Rainey ym. 2022: 357; Ng ym. 2022: 557-558; Coakley ym. 2022: 945).

Tämän kirjallisuuskatsauksen tuloksissa korostui näkemys, että tekoälyn integraation edistyessä ja tekoälyn ottaessa hallintaansa yhä enemmän kuvantamisen laitteita, röntgenhoitajan työ muuttuu potilaskeskeisemmäksi. Tätä perusteltiin erityisesti sillä, että tekoälyjärjestelmät eivät vielä kykene saman tasoiseen keskusteluun tai potilaan rauhoitteluun, mihin hoitohenkilökunta kykenee. (Abuzaid ym. 2021a: 85; Hardy & Harvey

2019: 4; Ryan & O'Donovan & McNulty 2021: 75.) Tekoäly myös vähentää itse kuvauksiin kuluvaan aikaan, joten voidaan ajatella, että tällöin röntgenhoitajan olisi mahdollista keskittyä enemmän potilaan hoitoon ja ohjaukseen. Toisaalta yleisesti tiedossa on jatkuva tarve tehostamiseen terveydenhuollon kustannusten hillitsemiseksi, minkä seurauksena työnantajat varmasti pyrkivät ulosmittaamaan tekoälyn säästämällä ajan potilasmäärien lisäämiseen. Työtahdin kiihtymisellä ja työmäärän lisääntymisellä voi olla pidemmän päälle negatiivinen vaikutus röntgenhoitajien työtyytyväisyyteen ja työssä jaksamiseen (Hardy & Harvey 2019: 1).

Kirjallisuuskatsauksen aineistosta nousi esille kehittyvistä maista kotoisin olevien röntgenhoitajien länsimaisia kollegoitaan suurempi huoli liittyen tekoälyjärjestelmien käyttöönoton vaikutuksiin röntgenhoitajien työllisyyteen ja potilastietojen väärinkäyttöön. (Botwe ym. 2021a: 861; Abuzaid ym. 2021b: 1045; Antwi & Akudjedu & Botwe 2021: 1; Botwe 2021b: 260; Aldhafeeri 2022: 1). Paikallisia oloja tarkemmin tuntematta on vaikea arvailla syitä, miksi erityisesti intialaiset ja afrikkalaiset röntgenhoitajat pelkäsivät tekoälyn käytön lisääntymisen vaikuttavan negatiivisesti työllisyyteen. Toisaalta aineiston perusteella tekoäly voi avata röntgenhoitajille myös uusia uramahdollisuuksia ja niiden hyödyntämisessä korostuu erityisesti röntgenhoitajien oma innovatiivisuus ja aktiivisuus (Rainey ym. 2022). Tekoälyn opettaminen vaatii valtavat määrät dataa ja siksi onkin helppo ymmärtää, miksi potilasdatan hyödyntäminen maista, joissa tietosuoja on lainsäädännöllisesti heikommalla tasolla, voi houkuttaa joitakin sovellusvalmistajia. Euroopassa luotetaan todennäköisesti yleisen tietosuoja-asetuksen (GDPR, General Data Protection Regulation) suojaavan potilasdataa myös tekoälyn aikakaudella.

Kirjallisuuskatsauksen aineisto kerättiin lokakuussa 2023 ja siinä korostui yleismaailmallisesti lainsäädännön ja sääntelyn jälkeensä jääneisyys suhteessa tekoälyn kehitykseen. Euroopan parlamentti hyväksyi maaliskuussa 2024 tekoälyasetuksen, joka on maailman ensimmäinen kattava tekoälylaki. Asetuksessa tekoälyjärjestelmien valmistajille ja käyttäjille asetetaan erilaisia velvoitteita, jotka riippuvat järjestelmien aiheuttamasta riskistä. Lääkinnälliset laitteet kuuluvat korkeimpaan riskiluokkaan ja niitä koskee tällöin korkein sääntelyn aste. Asetuksella Euroopan parlamentti haluaa muun muassa varmistaa Euroopan Unionissa käytössä olevien tekoälyjärjestelmien turvallisuuden siten, että ne ovat ihmisen valvonnassa, eivät automaattisia. Lakia aletaan soveltaa täysin kahden vuoden kuluttua. (Euroopan parlamentti 2024.) On mielenkiintoista nähdä, miten lakia tullaan soveltamaan suhteessa röntgenhoitajan työhön ja aiheuttaako se muutoksia käytäntöihin tai esimerkiksi kirjauksiin.

Voidaan kysyä, voisivatko röntgenhoitajat vain ottaa tekoälysovelluksia käyttöön ja suhtautuen niihin kuten muihinkin työtä helpottaviin kuvantamistekniikan edistysaskeliin. Tekoälyä hyödyntävät sovellukset ovat kuitenkin perustavalla tavalla erilaisia kuin aikaisemmat teknologiat. Esimerkiksi edellä mainittu valotusautomaatti, jonka tehtävänä on mitata kuvareseptorille tuleva säteily ja katkaista säteilyn tuotto, kun säteilyn määrä on kuvanmuodostukseen riittävä (Tapiovaara & Pukkinen & Miettälä 2004: 41), on toiminnaltaan läpinäkyvä ja sen toimintaa on ihmisen mahdollista kontrolloida kynnsarvoa säätämällä. Tekoäly taas perustuu syväoppivaan hermoverkkoon, jota voidaan verrata mustaan laatikkoon, koska ihmiselle ymmärrettävässä muodossa on ainoastaan mustaan laatikkoon menevä tekoälyn opetusdata ja sieltä ulos tuleva tulos. Se, miten tekoäly opetusdatasta ”oppii” ja siis tuloksen muodostaa tapahtuu numeerisessa muodossa, toisin sanoen ihmiseltä piilossa. Samalla kun tekoäly kykenee oppimaan, se ei kuitenkaan varsinaisesti ymmärrä oppimaansa, eikä esimerkiksi pysty siirtämään oppimaansa sellaisen datan käsittelyyn, mitä koulutusdataan ei ole sisältynyt. Tekoälyä integroivat sovellukset ovat myös täysin riippuvaisia niiden opetuksessa käytetyn datan laadusta, ja sitä kautta alttiita erilaisille vinoumille. (Huhtanen ym. 2020: 1957-1959; Hänninen 2022: 245-247.) Röntgenhoitaja työskentelee potilaan ja teknologian rajapinnassa ja on näin ollen ensi linjassa havaitsemassa teknologiaan liittyviä ongelmia, siksi on ensi arvoisen tärkeää, että röntgenhoitajilla on riittävä ymmärrys käyttämästään teknologiasta ja siihen mahdollisesti liittyvistä ongelmista. Kirjallisuuskatsauksen aineistosta nousee esiin, että tekoälyn aikakaudella vastuu itse kuvantamistapahtumasta säilyy röntgenhoitajalla kuten ennenkin, ja tekoälysovellukset vain avustavat röntgenhoitajaa automatisoimalla erilaisia työvaiheita (Hardy & Harvey 2019: 4). Näkemys on yhteensopiva myös EU:n uuden tekoälyasetuksen kanssa ja näin ollen röntgenhoitajalla on siis oltava riittävä tieto ja ymmärrys tekoälyn toiminnasta, jotta hän voi turvallisesti käyttää tekoälyyn pohjautuvaa teknologiaa ja tämän vastuun kantaa.

Löytyikö tästä kirjallisuuskatsauksesta vastaus tutkimuskysymyksiin? Vastaus on kyllä ja ei. Kirjallisuudesta löytyi runsaasti näkemyksiä ja visioita siitä, miten tekoäly tulee muuttamaan röntgenhoitajan työtä ja millaista uutta osaamista röntgenhoitajat tulevat tekoälyn aikakaudella tarvitsemaan, mutta varsin vähän mitään mullistavaa konkretiaa. Toistaiseksi tekoälyn vaikutukset röntgenhoitajan työssä ovat varsin arkipäiväisiä, eli esimerkiksi magneettikuvauksessa se on yksi keino muiden joukossa, millä nopeuttaa kuvauksia ja parantaa kuvanlaatua, tai tietokonetomografiassa se esimerkiksi auttaa röntgenhoitajaa asettelemaan potilaan isosentriin.

Tekoälyä käsittelevä opinnäytetyö ei voisi olla täydellinen ilman, että itse tekoälyltä kysytään, mitä mieltä se on opinnäytetyön aiheesta. Niinpä pyysin ChatGPT:tä kertomaan lyhyesti, miten tekoäly tulee muuttamaan röntgenhoitajan työtä. ChatGPT vastasi: ” Tekoäly parantaa röntgenhoitajan työn tehokkuutta ja tarkkuutta auttamalla kuvien nopeassa analysoinnissa, automatisoimalla rutiinitehtäviä ja kehittämällä uusia, potilasystävällisempiä kuvantamismenetelmiä.” Tekoäly siis päätyi varsin saman kaltaiseen näkemykseen kuin opinnäytetyön tekijä.

6.2 Luotettavuus ja eettisyys

Kirjallisuuskatsausta toteutettaessa eettisyys ja luotettavuus liittyvät vahvasti toisiinsa ja niitä voidaan parantaa, kun koko prosessi tutkimuskysymyksistä johtopäätöksiin etenee johdonmukaisesti ja läpinäkyvästi. Luotettavuuden kannalta keskeinen tekijä on aineiston valinta. Jos tutkija tarkoituksella tai tiedostamattaan valitsee aineistoa tarkoituksellisesti, luotettavuus heikkenee. Myös kuvailun rakentaminen on subjektiivinen prosessi ja samasta aineistosta eri tutkijat voivat päätyä erilaisiin johtopäätöksiin. (Kangasniemi ym. 2013: 297-298.)

Tämä opinnäytetyö pyrittiin toteuttamaan hyvän tieteellisen käytännön (HTK) perusperiaatteiden mukaan. Nämä periaatteet ovat eurooppalaisen tutkimuseettisen ohjeistuksen mukaan luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuunkanto (Allea 2020). Tutkimuseettinen toimikunta (TENK) on julkaissut päivitetyn HTK-ohjeen 2023 (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023), johon nämä perusperiaatteet sisältyvät, ja jonka noudattamiseen opinnäytetyöntekijä oli sitoutunut. Opinnäytetyön luotettavuus pyrittiin varmistamaan toteuttamalla opinnäytetyö hyväksytyyn suunnitelman pohjalta ja perehtymällä siinä käytettyihin menetelmiin huolellisesti. Opinnäytetyön vaiheet tiedonhausta sisälönanalyysiin ja johtopäätöksiin pyrittiin raportoimaan selkeästi ja läpinäkyvästi. Opinnäytetyö raportoitiin muiden työtä kunnioittaen viittamaalla muiden julkaisuihin asianmukaisesti.

Kirjallisuuskatsaukseen mukaan otetuille artikkeleille tehtiin laadunarviointi, minkä perusteella osa tutkimusartikkeleista sai selvästi alempia pisteitä. Näidenkin artikkelien mukaan ottaminen oli kuitenkin perusteltua, koska tutkimusaihe oli uusi ja tulevaisuutta kartoittava, jolloin esimerkiksi alaa tuntevien asiantuntijoiden näkemyksillä oli painoarvoa. Kun tekoälyjärjestelmien käyttö tulevaisuudessa diagnostisessa radiografiassa lisääntyy ja tekoälyn vaikutukset röntgenhoitajan työhön konkretisoituvat, aiheesta saadaan varmasti uusia, konkreettisia tutkimustuloksia.

7 Johtopäätökset ja jatkotutkimushaasteet

Tämän opinnäytetyön perusteella voidaan esittää seuraavat johtopäätökset:

- Tekoäly avustaa röntgenhoitajaa yhä enemmän kuvantamistutkimusten teknisessä toteuttamisessa vähentäen inhimillisiä virheitä ja parantaen työn teknistä laatua, mutta ei juurikaan potilaan ohjauksessa ja hoidossa, minkä seurauksena röntgenhoitajan työ painottuu aikaisempaa enemmän potilastyöhön.
- Tekoälyintegraation lisääntyessä röntgenhoitaja toimii yhä enemmän tekoälyjärjestelmien käyttäjänä ja valvojana. Vastuu kuvantamistapahtumasta kokonaisuudessaan säilyy jatkossakin röntgenhoitajalla.
- Tekoäly on jo tullut osaksi monien röntgenhoitajien päivittäisiä työvälineitä, mutta monilta puuttuu tekoälyyn liittyvä koulutus. Röntgenhoitajat tarvitsevat tekoälykoulutusta niin perustutkinto- kuin jatko- ja täydennyskoulutustasollekin.
- Tekoäly nopeuttaa kuvantamistutkimuksia ja lisää potilasmääriä, jolloin vaarana on röntgenhoitajien työtyytyväisyyden väheneminen tai jopa uupuminen työkuorman kasvaessa.

Tänä päivänä tekoäly on jo auttamassa monia röntgenhoitajia työssään, mutta varsin arkisena ja jopa ”tyhmänä”. Tekoällyn mullistavimmat ja ”älykkäimmät” sovellukset ovat vasta odotuksia, uhkakuvia, toiveita ja suunnitelmia. Siksi tämä on aihe, josta riittää ammennettavaa tutkijoille vielä pitkäksi aikaa. Tärkeää olisi saada tutkittua tietoa paitsi siitä, miten tekoälyintegraatio vaikuttaa röntgenhoitajan työtehtäviin ja ajankäyttöön, niin myös siitä, miten röntgenhoitajat itse kokevat tekoällyn tuoman muutoksen. Kokevatko röntgenhoitajat tekoällyn luotettavana avustajana tai liittyykö sen käyttöön ongelmia? Mitä asioita röntgenhoitajan tulee huomioida tekoälysovelluksia käyttäessään? Vaikuttaako tekoälyintegraation lisääntyminen röntgenhoitajien työtyytyväisyyteen, työn kuormittavuuteen tai opiskelijoiden näkemyksiin alan houkuttelevuudesta?

Myös kuvantamistutkimuksissa käyvien potilaiden näkemyksistä tarvitaan tietoa. Voiko tekoäly lisätä tai vähentää kuvantamistutkimusten tulosten luotettavuutta potilaiden silmissä, tai miten potilaat suhtautuvat tekoälyyn potilaanohjaajana? Tekoälyyn pohjautuvan teknologian lisääntymisen myötä siirrämme päätöksentekoa väistämättä yhä

enemmän teknologialle. Siksi tekoälyn käyttöön liittyvää etiikkaa ja erityisesti käytännön työssä niin radiografiassa kuin muuallakin terveydenhuollossa mahdollisesti ilmenviä eettisiä ongelmia olisi tärkeä kartoittaa ja tutkia.

Lähteet

Abuzaid, M.M. & Tekin, H.O. & Reza, M. & Elhag, I.R & Elshami, W. 2021a. Assessment of MRI technologists in acceptance and willingness to integrate artificial intelligence into practice. *Radiography* 27. 83-87.

Abuzaid, Mohamed M. & Elshami, Wiam & McConnell, Jonathan & Tekin, H.O. 2021b. An extensive survey of radiographers from the Middle East and India on artificial intelligence integration in radiology practice. *Health and Technology* 11. 1045-1050.

Akudjedu, Theophilus N. & Torre, Sofia & Khine, Ricardo & Katsifarakis, Dimitris & Newman, Donna & Malamateniou, Christina 2023. Knowledge, perceptions, and expectations of Artificial intelligence in radiography practice: A global radiography workforce survey. *Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences* 54. 104-116.

Aldhfeeri, Faten Mane 2022. Perspectives of radiographers on the emergence of artificial intelligence in diagnostic imaging in Saudi Arabia. *Insights into Imaging* 13. 1-6.

Allea. All European Academies 2020. The European Code of Conduct for Research Integrity. <<https://www.allea.org/wp-content/uploads/2017/05/ALLEA-European-Code-of-Conduct-for-Research-Integrity-2017.pdf>>. Viitattu 13.4.2023.

Al-Naser, Yousif Ahmed 2023. The impact of artificial intelligence on radiography as a profession: A narrative review. *Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences* 54(1). 162-166.

Alowais & Alghamdi & Alsuhebany & Alqahtani & Alshaya & Almohareb & Aldairem & Alrashed & Bin Saleh & Badreldin & Al Yami & Al Harbi & Albekairy 2023. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC Medical Education*. < <https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-023-04698-z>> Viitattu 21.4.2024.

Antwi, William Kwadwo & Akudjedu, Theophilus N. & Botwe, Benard Ohene 2021. Artificial intelligence in medical imaging practice in Africa: a qualitative content analysis study of radiographers' perspectives. *Insights into Imaging* 12:80. 1-9

Arksey, Hillary & O'Malley, Lisa 2005. Scoping studies: towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology* 8,1. 19-32. < <https://eprints.whiterose.ac.uk/1618/1/Scopingstudies.pdf>> Viitattu 28.3.2023.

Aromataris, E. & Munn, Z. (Editors) 2020. *JBI Manual for Evidence Synthesis*. JBI. <<https://synthesismanual.jbi.global>> Viitattu 28.3.2023.

Beegle, Cheryl & Hasani, Navid & Maass-Moreno, Roberto & Saboury, Babak & Siegel, Elliot 2022. Artificial Intelligence and Positron Emission Tomography Imaging Workflow: Technologists' Perspective. *PET Clinics* 17(1). 31-39.

Botwe, B.O. & Akudjedu, T.N. & Antwi, W.K. & Rockson, P. & Mkoloma, S.S. & Balogun, E.O. & Elshami, W. & Bwambale, J. & Barare, C. & Mdletshe, S. & Arkoh, S. 2021a. The integration of artificial intelligence in medical imaging practice: Perspectives of African radiographers. *Radiography* 27. 861-866.

Botwe, Benard O. & Antwi, William K. & Arkoh, Samuel & Akudjedu, Theophilus N. 2021b. Radiographers' perspectives on the emerging integration of artificial intelligence into diagnostic imaging: The Ghana study. *Journal of Medical Radiation Sciences* 68. 260-268.

Coakley, S. & Young, R. & Moore, N. & England, A. & O'Mahony, A. & O'Connor, O.J. & Maher, M. & McEntee, M.F. 2022. Radiographers' knowledge, attitudes and expectations of artificial intelligence in medical imaging. *Radiography* 28. 943-948.

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

Euroopan parlamentti 2024. EU:n tekoälysäädös on ensimmäinen laatuaan. Päivitetty 13.3.2024. <<https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20230601STO93804/eu-n-tekoalysaadon-ensimmainen-laatuaan>> Viitattu 19.4.2024.

Fazal, Mohammad Ihsan & Patel, Muhammed Ebrahim & Tye, Jamie & Gupta, Yuri 2018. The past, present and future role of artificial intelligence in imaging. *European Journal of Radiology* 105. 246-250. <<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.06.020>> Viitattu 15.2.2023.

Hardy, Maryann & Harvey, Hugh 2019. Artificial intelligence in diagnostic imaging: impact on the radiography profession. *British journal of radiology* Vol. 93 Issue 1108. 1-7.

Hawker, Sheila & Payn, Sheila & Kerr, Christine & Hardey, Michael & Powell, Jackie 2002. Appraising the evidence: reviewing disparate data systematically. *Qualitative Health Research* 12(9). 1284-99.

Heinäsenaho, Markku & Äyräs-Blumberg, Outi & Lähesmaa, Jukka 2023. Tekoäly mullistaa terveydenhuoltoa – riskit voidaan torjua suunnittelulla ja yhteistyöllä. Valtioneuvosto, sosiaali- ja terveysministeriö 17.4.2023. <<https://valtioneuvosto.fi/-/1271139/tekoaly-mullistaa-terveydenhuoltoa-riskit-voidaan-torjua-suunnittelulla-ja-yhteistyolla>> Viitattu 27.3.2023.

Huhtanen, Heidi & Nyman, Mikko & Karlsson, Antti & Hirvonen, Jussi 2020. Tekoäly radiologiassa. *Duodecim* 136(11). 1957-1964. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo15753.pdf> Viitattu 7.3.2023.

Hänninen, Pasi 2022. Robotiikka ja tekoäly. 1. painos. Tammertekniikka /Amk-Kustannus Oy.

Kangasniemi, Mari & Pölkki, Tarja 2016. Aineiston käsittely: kirjallisuuskatsauksen ydin. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A. 73, 80-90.

Kangasniemi, Mari & Utriainen, Kati & Ahonen, Sanna-Mari & Pietilä, Anna-Maija & Jääskeläinen, Petri & Liikanen, Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. *Hoitotiede* 25 (4), 291-301.

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 559/1994. Annettu Helsingissä 28.6.1994. <<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940559>> Viitattu 20.4.2024.

Lehtiö, Leeni & Johansson, Elise 2016. Järjestelmällinen tiedonhaku hoitotieteessä. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A. 73, 35-55.

Lemetti, Terhi & Ylönen, Minna 2016. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusartikkeleiden arviointi. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A. 73, 67-79.

Malamatineou, Christina & Knapp, Karen M. & Pergola, Maren & Woznitza, Nick & Harby M. 2021. Artificial intelligence in radiography: Where are we now and what does the future hold? *Radiography* Vol. 27(Suppl 1). 58– 62. <<https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.07.015>> Viitattu 27.3.2023.

Manne, Ravi & Kantheti, Sneha 2021. Application of Artificial Intelligence in Healthcare: Chances and Challenges. *Current Journal of Applied Science and Technology* 40(6): 78-89.

Metsälä, Eija 2023. Osaamista tulevaisuuteen – Röntgenhoitajan päivitettyt kompetenssikuvaukset. *Kliininen Radiografiatiede* Vol. 21 No 1. 5-16.

Metsälä, Eija & Blomqvist, Päivi & Patanen, Heli 2020. Röntgenhoitajien ja bioanalytiikojen sekä alojen opiskelijoiden käsitykset tekoälystä terveydenhuollossa. *Kliininen Radiografiatiede* Vol. 18 No 1. 4-13.

Ng, Chloe Theresia & Roslan, Sri Nur Aidah & Hhng, Yi Hong & Choong, Denise Ai Wen & Ching, Ai Jia Letty & Tay, Yi Xiang & Lanca, Luis & Chua, Eric Chern-Pin 2022. Singapore radiographers' perceptions and expectations of artificial intelligence - A qualitative study. *Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences* 53. 554-563.

Niela-Vilen, Hannakaisa & Hamari, Lotta 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A. 73, 23-34.

Opetusministeriö 2006. Ammattikorkeakoulusta terveydenhuoltoon. Koulutuksesta valmistuvien ammatillinen osaaminen, keskeiset opinnot ja vähimmäisopinnot. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2006:24. <<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/80112/tr24.pdf>> Viitattu 13.2.2023.

Oulun yliopisto 2022. LibGuides. Systemaattinen tiedonhaku. <https://libguides oulu.fi/systemaattinen_tiedonhaku> Viitattu 28.3.2023.

Pennanen, Tiimari 2022. Tekoälyn pullonkaulat. Lääkärilehti 30.5.2022. <<https://www.laakarilehti.fi/terveydenhuolto/tekoalyn-pullonkaulat/>> Viitattu 1.10.2023.

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. JBI Evidence Synthesis 18(10). 2119-2126. <https://journals.lww.com/jbis-rir/Fulltext/2020/10000/Updated_methodological_guidance_for_the_conduct_of.4.aspx> Viitattu 28.3.2023.

Rainey, Clare & O'Regan, Tracy & Matthew, Jacqueline & Skelton, Emily & Woznitza, Nick & Chu, Kwun-Ye & Goodman, Spencer & McConnell, Jonathan & Hughes, Ciara & Bond, Raymond & Malamateniou, Christina & McFadden, Sonyia 2022. An insight into the current perceptions of UK radiographers on the future impact of AI on the profession: A cross-sectional survey. Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences 53. 347-361.

Ryan, M.-L. & O'Donovan, T. & McNulty, J.P 2021. Artificial intelligence: The opinions of radiographers and radiation therapists in Ireland. Radiography 27. 74-82.

Sharip, Hairenanorashikin & Zakaria, Wan Farah Wahida Che & Sam, Leong Sook & Masoud, Maida Ali & Junaidi, Mohamad Zafran Hakim Mohd. Radiographers' Acceptance on the Integration of Artificial Intelligence into Medical Imaging Practice. Esitelmä 14.-16.7.2023 11th ASIAN Conference on Environment-Behaviour Studies. Kuala Terengganu. <<https://ebpj.e-iph.co.uk/index.php/EBProceedings/article/view/4872/2663>> Viitattu 19.4.2024.

Suhonen, Riitta & Axelin, Anna & Stolt, Minna 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, sarja A. 73, 7-34.

Tapiovaara & Pukkinen & Miettälä 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa Salomaa & Pukkila & Ikäheimonen & Pöllänen & Weltner & Paile & Sandberg & Nyberg & Marttila & Lehtinen & Karvinen (toim.) Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskus. 13-171.

Tuominen, Heli & Neittaanmäki, Pekka (toim.) 2019. Tekoälyn perusteita ja sovelluksia. Informaatioteknologian tiedekunta, Jyväskylän yliopisto.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkaus-epäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja

2/2023. < https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf> Viitattu 17.4.2024.

Walta, Leena 2012. Potilaan hoitaminen diagnostisessa radiografiassa ja sen kuormittavuus röntgenhoitajan arvioimana – tavoitteena inhimillinen ja turvallinen kuvantamistapahtuma. Väitöskirja. Turun yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta. Hoitotieteen laitos.

Wiljer, David & Hakim, Zaki 2019. Developing an Artificial Intelligence–Enabled Health Care Practice: Rewiring Health Care Professions for Better Care. *Journal of Medical Imaging and Radiation Science* Vol. 50(4 Suppl 2). S8-S14. <<https://doi.org/10.1016/j.jmir.2019.09.010>> Viitattu 27.3.2023.

Tiedon uuttaminen

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu, vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
1. Artificial intelligence in diagnostic imaging: impact on the radiography profession	Hardy, Maryann & Harvey, Hugh Yhdistynyt kuningaskunta British journal of radiology, 2019	Tuoda esiin tekoälyn potentiaalisia vaikutuksia röntgenhoitajan ammattiin.	Narratiivinen kirjallisuuskatsaus 20/36	Tekoälysovellusten yleistymisen radiografiassa tulee vaikuttamaan röntgenhoitajan työhön ja tehtäviin eri modaliteeteilla erityisesti lisäämällä järjestelmien automatisaatiota, minkä seurauksena röntgenhoitajan rooli niin potilaan ohjauksessa ja kohtaamisessa kuin opiskelijoiden ja kollegoiden kouluttajanakin tulee kasvamaan. Vastuu kuvantamistapahtumasta säilyy kuitenkin röntgenhoitajalla. Laitteiden automaation kasvaessa röntgenhoitajan odotetaan hallitsevan useampia modaliteetteja ja liikkuvan joustavasti eri modaliteettien välillä. Uusia tehtäviä röntgenhoitajille voi avautua esimerkiksi AI:n avustamana diagnostisten kuvien lausujana tai AI-järjestelmien auditoijana.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu, vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
2. An insight into the current perceptions of UK radiographers on the future impact of AI on the profession: A cross-sectional survey	Rainey, Clare & O'Regan, Tracy & Matthew, Jacqueline & Skelton, Emily & Woznitza, Nick & Chu, Kwun-Ye & Goodman, Spencer & McConnell, Jonathan & Hughes, Ciara & Bond, Raymond & Malamateniou, Christina & McFadden, Sonya Kanada Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences, 2022	Tutkia Yhdistyneen kuningaskunnan röntgenhoitajien 1) havaitsemia tekoälyn vaikutuksia työhönsä ja 2) odotuksia siitä, miten tekoäly tulee vaikuttamaan tulevaisuudessa röntgenhoitajan työhön.	Poikkileikkaustutkimus Verkkokysely, n = 411 34/36	Röntgenhoitajat (radiographers) olivat tietoisia tekoälyn käytöstä eri modaliteeteilla ja diagnostisten kuvien lausunnassa, mutta epävarmoja siitä, oliko heidän omassa työssään jo käytössä tekoälysovelluksia. Enemmistö röntgenhoitajista uskoi, että AI tulee muuttamaan päivittäistä kliinistä työtä ja vähentämään työkuormaa, mutta ei vaikuta työn potilaskeskeisyyteen. AI tulee yhdenmukaistamaan potilasturvallisuuskäytäntöjä ja parantamaan kuvan laatua. AI tulee luomaan uusia tehtäviä röntgenhoitajille, mutta röntgenhoitajat olivat epävarmoja vaikuttaako AI uramahdollisuuksiin.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu, vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
3. Assessment of MRI technologists in acceptance and willingness to integrate artificial intelligence into practice	Abuzaid, M.M. & Tekin, H.O. & Reza, M. & Elhag, I.R & Elshami, W. Arabiemiirikunnat Radiography, 2021	Tutkia MRI-tutkimuksia tekevien röntgenhoitajien (MRI technologists) tietoja, halukkuutta ja haasteita liittyen tekoälyn käyttöön MRI-tutkimuksissa.	Kuvaileva poikkileikkaus-tutkimus, Verkkokysely, n = 98, ja kohderymähaastattelut, n = 9 31/36	MRI-tutkimuksia tekevillä röntgenhoitajilla (MRI technologists) on tekniset perustiedot tekoälystä ja he uskovat, että tekoälysovelluksilla tulee olemaan suuri vaikutus magneettikuvaukseen. Tekoäly parantaa protokollien valintaa, vähentää kuvausaikaa ja parantaa kuvien post-prosessointia, mutta ei vaikuta potilastyöhön. Haasteita tekoälyn käyttöönottoon aiheuttaa koulutuksen puute. Tekoälyyn liittyvää koulutusta pitäisi lisätä sekä perusopetukseen että jatkokoulutukseen.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu, vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
<p>4.</p> <p>The impact of artificial intelligence on radiography as a profession: A narrative review</p>	<p>Al-Naser, Yousif Ahmed</p> <p>Kanada</p> <p>Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences, 2023</p>	<p>Osoittaa tekoälyn vaikutus paitsi radiografian prosesseihin, myös röntgenhoitajan (radiographic technologist) rooliin terveydenhuollossa.</p>	<p>Narratiivinen kirjallisuuskatsaus</p> <p>Tietokantahaku</p> <p>25/36</p>	<p>Tekoälyjärjestelmä voi varmistaa potilaan asettelun isosentriin TT- tai MRI-kuvauksessa ja asetella kuvauspakan scout-kuvaan. Lisäksi tekoäly voi tunnistaa anatomisia rakenteita ja asetella ja kipata pakat niiden mukaan vähentäen inhimillisiä virheitä ja vähentäen turhaa säteilyrasitusta. Tekoälyn avulla voidaan muuttaa mri-kuvat TT-kuviksi, jolloin potilaan säderasitus pienenee tai päinvastoin.</p> <p>Röntgenhoitajat tarvitsevat tekoälyyn liittyvää koulutusta kyetäkseen ottamaan käyttöön, operoimaan ja valvomaan tekoälysovelluksia, jotta tekoälyjärjestelmien potentiaali saadaan käyttöön. Myös tekoälyn käyttöön liittyvät eettiset ja vastuukysymykset tulee huomioida.</p>

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu, vuosi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
5. Knowledge, perceptions, and expectations of Artificial intelligence in radiography practice: A global radiography workforce survey	Akudjedu, Theophilus N. & Torre, Sofia & Khine, Ricardo & Katsifarakis, Dimitris & Newman, Donna & Malamateniou, Christina Yhdistynyt kuningaskunta Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences, 2023	Tutkia maailman laajuisesti röntgenhoitajien (radiography professionals) tekoälyn käyttöön radiografiassa liittyviä tietoja, käsityksiä ja odotuksia.	Kartoittava poikkileikkaus-tutkimus Verkkokysely, kvantitatiivista ja kvalitatiivista aineistoa, n = 314 33/36	Suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että tekoäly muuttaa röntgenhoitajan työtä ja vähentää työmäärää. Vastaajat suhtautuivat tekoälyn käyttöön positiivisesti, mutta heiltä puuttui teoreettista tietoa ja osalta myös käytännön kokemusta tekoälystä. Vastaajien mielestä tekoälyintegraatio tekee röntgenhoitajan työstä houkuttelevampaa, mutta osa oli myös huolissaan työn vähenemisestä ja työpaikkojen katoamisesta. Huolta aiheutti myös inhimillisyyden ja perustaitojen häviäminen, kun keskitytään vain tekniseen edistykseen. Toisaalta monet näkivät tekoälyn tuovan uusia uramahdollisuuksia.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
6. Singapore radiographers' perceptions and expectations of artificial intelligence - A qualitative study	Ng, Chloe Theresia & Roslan, Sri Nur Aidah & Hhng, Yi Hong & Choong, Denise Ai Wen & Ching, Ai Jia Letty & Tay, Yi Xiang & Lanca, Luis & Chua, Eric Chern-Pin Singapore Journal of Medical Imaging & Radiation Sciences, 2022	Tutkia singaporelaisten röntgenhoitajien (radiographer) tietämystä, käsityksiä ja tulevaisuuden odotuksia liittyen tekoälyyn työssä.	Kvalitatiivinen tutkimus Teemahaastattelut, n = 22 34/36	Röntgenhoitajat tiesivät tekoälysovellusten olevan jo käytössä terveydenhuollossa, mutta tietämyksen tasossa oli paljon vaihtelua. Tekoäly tulee lisäämään tehokkuutta ja hyödyttämään potilaita, mutta tekoälyn ei uskottu kykenevän potilaskeskeiseen hoitoon. Potilaiden uskottiin suhtautuvan tekoälyyn pääasiassa positiivisesti, mikäli se koettaisiin normaaliksi terveydenhuollon kehitykseksi. Tekoälyn odotettiin helpottavan työtä ennen kuvauksia, sen aikana ja jälkeen, sekä parantavan kuvan laatua ja säteilynkäytön optimointia. Käsitykset tekoälyn vaikutuksista työllisyyteen ja tehtäviin olivat osin ristiriitaisia.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
7. The integration of artificial intelligence in medical imaging practice: Perspectives of African radiographers	Botwe, B.O. & Akudjedu, T.N. & Antwi, W.K. & Rockson, P. & Mkoloma, S.S. & Balogun, E.O. & Elshami, W. & Bwambale, J. & Barare, C. & Mdletshe, S. & Yao, B. & Arkoh, S. Gaana Radiography, 2021	Tutkia afrikkalaisten röntgenhoitajien (radiographers) näkemyksiä tekoälyn integraatiosta lääketieteelliseen kuvantamiseen.	Kartoittava poikkileikkaustutkimus Verkkokysely, n = 1020 30/36	Afrikkalaisten röntgenhoitajien näkemyksen mukaan tekoäly tulee parantamaan radiografian käytäntöjä ja kuvanlaatua. Yli puolet vastaajista oli huolissaan, että tekoäly tulee vähentämään työpaikkoja.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
8. An extensive survey of radiographers from the Middle East and India on artificial intelligence integration in radiology practice	Abuzaid, Mohamed M. & Elshami, Wiam & McConnell, Jonathan & Tekin, H.O. Health and Technology, 2021	Tutkia röntgenhoitajien (radiographers) valmiutta hyväksyä tekoäly osaksi radiologian käytäntöjä ja tekoälyn vaikutusta työsuoritukseen Lähi-Idässä ja Intiassa.	Poikkileikkaustutkimus Verkkokysely, n = 549 27/36	Tekoälysovelluksia on jo käytössä radiologiassa ja kuvien tuottamisessa, mutta vain alle puolet vastanneista röntgenhoitajista tiesivät, mikä taho organisaatiossa on vastuussa tekoälyn käyttöönotosta. Röntgenhoitajat kaipaavat lisää tekoälyn liittyvää opetusta sekä perus- että jatko-opintoihin. Röntgenhoitajat näkivät eniten käyttöä tekoälylle sädeannosten optimoinnissa ja laadunvarmistuksessa. Tekoälyn käyttöönotto lisäsi pelkoja työpaikkojen vähenemisestä.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
9. Artificial intelligence in medical imaging practice in Africa: a qualitative content analysis study of radiographers' perspectives	Antwi, William Kwadwo & Akudjedu, Theophilus N. & Botwe, Benard Ohene Gana Insights into Imaging, 2021	Tutkia kvalitatiivisesti röntgenhoitajien (radiographers) käsityksiä liittyen tekoälyn lääketieteellisessä kuvantamisessa Afrikassa.	Kvalitatiivinen tutkimus, Verkkokysely, n = 475 29/36	Afrikkalaiset röntgenhoitajat suhtautuvat pääasiassa positiivisesti tekoälyn käyttöön kuvantamisessa. He ovat kuitenkin huolissaan tekoälyn vaikutuksesta työpaikkoihin ja röntgenhoitajien perusosaamiseen. Huolta aiheuttaa myös tietoturvasuus ja uuden teknologian kustannukset Afrikalle. Röntgenhoitajat kaipaavat lisää tekoälyn liittyvää opetusta sekä perus- että jatko-opintoihin.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
10. Artificial intelligence: The opinions of radiographers and radiation therapists in Ireland	Ryan, M.-L. & O'Donovan, T. & McNulty, J.P. Irlanti Radiography, 2021	Tutkia irlantilaisien röntgenhoitajien (Diagnostic Radiographers (DR), Radiation Therapists (RTT)) näkemyksiä tekoälyn vaikutuksesta röntgenhoitajan rooliin ja työvälineiden kehitykseen.	Poikkileikkaustutkimus Verkkokysely, n = 318 (DR) ja n = 77 (RTT) 33/36	Ensisijaisesti tekoälysovelluksia kaivattiin laadunvarmistukseen, kliniseen auditointiin, sädeannosten optimointiin ja parempaa työkuun. Negatiivisesti suhtauduttiin tekoälyn käyttöön potilastyössä ja vastuullisessa kuvien lausunnassa. Vähemmistö röntgenhoitajista uskoi tekoälyn vähentävän työpaikkoja. Lisää koulutusta liittyen tekoölyyn kaivattiin.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
11. Artificial intelligence in radiography: Where are we now and what does the future hold?	Malamatineou, C. & Knapp, K.M. & Pergola, M. & Woznitza, N. & Hardy, M. Yhdistynyt kuningaskunta Radiography 2021	Esittää ajatuksia tekoälyn asemasta radiografiassa nyt ja tulevaisuudessa	Asiantuntijoiden mielipide ja narratiivinen teksti Kirjallisuuskatsaus 22/36	Tekoälysovelluksia integroidaan kasvavassa määrin röntgenhoitajan työvälineisiin ja voidaan todeta, että integraatio kiihtyy (lähi)tulevaisuudessa. Monet tällä hetkellä tutkimuksen kohteena olevista teknologioista siirtyy käyttöön, jonka seurauksena tehokkuus ja potilasmäärät kasvavat. Röntgenhoitajat työskentelevät teknologian ja potilaan rajapinnassa, ja tekoälyintegraation prioriteettien tulisi nousta kentältä. Kehityskohteita: lisää monitieteellistä tekoälytutkimusta, perusteellisempi viranomaishyväksyntä tekoälytuotteille, palvelun käyttäjien osallistaminen tekoälyn käyttöönottoon, enemmän läpinäkyvyyttä tekoälysovelluksiin, selvemmat vastuukysymykset, näyttöön perustuvaa koulutusta, selkeämmät urapolut terveydenhuollon ammattilaisille

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
<p>12. Artificial Intelligence and Positron Emission Tomography Imaging Workflow: Technologists' Perspective</p>	<p>Beegle, Cheryl & Hasani, Navid & Maass-Moreno, Roberto & Saboury, Babak & Siegel, Elliot Yhdysvallat PET Clinics, 2022</p>	<p>Katsaus tekoälyn rooliin tulevaisuuden isotooppilääketeessä.</p>	<p>Asiantuntijoiden mielipide ja narratiivinen teksti Kirjallisuuskatsaus 16/36</p>	<p>Tekoäly tarjoaa isotooppikuvantamisessa työskenteleville röntgenhoitajille (nuclear medicine technologist) mahdollisuuden suurempaan ammatilliseen autonomiaan, parempaan potilaanohjaukseen ja -hoitoon sekä työnkuvan laajentamiseen. Röntgenhoitajan rooli tulee olemaan toimia tekoälysovellusten valvojana ja hoidon laadunvarmistajana. Röntgenhoitajien tulisi olla aktiivisia uuden roolinsa määrittelyssä.</p>

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
13. Röntgenhoitajien ja bioanalytiikkojen sekä alojen opiskelijoiden käsitykset tekoälystä terveydenhuollossa	Metsälä, Eija & Blomqvist, Päivi & Patanen, Heli Suomi Kliininen Radiografiatiede, 2020	Tarkoituksena oli kuvata röntgenhoitajien ja bioanalytiikkojen, sekä näiden alojen opiskelijoiden näkemyksiä tekoälystä diagnostiikka-alalla	Poikkileikkaustutkimus Sähköinen kysely, n = 20 opiskelijat, n = 22 ammattilaiset 36/36	Diagnostiikka-alan opiskelijoiden ja ammattilaisten mielestä tekoäly automatisoi terveydenhuollon prosesseja, mikä helpottaa ja tehostaa työtä. He uskovat tekoälyn parantavan laatua, vähentävän virheitä, helpottavan potilaan tilan arviointia ja nopeuttavan hoitoa. Ongelmia opiskelijat näkivät liittyen hoidon potilaskeskeisyyteen, ammattilaisten asenteisiin ja tekoälyn reunaehtoihin liittyen. Ammattilaiset näkivät potilaskeskeisyyden sijaan ongelmia tekoälyn turvallisuuteen liittyen. Eettisiä ongelmia nähtiin liittyen tietosuojaan ja vastuu kysymyksiin. Kysymyksiä herätti myös tekoälyn vaikutus työllisyyteen.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
14. Radiographers' perspectives on the emerging integration of artificial intelligence into diagnostic imaging: The Ghana study	Botwe, Benard O. & Antwi, William K. & Arkoh, Samuel & Akudjedu, Theophilus N. Gana Journal of Medical Radiation Sciences, 2021	Tutkia ganalaisien röntgenhoitajien (radiographers) näkemyksiä tekoälyn integraatiosta lääketieteelliseen kuvantamiseen.	Poikkileikkaustutkimus Verkkokysely, tarvittaessa paperikysely, n = 151 32/36	Suurin osa ganalaisista röntgenhoitajista oli sitä mieltä, että tekoälyllä on positiivinen vaikutus lääketieteelliseen kuvantamiseen. Huolta aiheuttivat tekoälyn tekemät virheet, mahdolliset vaikutukset työllisyyteen ja palkkaukseen. Tiedonpuute, sovellusten kustannukset ja tietoturva nähtiin haittaavina tekijöinä liittyen tekoälyyn.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
15. Perspectives of radiographers on the emergence of artificial intelligence in diagnostic imaging in Saudi Arabia	Aldhafeeri, Faten Mane Saudi-Arabia Insights into Imaging, 2022	Selvittää saudiarabialaisten röntgenhoitajien (radiographers) käsityksiä tekoälyn käytöstä lääketieteellisessä kuvantamisessa.	Poikkileikkaustutkimus, Verkkokysely, n = 562 27/36	Röntgenhoitajat suhtautuivat positiivisesti tekoälyn integraatioon. Positiivisina asioina mainittiin sädeannosten pieneneminen kuvanlaadun pysyessä hyvällä tasolla ja työn helpottuminen. Mahdollisina ongelmina nähtiin tekoälyn vaikutus työllisyyteen, työkuorman kasvaminen tutkimusten nopeutuessa, tietokoneongelmat ja tietoturva.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
16. Radiographers' knowledge, attitudes and expectations of artificial intelligence in medical imaging	Coakley, S. & Young, R. & Moore, N. & England, A. & O'Mahony, A. & O'Connor, O.J. & Maher, M. & McEntee, M.F. Eurooppa Radiography, 2022	Tutkia eurooppalaisten röntgenhoitajien (radiographers) käsityksiä, tietoja ja odotuksia liittyen tekoälyn integraatioon lääketieteelliseen kuvantamiseen.	Poikkileikkaustutkimus Sähköinen kysely, n = 96 36/36	Eurooppalaiset röntgenhoitajat suhtautuvat tekoälyn integraatioon radiografiaan positiivisesti. Tekoälyn tekninen ymmärtäminen ja tietoisuus siitä, mitkä sovellukset tosi asiassa perustuvat tekoälyyn, oli osalle röntgenhoitajista epäselvää. Suurin osa vastanneista näki, että tekoäly parantaa röntgenhoitajien päivittäistä työtä ja vähentää työkuormaa, mutta osa näki uhkia liittyen perustaitojen katoamiseen ja työllisyyteen. Tekoälyn uskottiin laajentavan röntgenhoitajien työnkuvaa ja tekoälyyn liittyvä koulutuksen lisääminen nähtiin tarpeellisena sekä perus- että jatkotasoilla.

Artikkelin otsikko	Tekijät, maa, julkaisu	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä, aineistonkeruu, laadunarvioinnin pisteet	Tutkimuksen keskeiset tulokset tämän opinnäytetyön kannalta
17. Radiographers' Acceptance on the Integration of Artificial Intelligence into Medical Imaging Practice	Sharip, Hairenanorashikin & Zakaria, Wan Farah Wahida Che & Sam, Leong Sook & Masoud, Maida Ali & Junaidi, Mohamad Zafran Hakim Mohd Malesia Environment - Behaviour Proceedings Journal, 2023	Tutkia röntgenhoitajien (radiographers) tekoälyyn liittyviä tietoja ja asenteita, sekä näkemyksiä tekoälyn vaikutuksista työllisyyteen.	Poikkileikkaustutkimus Verkkokysely, n = 29 28/36	Tutkimuksen mukaan röntgenhoitajat suhtautuvat tekoälyn integraatioon radiografiaan positiivisesti, eivätkä usko sen uhkaavan työllisyyttä. Erityisesti röntgenhoitajat, jotka ovat saaneet tekoälykoulutusta suhtautuvat siihen positiivisesti, kokevat, että heillä on hyvät tiedot tekoälystä, eikä se uhkaa röntgenhoitajien työllisyyttä. Sen sijaan demografisilla tekijöillä ei ollut vaikutusta näkemyksiin tai tietoihin. Pieni otoskoko heikensi tutkimuksen tulosten luotettavuutta.

Artikkelien laadunarviointi

Arvioinnin kohde	Pistemäärä	Pistemäärän kriteerit	Aineiston nro ja pistemäärä
1. Otsikko ja tiivistelmä	4 p	Jäsennelty tiivistelmä, joka sisältää kaikki tiedot ja selkeä otsikko	1. 3/4 2. 4/4
	3 p	Tiivistelmä sisältää lähes kaikki tiedot	3. 4/4
	2 p	Puutteellinen tiivistelmä	4. 3/4
	1 p	Ei tiivistelmää	5. 4/4 6. 4/4 7. 3/4 8. 2/4 9. 4/4 10. 4/4 11. 3/4 12. 1/4 13. 4/4 14. 3/4 15. 3/4 16. 4/4 17. 2/4
2. Johdanto ja tarkoitus	4 p	Tutkimuksen tausta tiivistettynä sisältäen ajankohtaisen kirjallisuuskatsauksen ja tietoaukkojen korostamisen. Tarkoituksen, tavoitteiden ja tutkimuskysymysten selkeä esitys	1. 3/4 2. 4/4 3. 3/4 4. 3/4 5. 4/4
	3 p	Tutkimuksen taustaa jonkin verran selvitetty ja kirjallisuuskatsaus. Tutkimuskysymykset pääpiirteittäin	6. 3/4 7. 3/4 8. 2/4
	2 p	Tutkimuksen taustaa jonkin verran selvitetty, mutta ei tutkimuksen tarkoitusta, tavoitteita tai kysymyksiä, tai tarkoitus ja tavoitteet, mutta ei taustaa	9. 3/4 10. 4/4 11. 3/4 12. 2/4
	1 p	Ei tavoitteita tai tarkoitusta, ei taustaa tai kirjallisuuskatsausta	13. 4/4 14. 3/4 15. 3/4 16. 4/4 17. 3/4
3. Metodologia	4 p	Tutkimusmetodi on tarkoituksenmukainen ja selkeästi kuvattu	1. 3/4 2. 4/4
	3 p	Metodi tarkoituksenmukainen, kuvaus voisi olla parempi, data kuvattu	3. 4/4 4. 3/4
	2 p	Metodin tarkoituksenmukaisuus kyseenalainen, metodi kuvattu riittämättömästi	5. 4/4 6. 4/4

	1 p	Metodia ei kuvattu JA/TAI metodi tarkoitukseen sopimaton JA/TAI ei mainintaa datasta	7. 4/4 8. 3/4 9. 3/4 10. 3/4 11. 3/4 12. 1/4 13. 4/4 14. 4/4 15. 2/4 16. 4/4 17. 3/4
4. Otanta	4 p	Yksityiskohtainen kuvaus tutkittavista (ikä/sukupuoli/kansallisuus/asiayhteys) ja miten heidät oli rekrytoitu, miksi ryhmä oli valittu, sekä perusteltu otoskoko ja vastausprosentti kerrottu ja selitetty	1. 1/4 2. 3/4 3. 4/4 4. 3/4 5. 3/4
	3 p	Otoskoko perusteltu, muu informaatio osittain kerrottu	6. 4/4 7. 3/4
	2 p	Otanta mainittu, mutta vain vähän kuvattu	8. 4/4
	1 p	Ei tietoa otannasta	9. 3/4 10. 4/4 11. 1/4 12. 1/4 13. 4/4 14. 4/4 15. 4/4 16. 4/4 17. 3/4
5. Analyysi	4 p	Toteutetun data-analyysin selkeä kuvaus, kvalitatiiviset tutkimukset: kuvaus teemojen johtamisesta / vastaavuuksien validaatio tai triangulaatio, kvantitatiiviset tutkimukset: hypoteesin testauksen valinta perusteltu / numerot täsmäävät / tilastollinen merkittävyys käsitelty	1. 1/4 2. 4/4 3. 3/4 4. 2/4 5. 4/4 6. 4/4 7. 3/4
	3 p	Kvalitatiiviset: analyysi kuvattu, kvantitatiiviset	8. 3/4 9. 3/4
	2 p	Analyysi heikosti kuvattu	10. 3/4
	1 p	Analyysiä ei käsitelty	11. 1/4 12. 1/4 13. 4/4 14. 4/4 15. 2/4 16. 4/4 17. 3/4

6. Eettisyys	4 p	Luottamuksellisuus, sensitiivisyys ja suostumus oli riittävästi huomioitu ja tutkija oli tietoinen omasta asemastaan	1. 1/4 2. 3/4 3. 3/4
	3 p	Em. oli huomioitu pinnallisesti	4. 1/4
	2 p	Em. oli mainittu lyhyesti	5. 3/4
	1 p	Ei mainittu	6. 4/4 7. 4/4 8. 3/4 9. 3/4 10. 4/4 11. 2/4 12. 2/4 13. 4/4 14. 4/4 15. 4/4 16. 4/4 17. 3/4
7. Löydökset / tulokset	4 p	Tulokset olivat selkeät, helppo ymmärtää ja etenivät loogisessa järjestyksessä. Mahdolliset taulukot oli selitetty tekstissä, tulokset olivat suoraan yhteydessä tavoitteisiin. Riittävästi dataa oli esitetty tukemaan löydöksiä.	1. 3/4 2. 4/4 3. 4/4 4. 4/4 5. 3/4 6. 4/4
	3 p	Tulokset oli mainittu, mutta selvennystä kaivattiin. Kuvattu data liittyi suoraan löydöksiin.	7. 3/4 8. 3/4 9. 4/4
	2 p	Tulokset esitetty satunnaisesti, ei selitetty, eivätkä nouse selkeästi datasta	10. 4/4 11. 3/4 12. 2/4
	1 p	Tuloksia ei ole mainittu, tai ne eivät liity tavoitteisiin	13. 4/4 14. 3/4 15. 3/4 16. 4/4 17. 3/4
8. Siirrettävyys / yleistettävyys	4 p	Tutkimuksen tausta ja viitekehys on kuvattu riittävästi, jotta sitä voidaan verrata muiden tutkimusten vastaaviin. Lisäksi 3-4 pistettä kohdasta 4.	1. 2/4 2. 4/4 3. 3/4 4. 3/4
	3 p	Tutkimuksen tausta ja viitekehys on kuvattu osittain, mutta ei riittävästi, jotta niitä voitaisiin verrata muiden tutkimusten vastaaviin. Lisäksi 3-4 pistettä kohdasta 4.	5. 4/4 6. 4/4 7. 4/4 8. 4/4
	2 p	Tutkimuksen taustaa ja viitekehystä kuvattu vain vähän	9. 3/4 10. 4/4
	1 p	Ei taustan tai viitekehysten kuvausta	11. 2/4 12. 2/4 13. 4/4

			14. 4/4 15.3/4 16. 4/4 17. 4/4
9. Johtopäätökset ja hyöty	4 p	Tarjoaa jotakin uutta ymmärrystä tai näkemystä, esittää ideoita lisätutkimukselle, esittää implikaatioita toimintatapojen muutokselle	1. 3/4 2. 4/4 3. 3/4 4. 3/4
	3 p	Kaksi edellä mainituista kuvattu	5. 4/4
	2 p	Yksi edellä mainituista kuvattu	6. 3/4
	1 p	Ei mitään em. kuvattu	7. 3/4 8. 3/4 9. 3/4 10. 3/4 11. 4/4 12. 4/4 13.4/4 14. 3/4 15. 3/4 16. 4/4 17. 4/4