

Tekoälyn hyödyntäminen radiologin työnkulussa

Hanna-Mari Simpanen

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2024

Hyvinvointiteknologian ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysalan ylempi ammattikorkeakoulututkinto (YAMK)
Hyvinvointiteknologian tutkinto-ohjelma

SIMPANEN, HANNA-MARI
Tekoälyn hyödyntäminen radiologin työnkulussa

Opinnäytetyö 58 sivua, joista liitteitä 8 sivua
MARRASKUU 2024

Tekoäly on tulossa terveydenhuoltoalalle yhä vahvemmin ja nopeammin. Radiologia on alana sellainen, josta löytyy monia erilaisia mahdollisuuksia hyödyntää tekoälyä niin kuvatulkinnassa kuin kuvadatan parantamisessa. Vaikka tekoälystä puhutaan paljon, ei sen käyttö kuitenkaan ole vielä kaikille tuttua.

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Suomen Terveystalo Oy:n kanssa. Terveystalolla on käytössä joitain tekoälysovelluksia, mutta pääasiassa niiden käyttö on vielä vähäistä. Tavoitteena oli selvittää Terveystalon radiologien kokemuksia tekoälysovelluksista sekä mitkä tekijät lisäävät ja toisaalta mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöä. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Terveystalolle ehdotus siitä, mitä tekijöitä tulisi huomioida tekoälysovellusten hankinnoissa ja käyttöönotoissa, sekä millaisissa tutkimuksissa tai työnkulun osissa niitä kaivataan.

Opinnäytetyö toteutettiin monimenetelmä tutkimuksena. Menetelminä käytettiin kyselyä sekä haastattelua, jolloin saatiin syvennettyä ja laajennettua saatuja vastauksia ja näkökulmia. Kysely suoritettiin toukokuussa 2024 ja siihen saatiin 15 vastausta. Elokuussa 2024 tutkimusta jatkettiin haastattelemalla kolmea radiologia. Määrällisen aineiston analysointiin käytettiin Microsoft Formsin ohjelmistoa ja laadullisen aineiston analyysina käytettiin teemoittelua.

Tärkeimmiksi tekoälyn käyttöä lisääviksi tekijöiksi löydettiin luotettavuus, helppokäyttöisyys sekä työn tehostuminen. Tärkeimmiksi vähentäviksi tekijöiksi löydettiin kyselyssä se, että tekoäly hidastaa työtä, sitä ei ole integroitu työnkulkuun hyvin ja se on monimutkainen käyttää. Haastattelussa korostettiin vähentävänä tekijänä lisäksi tekoälyn luotettavuutta. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tekoälysovellusten on oltava luotettavia, helppokäyttöisiä ja hyvin integroitua työnkulkuun, jotta niitä käytettäisiin. Niiden halutaan tehostavan työntekoa, mikä ei onnistu, jos edellä mainitut tekijät eivät toteudu.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree Programme in Well-Being Technology

SIMPANEN, HANNA-MARI:
Utilization of Artificial Intelligence in Radiologists' Workflows

Master's thesis 58 pages, appendices 8 pages
November 2024

The objective was to gather information about Terveystalo's radiologists' experiences with artificial intelligence applications, as well as to identify factors that increase and reduce the use of these applications. The purpose was to produce a proposal for Terveystalo on what factors should be taken into account in the procurement and implementation of artificial intelligence applications, as well as in which studies or parts of the workflow they are needed.

This study was conducted as a multi-method study. The data were collected from 15 radiologists through an electronic survey. After that three radiologist participated in interview. The qualitative data were analysed using thematic analysis while the quantitative data were analysed using Microsoft Forms.

The most important factors that increased the use of artificial intelligence applications were reliability, ease of use and improved work efficiency. One of the main reducing their use, as found in the survey was that artificial intelligence applications slow down work, are not well integrated into the workflow, and are complex to use. In conclusion, artificial intelligence applications need to be reliable, easy to use, and well-integrated into the workflow to be effectively used.

Key words: radiologist, artificial intelligence applications, work flow

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT	8
	2.1 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset	8
	2.2 Toimeksiantaja ja opinnäytetyön lähtökohdat	8
3	TEKOÄLY RADIOLOGIASSA.....	10
	3.1 Tutkimusprosessi	10
	3.2 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus ja sen tutkimuskysymykset	10
	3.3 Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku	11
	3.4 Tutkimuksen käsitteiden määrittely	14
	3.4.1 Radiologia, ionisoiva ja ionisoimaton säteily.....	14
	3.4.2 Tekoäly.....	15
	3.5 Miksi tekoälyä tulisi hyödyntää radiologiassa?	16
	3.6 Mitkä tekijät vaikuttavat tekoälyn käyttöönottoa radiologiassa? ...	18
	3.7 Tekoäly ja etiikka.....	20
4	TUTKIMUSMENETELMÄT JA TOTEUTUS.....	22
	4.1 Monimenetelmätutkimus	22
	4.2 Tutkimuksen kohderyhmä ja aineistonkeruumenetelmät	23
	4.2.1 Kyselytutkimus.....	23
	4.2.2 Teemahaastattelu.....	24
	4.3 Kyselyaineiston analysointi	25
	4.4 Haastatteluaineiston analysointi.....	25
5	KYSELYTULOKSET	27
	5.1 Kysely	27
	5.2 Radiologien taustatiedot.....	27
	5.3 Radiologien kokemus tekoälystä.....	28
	5.4 Tekoälysovellusten väittämät	29
	5.5 Tekoälysovellusten käytön lisäävät ja vähentävät tekijät	30
	5.6 Missä tutkimuksissa ja millaisia sovelluksia kaivataan?	31
	5.7 Koulutus, käyttö ja perehdytys	33
6	HAASTATTELUTULOKSET	34
	6.1 Haastattelu.....	34
	6.2 Haastateltavien tausta.....	34
	6.3 Tekoälyn hyödyt.....	34
	6.4 Tekoälyn haitat.....	36
	6.5 Tekoälystä hyötyvät tutkimusmodaliteetit.....	36
	6.6 Tekoälyn käyttöä lisäävät tekijät.....	37

6.7	Tekoälyn käyttöä vähentävät tekijät	38
7	POHDINTA	39
7.1	Tutkimustulosten pohdinta ja johtopäätökset	39
7.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	43
7.3	Kehittämisen- ja jatkotutkimusehdotukset	44
	LÄHTEET	47
	LIITTEET	51
	Liite 1 Tietosuojailmoitus	51
	Liite 2. Kyselylomake	52
	Liite 3. Haastattelun suostumuslomake	57
	Liite 4. Haastattelun teemat	58

1 JOHDANTO

Radiologia on ala, jossa tekoälyä tullaan tulevaisuudessa ensisijaisesti hyödyntämään. Tekoälyn käyttömahdollisuudet radiologiassa ovat laajat ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi kuvatulkinnassa sekä kuvien käsittelyssä. Useimmiten tekoälyä kaavaillaankin hyödynnettäväksi nimenomaan tietokonetomografiassa ja magneettikuvantamisessa, joissa datamäärät ovat suuria. (Pesapane, Codari & Sardanelli 2018.) Toisaalta on olemassa mammografiakuvien tulkinnassa tai rannemurtumien diagnosoinnissa hyödynnettäviä sovelluksia (Hsu & Hoyt 2019; Raisuddin ym. 2021). Myös esimerkiksi röntgenkuvauksissa saatavaa säteilyannosta voitaisiin pienentää, jos hyödynnetään tekoälyalgoritmeja kuvanlaadun parantamisessa (Heino 2020).

Tekoälyn ei uskota korvaavan radiologien tekemää työtä kokonaan, sillä se ei korvaa inhimillistä kohtaamista. Sen sijaan tekoälyn avulla voidaan tehostaa toimintaa sekä helpottaa radiologien rutiininomaisia tehtäviä. Radiologeille jää aikaa keskittyä vaativampiin tutkimuksiin sekä potilaan kohtaamiseen. (Pesapane ym. 2018.) Tekoälyn avulla resursseja voidaan kohdentaa paremmin ja saadaan mahdollisesti aikaan kustannustehokkaampia hoitopolkuja. Toisin kuin radiologi, tekoäly ei tarvitse taukoja toimiakseen tarkasti ja tehokkaasti. (Heino 2020.) Toisaalta tekoälysovelluksia hankittaessa on hyvä selvittää radiologeilta millaisia tai mihin työnkulun osaan he haluavat niitä. Näin ne tulevat tarpeeseen ja niiden käyttö lisääntyy. (Hirvonen & Nyman 2023, 421.)

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Suomen Terveystalo Oy:n (jäljempänä Terveystalo) kanssa. Terveystalossa on käytössä joitain tekoälysovelluksia ja on tarkoitus hankkia uusia sovelluksia. Jotta hankinnat ovat kustannustehokkaita ja hyödyllisiä, täytyy hankittuja sovelluksia käyttää. Jotta paras mahdollinen hyöty ja käyttökapasiteetti saadaan, tulee tietää, millaiset asiat merkitsevät loppukäyttäjälle eli tässä tapauksessa radiologeille tekoälysovellusten käytössä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää radiologien kokemuksia tekoälysovelluksista sekä ajatuksia siitä, mitkä tekijät lisäävät ja mitkä tekivät vähentävät halua käyttää tekoälysovellusta oman työn tukena. Opinnäytetyön tarkoituksena

on tuottaa Terveystalolle ehdotus siitä, mitä tekijöitä tulee huomioida tekoälysovellusten hankinnoissa ja käyttöönotoissa, sekä millaisissa tutkimuksissa tai työnkulun osissa niitä kaivataan.

2 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Opinnäytetyön tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää radiologien kokemuksia tekoälysovelluksista sekä ajatuksia siitä, mitkä tekijät lisäävät ja mitkä tekivät vähentävät halua käyttää tekoälysovellusta oman työn tukena. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa Terveystalolle ehdotus siitä, mitä tekijöitä tulee huomioida tekoälysovellusten hankinnoissa ja käyttöönotoissa, sekä millaisissa tutkimuksissa tai työnkulun osissa niitä kaivataan.

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Mitkä tekijät lisäävät tekoälysovelluksen käyttöhalukkuutta?
2. Mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöhalukkuutta?
3. Missä tutkimusmodaaleissa radiologit haluavat käyttää tekoälysovelluksia?

2.2 Toimeksiantaja ja opinnäytetyön lähtökohdat

Terveystalo on yksityinen terveydenhuollon yritys, joka tarjoaa perusterveydenhuoltoa, erikoissairaanhoidon sekä hyvinvoinnin palveluita niin yrityksille kuin yksityisille asiakkaille sekä julkiselle sektorille. Terveystalolla on noin 370 toimipaikkaa ympäri Suomea sekä Ruotsissa 155 toimipaikka, jotka tarjoavat työterveyden palveluita. Lisäksi Terveystalon digivastaanotto palvelee 24/7 paikasta riippumatta. Terveystalo työllistää lähes 17 000 terveydenhuollon ammattilaista. (Terveystalo n.d.) Terveystalolla on noin 50 radiologia, jotka työskentelevät niin natiivi-, mammografia-, ultraääni-, magneetti- tietokonetomografia- kuin hammas-tutkimusten parissa (Mikander 2024).

Alun perin tarkoituksena oli selvittää radiologien käyttökokemuksia erään tietyn, pilottikäyttöön tulevan radiologisen tekoälysovelluksen kohdalla. Ulkopuolisten syiden vuoksi tuo aihe jouduttiin hylkäämään marraskuussa 2023. Myös toisesta, vastaavasta aiheesta luovuttiin kannaltani liian hitaan etenemisen takia. Tällöin

pohdittiin, kuinka saataisiin parhaiten hyödynnettyä olemassa olevaa viitekehystä.

Terveystalon kehityspäällikkö Kaisa Mikanderin kanssa käydyssä keskustelussa tekoälysovellusten käytöstä Terveystalolla radiologiassa selvisi, että eri radiologien välillä oli eroavaisuuksia käyttöaktiivisuudessa. Tästä heräsi mielenkiinto siitä, mitkä tekijät vaikuttavat tekoälysovellusten käyttöhalukkuuteen. Ennen uusia tekoälysovellushankintoja on tarpeellista selvittää, millaisissa tutkimuksissa koetaan tarvetta erilaisille sovellusratkaisuille. On myös tarpeen selvittää tekijöitä, joilla voidaan vaikuttaa sovellusten käyttöhalukkuuteen. Näin hankinnoista saadaan paras potentiaali hyödyksi, eikä uusi sovellus jää käyttämättä, koska radiologit eivät sitä osaa tai halua käyttää. (Mikander 2024.) Tästä keskustelusta muotoutui lopullinen tutkimusaihe siitä, mitkä tekijät lisäävät ja mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöä sekä missä tutkimusmodaliteeteissa tekoälysovelluksia tarvitaan.

3 TEKOÄLY RADIOLOGIASSA

3.1 Tutkimusprosessi

Tieteellinen tutkimus on prosessi, jossa on useita eri vaiheita. Tutkimusprosessi kulkee tavallisesti aiheen suunnittelun ja perehtymisen kautta aineiston tuottamiseen sekä analysointiin. Lopuksi on raportointivaihe. (Günther & Hasanen n.d.) Alkuperäinen tutkimusaihe saatiin marraskuussa 2022, jolloin rajattiin tutkimusaihetta sekä suunniteltiin tutkimusasetelmaa. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus toteutettiin tammikuussa 2023, ja sitä varten käytettiin eri tiedonhankintamenetelmiä eri tietokannoista. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on tarkoitus luoda yleiskatsaus tutkimuksen aineistoista ilman tiukkoja rajauksia. Tämä antaa väljyyttä tutkimuskysymysten laadinnassa. (Salminen 2011.) Tutkimuksen edetessä useita eri näkökulmia esille tuonut teoreettinen viitekehys mahdollisti aiheen ja tutkimuskysymysten muuttamisen.

3.2 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus ja sen tutkimuskysymykset

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää tekoälyn käyttöä radiologian eri prosesseissa sekä selvittää miten radiologit hyötyisivät tekoälyalgoritmeista.

Kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksiä olivat:

1. Miten tekoälyä hyödynnetään kuvantamisessa?
2. Miten radiologi hyötyy tekoälystä röntgentutkimuksen lausumisessa?

Jotta tutkimuksesta saatiin mahdollisimman kattava ja sopiva aineisto, oli kirjallisuuskatsausten kysymysten asettelussa oltava tarkka. Tutkimuskysymyksen asettelussa täytyi olla täsmällinen, jotta tiedonhaku oli mahdollisimman onnistunut sekä näkökulmia avaavaa (Kangasniemi ym. 2013, 295). Hyvin nopeasti tiedonhaussa tuli esille, että kotimaisia ja etenkin suomenkielisiä tutkimuksia ja lähteitä oli haastavaa löytää. Sen sijaan kansainvälisesti aiheeseen oli runsaasti, tuoretta tietoa. Aiheeseen sopivia lähteitä löytyi toteutuneiden hakujen pohjalta löytämistä artikkeleista ja niiden lähdeluetteloista.

3.3 Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku

Tiedonhaun käsitteet olivat tekoäly, röntgentutkimus, hyödyntäminen, lausunto sekä radiologia. Käsitteille etsittiin synonyymeja asiasanastojen avulla. Alla olevassa taulukossa 1 on listattuna käsitteet sekä niille löydetty synonyymit suomeksi ja englanniksi. Tiedonhakua aloitettaessa tiedossa oli, että aiheesta löytyisi niukasti suomalaista materiaalia, joten englanninkielisten hakusanojen tuli olla mahdollisimman relevantit. Hakujen edetessä pohdittiin suomalaisten materiaalien osalta hakujen laajentamista tekoälyn hyödyntämiseen terveydenhuollossa, sillä radiologiaan rajaaminen vähensi tuloksia. Lopulta tätä laajentamista ei käytetty. Hauissa hyödynnettiin erilaisia yhdistelmiä, jotta löydettiin mahdollisimman hyviä artikkeleita.

Sanasto	Käsite 1	Käsite 2	Käsite 3	Käsite 4	Käsite 5
Hakusana	Tekoäly	Röntgentutkimus, kuvantaminen	Hyödyntäminen, käyttöä	Lausunto, lausua	Radiologia
Hakusana englanniksi (MOT)	Artificial intelligence	X-ray examination	utilization	Statement, give a statement	Radiology, diagnostic radiology
YSO	Koneoppiminen, neuroverkot, konenäkö,	Röntgenkuvaus	-	Lääkärinlausunnot	Röntgenologia
MeSH (englanniksi)	AI, Artificial intelligence	Radiography	-	-	-
FinMeSH (suomeksi)	Algoritmit	Röntgenkuvaus	-	-	Kuvantamisgenomiikka

Taulukko 1. Tiedonhaussa käytetyt hakusanat.

Tiedonhakua toteutettiin eri tietokannoista, kuten Andor- ja RSNA- (Radiological Society of North America) tietokannoista eri hakusanoilla sekä niiden yhdistelmillä. Osassa tietokannoista käytettiin hakutulosten rajaamiseen aikaväliä 2015–

2023, jotta saatiin mahdollisimman tuoreita tuloksia. Rajauksista huolimatta jotkin hakutietokannoista antoivat runsaasti tuloksia, sillä useimmat artikkelit oli kirjoitettu tällä aikavälillä.

Artikkelien läpikäymisessä hyödynnettiin sisäänottokriteereitä, joiden avulla selvitettiin työhön sopivia artikkeleita. Artikkelien otsikoiden, johdantojen sekä yhteenvetojen avulla löydettiin niitä, joissa käsiteltiin tekoälyn hyödyntämistä radiologiassa ja etenkin radiologin työssä. Jotta hakujen määrää saatiin kavennettua, suljettiin pois artikkelit, joissa käsiteltiin tekoälyä magneettikuvantamisessa. Hauissa suosittiin mahdollisimman tuoreita, tieteellisiä artikkeleita, jotka sisälsivät uusinta tutkimustietoa aiheesta. Artikkelit löytyivät joko verkkojulkaisuina tai kirjastosta. Kansainvälisten materiaalien kohdalla kriteerit täyttyivät helposti, mutta suomalaisten kohdalla jouduttiin toisinaan tinkimään tieteellisyydestä. Useimmiten suomalaiset kirjoittajat ovat osana kansainvälistä tutkimusryhmää, joten he ovat kirjoittaneet englanniksi. Taulukossa 2 on listattuna tutkimuksessa toteutuneet haut.

Pvm	Tietolähde	Hakusanat	Rajaukset	Tulos kpl	Valitut	Arviointi
11.11.2022	Andorr	tekoäly and hyödyntäminen and radiologia		1	0	Ei soveltuva.
8.1.2023	Andorr	artificial intelligence and utilization and radiology NOT MRI	2015-2022 sekä aihe- rajausta	109	3	Muutamia hyviä ja aiheeseen soveltuvia. Joitain jo aiemmin löytyneitä, mutta myös paljon aiheeseen sopimattomia.
5.1.2023	Andorr	Artificial intelligence and radiolo* and statements	2015-2023, artikkelit sekä aihe- rajausta	38	5	Hyviä artikkeleita löytyi, joitakin useamman kerran haussa.
16.12.2022	Medic	tekoäly and radiologia		2	1	Toinen aiheeseen soveltuva.
5.1.2023	Finna	tekoäly and radiologia	2015-2023	8	0	Ei soveltuvia.
16.12.2022	Finna	artificial intelligence and radiology	2015-2023	22	1	Ei kovin hyvin soveltuvia.
5.1.2023	RSNA (Radiological Society of North America)	artificial intelligence and utilization and radiology		45	6	Paljon artikkeleita, mutta vain löyhästi tekoälyyn liittyviä.

Taulukko 2. Tiedonhaun toteutuneet haut.

3.4 Tutkimuksen käsitteiden määrittely

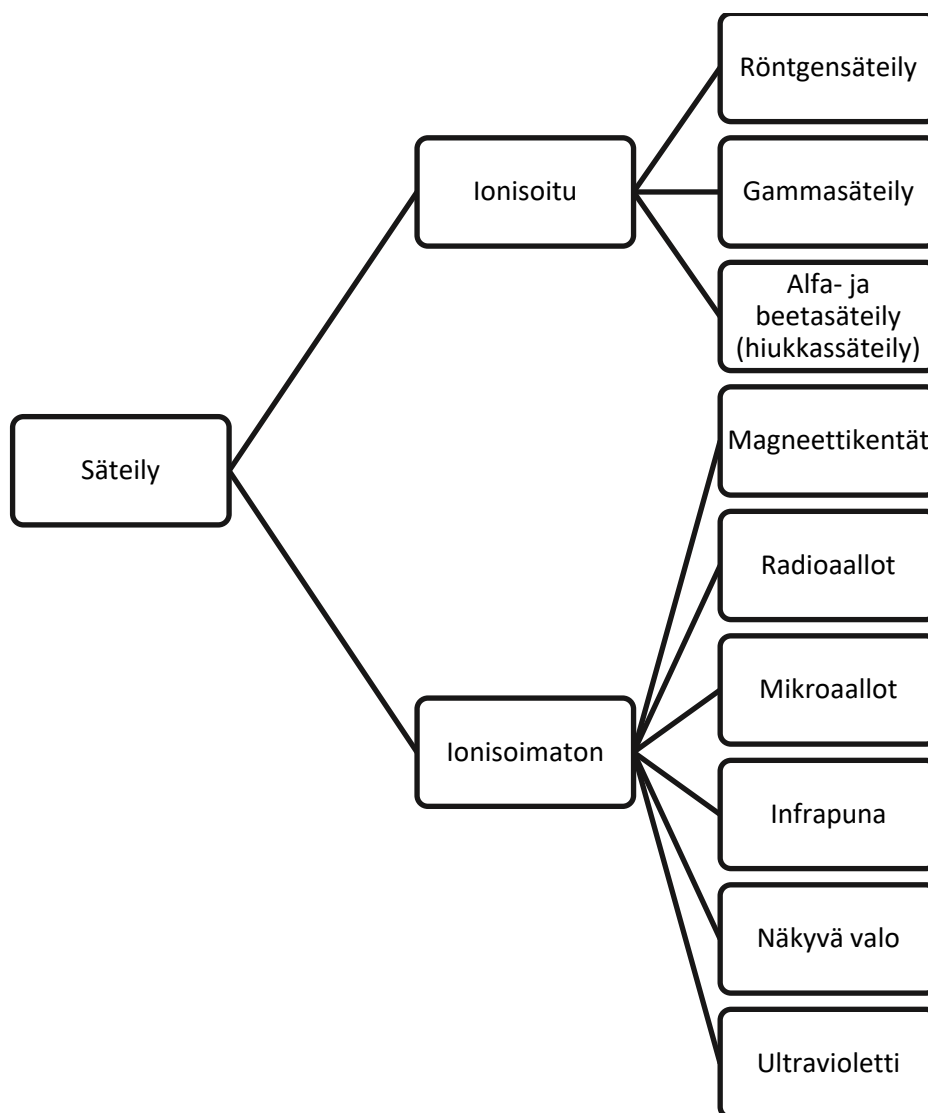
Tutkimuksessa selvitetään radiologien kokemuksia tekoälysovelluksista työsäännön sekä tekijöitä, jotka lisäävät ja vähentävät niiden käyttöä. Tutkimukseen liittyy käsitteitä, jotka tulee määritellä lukijalle. Määritelmän avulla lukija pystyy tulkitsemaan ja ymmärtämään tekstiä, etenkin kun tutkimus on moniammatillinen (Vilkkä 2021).

3.4.1 Radiologia, ionisoiva ja ionisoimaton säteily

Radiologia on yksi lääketieteen erikoisala. Se käsittelee lääketieteellistä kuvantamista sekä erilaisia kuvantamisen avulla toteutettuja hoitoja. Lääketieteelliseen kuvantamiseen liittyy ionisoivaa ja ionisoimatonta säteilyä hyödyntäviä kuvantamismenetelmiä. (Suomen radiologiyhdistys n.d..) Radiologi on radiologian erikoislääkäri ja röntgenhoitaja on radiologian alan asiantuntijahoitaja.

Säteily jaetaan kahteen erilaiseen luokkaan; ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn. Ionisoivalla säteilyllä tarkoitetaan sellaista säteilyä, jolla on tarpeeksi energiaa, jotta se kykenee irrottamaan atomista elektroneja. Ionisoivaa säteilyä on gammasäteily ja röntgensäteily sekä hiukkassäteilyt alfa- ja beetasäteily. (Säteilyturvakeskus 2020.) Terveystalolla ionisoivaa säteilyä käyttävät tutkimusmodaaliitit ovat natiivitutkimukset, hammastutkimukset, mammografiatutkimukset sekä tietokonetomografiatutkimukset.

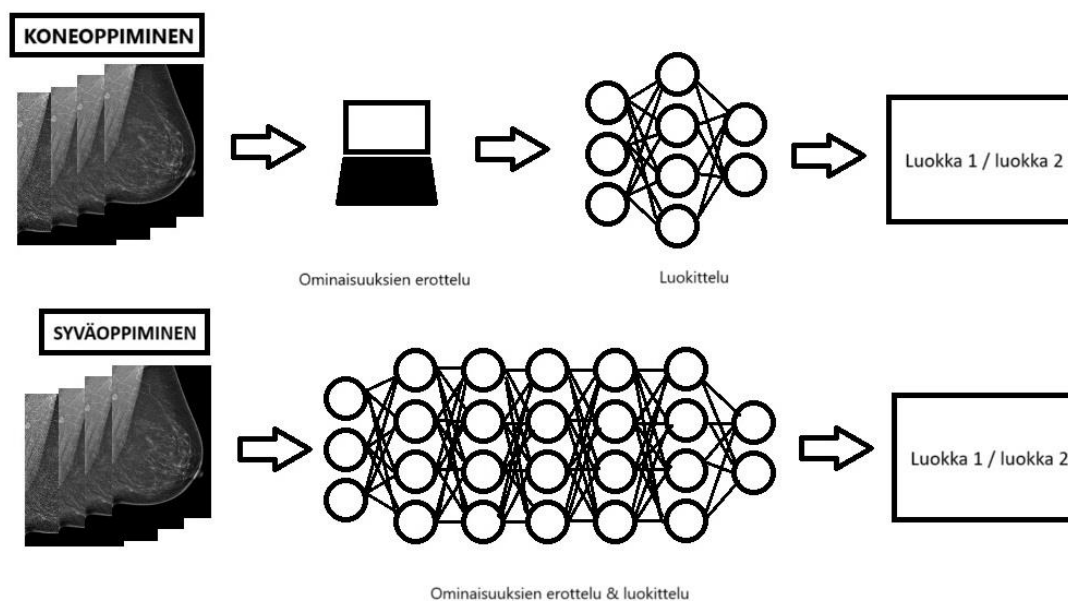
Ionisoimaton säteily sähkömagneettista aaltoliikettä, jota hyödynnetään esimerkiksi infrapunalämmittimissä. Kuvantamisen tutkimusmenetelmistä magneettitutkimukset sekä ultraäänitutkimukset kuuluvat ionisoimattoman säteilyn puolella. (Säteilyturvakeskus 2020.) Terveystalolla käytössä olevat ionisoimattomat tutkimusmenetelmät ovat magneettitutkimukset sekä ultraäänitutkimukset. Kuviossa 1 havainnollistetaan ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn eri muotoja.



Kuvio 1. Säteilyn eri muodot.

3.4.2 Tekoäly

Tekoäly on tietokonealgoritmi, jonka avulla voidaan suorittaa ihmisellekin haastavia tehtäviä ja sen tehtävänä onkin jäljitellä ihmisten kykyä tehdä päätöksiä ja ratkaista ongelmia. Koneoppimisessa hyödynnetään tilastotieteen menetelmin algoritmeja, joiden on tarkoituksena oppia esimerkkien avulla. Koneoppimisessa ihminen opettaa ja valitsee datasta ne asiat, joita haluaa sieltä nousevan esille. Syväoppiminen on koneoppimisen alalaji, jossa hermoverkot pystyvät käsittelemään monimutkaistakin dataa. Hermoverkot löytävät sieltä itsenäisesti piirteet, jotka edustavat asiaa parhaiten. Syväoppiminen jäljittelee parhaiten ihmisen toimintaa. Kuvio 2 havainnollistaa koneoppimisen ja syväoppimisen eroavaisuuksia. (Pesapane ym. 2018.)



Kuvio 2. Koneoppiminen ja syväoppiminen (Pesapane ym. 2018, muokattu).

3.5 Miksi tekoälyä tulisi hyödyntää radiologiassa?

Radiologialla on merkittävä rooli, kun tutkitaan tekoälyn käyttöä lääketieteellisissä sovelluksissa. Radiologian alalla on mahdollisuus sekä tahtotila parantaa kliinisen hoidon tarkkuutta ja tehokkuutta. Kustannusten vähentäminen ja työtehokkuuden ja -tarkkuuden kasvattaminen ovat merkittävässä roolissa ja näihin yhtenä ratkaisuna ovat tekoälyyn pohjautuvat työkalut. Radiologiassa tekoälyä voidaan hyödyntää useassa eri vaiheessa kuten tutkimuksen ja kuvausprotokollien valinnassa, työlistojen priorisoinnissa tai erikoistuvien lääkäreiden koulutuksessa. Tutkimusprotokollien valinta ja suunnittelu ovat aikaa vieviä työvaiheita, johon Tadavarthin (2022) mukaan heidän sairaalassaan menee radiologilla päivässä 1–2 tuntia. (Tadavarthi ym. 2022.) Tekoälyn käytöllä voidaan parhaimmillaan saada kustannussäästöjä esimerkiksi hyödyntämällä tekoälyä toisena lausujana seulontamammografiatutkimuksissa. Tällöin tekoäly ja yksi radiologi vastaavat tehokkuudeltaan kahta radiologia. (Hirvonen & Nyman 2023, 421.)

Tekoälyn avulla voidaan parantaa kuva-analyseja sekä tehostaa kuvantamisprosesseja muun muassa optimoimalla ionisoivaa säteilyä käyttäviä tutkimusmenetelmiä (Waller ym. 2022). Esimerkiksi kuvantamismenetelmien ja tarvittavien kuvantamisprotokollien valintaa voidaan ohjata tekoälysovelluksen avulla ja näin optimoida potilaalle paras mahdollinen tutkimustulos sekä esimerkiksi pienentää

hänen saamaansa säteilyannosta (Pierre ym. 2023). Säteilytutkimuksissa tasapainotellaan potilaan saaman säteilyannoksen ja kuvanlaadun kanssa ALARA (As Low As Reasonably Achievable) periaatteen mukaisesti. Tutkimuksen tulee olla diagnostinen, mutta potilaan ei tule saada turhaan liikaa säteilyä. Tietokone-tomografitutkimuksessa (TT-tutkimus) säteilyannokseen voi vaikuttaa pienentämällä putkivirtaa (mA), mutta tämä nostaa kuvan kohinatasoa ja näin hankaloittaa diagnostiikka. Kuvien rekonstruktioon on kehitetty koneoppimisen malleja, joilla voidaan nimenomaan poistaa edellä mainittua kohinaa huomattavasti nopeammin kuin perinteisillä rekonstruktio menetelmillä. (Tadavarthi ym. 2022.)

Radiologiassa tulkitaan yhä enemmän kuvadataa ja kuvien analysointiin menee aikaa. Myös radiologien väliset eroavaisuudet kuvien tulkinnassa sekä esimerkiksi työkuorma ja siitä seurannut väsymys, vaikuttavat kuvien havainnointiin ja tätä kautta lausuntoihin. Tekoälysovellukset voivatkin auttaa rutiininomaisissa tehtävissä ja kuvien tulkinnoissa. (Pesapane ym. 2018.) Radiologien työmäärä on lisääntynyt, jolloin tekoäly voi tarjota sopivassa suhteessa helpotusta työmäärään, mutta se ei tule korvaamaan heidän työtään. (Waller ym. 2022.)

Tulevaisuudessa radiologit voivat käyttää tekoälyä jo harjoitteluidensa aikana tehdessään lausuntoja ja kuvatulkintoja. Vaarana on, että he eivät opi tekemään tarpeeksi itsenäistä kuvatulkintaa, vaikka toisaalta tekoäly antaa heille myös potentiaalia kehittyä entistä paremmaksi. Tekoälyn avulla voitaisiin esimerkiksi tuottaa tietoa siitä, miten eri tason erikoistuvien radiologien lausunnot eroavat toisistaan ja kuinka kokemattomampi voisi tehdä muutoksiaan omaa lausuntoaan. Näin erikoistuvat voivat oppia ja kehittyä työssään. Onkin erityisen tärkeää, että tekoäly ja sen integroiminen radiologisissa käytännön tehtävissä, otettaisiin osaksi radiologien koulutusta esimerkiksi erilaisilla simulaatioilla. Näin saataisiin jo erikoistumisvaiheessa tutuksi tekoälyn eri puolet. (European Society of Radiology 2019; Waller ym. 2022.)

Radiologisten tutkimusten eri työnkulun vaiheissa voidaan hyödyntää tekoälysovelluksia, jotka esimerkiksi osaltaan optimoivat työnkulkua, lisäävät tehokkuutta ja parantavat laatua. Monissa työnkulun vaiheissa ei tarvita edes diagnostisia tekoälysovelluksia, eli niiden ei tarvitse olla hyväksytyt lääkinnällisiksi laitteiksi, vaan ne voivat muilla tavoin tukea radiologian toimintaa. (Pierre ym. 2023.)

3.6 Mitkä tekijät vaikuttavat tekoälyn käyttöönottoa radiologiassa?

Tekoälyalgoritmien kouluttamiseen vaaditaan runsaasti dataa. Tähän asettaa haasteen se, että kliiniset käytännöt radiologiassa muuttuvat edelleen jatkuvasti, eli saatavilla ei välttämättä ole juuri halutunlaista dataa tarpeeksi suurta määrää. Suurempi datamäärä luo luotettavuutta käytettyyn algoritmiin. (Waller ym. 2022.) Algoritmien koulutukseen käytetään aina tiettyä aineistoa, tietyltä alueelta. Tämä voi osaltaan heikentää algoritmin suorituskykyä sekä myös luotettavuutta paikallisella, esimerkiksi suomalaisella, aineistolla. (Hirvonen & Nyman 2023, 422.)

Shinners, Aggar, Grace & Smith (2020) toteavat, että terveydenhuollon ammattilaiset eivät mielellään käytä tekoälyä työssään, jos he eivät ymmärrä kuinka se toimii. Ammattilaisten käyttöönottoinnostusta vähentää myös se, että he eivät luota teknologiaan. Näitä vastaavia tutkimustuloksia oli saatu heidän tekemänsä kirjallisuuskatsauksen perusteella myös sellaisissa terveydenhuollon teknologisissa ratkaisuisissa, jotka eivät hyödynnä tekoälyä. He toteavat, että on tarpeen tutkia enemmän terveydenhuollon ammattilaisten käsityksiä ja kokemuksia tekoälystä ja sen käytöstä terveydenhuollossa. (Shinners, Aggar, Grace & Smith 2020.)

Tejani ym. (2022) toteavat, että radiologien tulee käyttää tekoälysovelluksia sujuvasti ja luotettavasti, sekä olla mahdollisuuksien mukaan osana sovellusten luomista. Radiologeille tulee tarjota tarpeeksi koulutusta, jotta he saavat tarvittavan ammattitaidon tekoälysovelluksien käytöstä osana potilaan hoitoprosessia. He toteavatkin, että tekoälyn turvallinen ja eettinen käyttö vaativatkin useimmiten enemmän kuin vain työpaikan tarjoaman koulutuksen. On tärkeää, että radiologeille tarjotaan erilaisia tekoälykoulutuksia niin opiskeluvaiheessa kuin myöhemminkin. Koulutukset vähentävät erilaisia pelkoja ja epäluuloja tekoälysovellusten käytöstä, sekä innostavat tutkimaan tarkemmin kliinisessä käytössä olevia sovelluksia. (Tejani ym. 2022.)

Pasapane ym. (2018) korostaa, että radiologit ovat tärkeässä osassa tekoälysovellusten suunnittelussa ja käyttöönotossa. Heidä tulee ehdottomasti konsultoida siitä, millaisissa asioissa tekoälyä voidaan parhaiten heidän mielestään heidän

alallansa hyödyntää. (Pasapane ym. 2018.) Myös Hirvonen & Nyman (2023) korostavat, että on tärkeää tarkastella, millaisia sovelluksia hankintaan ja tässä radiologit ovat tärkeässä asemassa. On tärkeää, että hankintatiimissä on osaamista ja ymmärrystä tekoälysovelluksista sekä niiden käyttöönotosta. Tekoälysovellusten hankintaa varten on hyvä koota moniammatillinen asiantuntijaryhmä, jolla on muun muassa käytännön kokemusta siitä työnkulun osasta, mihin sovellusta ollaan hankkimassa. On myös tärkeää, että tekoälysovellus on integroitu osaksi radiologin työnkulkua sujuvasti. Radiologit eivät kaipaa ylimääräisiä klikkauksia tai monimutkaisia prosesseja käyttäessään tekoälysovelluksia, vaan haluavat sen olevan luonnollinen osa työnkulkuaan. (Hirvonen & Nyman 2023, 421-422.)

Tekoälyn pelätään usein vievän työpaikat ja vähentävän esimerkiksi radiologien tarvetta. Tekoäly ei kuitenkaan ole inhimillinen ja ajatteleva asia, joten edelleen jatkossakin tarvitaan radiologeja, jotka kommunikoivat potilaiden ja terveydenhuollon muiden ammattilaisten kanssa hoitosuunnitelmista ja tuloksista. Radiologit ovat edelleen välttämättömiä. Automaation historia osoittaa, että yleisesti ottaen työpaikkoja ei menetetä, vaan roolit muuttuvat ja muovautuvat uudelleen. Tekoälyä käyttävä radiologi on tulevaisuudessa vahvemmillä, kuin radiologi, joka kieltäytyy käyttämästä sitä. (Pesapane ym. 2018.)

Tekoälysovellusten käyttöön vaikuttavia tekijöitä on runsaasti. Moni tekijä on vaikutuksiltaan joko positiivinen eli lisää halukkuutta käyttää tekoälysovellusta tai negatiivinen eli vähentää halukkuutta käyttää tekoälysovellusta. Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää tähän teoreettiseen viitekehykseen pohjautuen, mitkä asiat Terveystalossa vaikuttavat radiologien halukkuuteen käyttää tekoälyä työssään.

3.7 Tekoäly ja etiikka

Tekoälysovellusten käytössä terveydenhuollossa nousee esille relevantti kysymys: kuka on vastuussa tekoälyn tekemästä päätöksestä? Ongelma nousee ajankohtaiseksi silloin, kun tekoälysovellus tekee itsenäisesti päätöksensä, eli on lääkinnällinen laite, eikä ole enää radiologin apuväline. (Pesapane ym. 2018.) Jos radiologi tekee kuvan perusteella tulkinnan, että siinä ei ole murtumaa, vaikka onkin, on hän vastuussa tekemästään tulkinnasta. Jos tekoälysovellus tekee samaisen virhetulkinnan, tulee mietittäväksi, kenen vastuulla virheellinen tulkinta on. (Neri ym. 2020; Pesapane ym. 2018.) Lääkäriliiton mukaisesti tulee tunnistaa tilanteet ja ymmärtää tekoälysovelluksen toimintaperiaate. Jos sovellus antaa esimerkiksi ennusteen tuloksesta, tulee lääkärin arvioida sen luotettavuus ja tällöin hän on vastuussa lopullisesta päätöksenteosta. Jos sovellus lasketaan lääkinnälliseksi laitteeksi, on valmistajalla vastuu algoritmin toiminnasta. Valmistaja vastaa myös siitä, että algoritmin toiminta kuvataan kattavasti ja avoimesti. Lääkärin vastuulle jää mahdollisen oikean algoritmin valinta. (Lääkäriliitto 2021.)

Euroopan komissio on vuonna 2018 määritellyt tiettyjä vaatimuksia liittyen tekoälysovelluksiin. Radiologian osalta on esimerkiksi tärkeää, että DICOM-kuviin (lääketieteellisten kuvantamistietojen standardi) ei tehdä jälkikäsitellyssä muutoksia, joissa tiedot muuttuvat, tai että tekoälyn tekemiä päätöksiä ei voida selittää. On erityisen tärkeää, että radiologi ei anna tekoälyn johdattua häntä virheellisiin tulkintoihin, vaan hänen tulee itse myös osallistua päätöksentekoprosessiin. On erityisen tärkeää, että radiologit osallistuisivat tekoälyalgoritmien kehittämiseen, koska heillä on radiologian erikoisosaaminen. (Neri ym. 2020.)

Tekoälyn käytössä lääketieteessä on pohdittava eettisiä näkökulmia. Tekoälyalgoritmien tekemisiin päätöksentekoihin liittyvää lainsäädäntö on valmistelussa, ja Euroopan parlamentti on hyväksynyt ensimmäiset tekoälysäännöt. Terveydenhuoltoon liittyvät tekoälysovellukset luetaan suuririskisiksi järjestelmiksi, jolloin niille on määritelty tiettyjä velvoitteita. Niiden on muun muassa oltava täsmällisiä sekä läpinäkyviä toiminnaltaan. Kansalaisilla on myös oikeus saada selvitys tekoälysovelluksen tekemistä päätöksistä, jos ne vaikuttavat heidän oikeuksiinsa.

(Euroopan parlamentti 2024.) Myös Suomen laki potilaan asemasta ja oikeuksista (1992/785) sanoo:

”Potilaalle on annettava selvitys hänen terveydentilastaan, hoidon merkityksestä, eri hoitovaihtoehdoista ja niiden vaikutuksista sekä muista hänen hoitoonsa liittyvistä seikoista, joilla on merkitystä päätettäessä hänen hoitamisestaan.” (Laki potilaan asemasta ja oikeuksista 1992/785.) Lakipykälän kohta ”muista hänen hoitoonsa liittyvistä seikoista” puoltaa myös vahvasti sitä, että potilasta tulee informoida, jos tekoälysovellus lausuu tutkimuksen.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TOTEUTUS

4.1 Monimenetelmätutkimus

Opinnäytetyössä hyödynnettiin sekä kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta, että kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta. Usein monimenetelmätutkimuksissa halutaan lisätä validiutta yhdistämällä eri menetelmiä tai teorioita. Eri tutkimusmenetelmiä voidaan hyödyntää erilaisissa järjestyksissä, ja tutkimuksen aineistoa sekä analyysia voidaan tehdä useammalla tavalla. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 28.) Monimenetelmätutkimusta käyttämällä saatiin hyödynnettyä molempien tutkimusmenetelmien puolia ja saatiin tarkempia vastauksia tutkimuskysymyksiin.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa voidaan käyttää kyselylomakkeita, systemaattista havainnointia tai rekisterien ja tilastojen käyttöä (Vilkkä 2021). Tutkimuksessa käytettiin kyselylomaketta, jossa jokaiselle tutkittavalle esitettiin samat kysymykset kirjallisesti ja he vastasivat niihin kirjallisesti. Usein kyselylomakkeita käytetään, jos tutkittava joukko on hajallaan toisistaan. Kyselylomakkeiden haittapuolena on se, että vastausprosentti saattaa jäädä matalaksi. Sen sijaan positiivisena puolena voi pitää sitä, että vastaajat säilyvät anonyymeina. (Vilkkä 2021.)

Kvalitatiivisen tutkimuksessa selvitetään merkityssuhteita ja -kokonaisuuksia. Siinä tutkitaan asioiden merkityksiä, esimerkiksi kokemuksia tai käsityksiä tutkittavasta aiheesta. Haasteen tutkimuksessa aiheuttaa se, että tutkittavan kokemus on aina omakohtainen ja käsitys voi kertoa yhteisön tavallisista ajattelutavoista. Myös tutkija ja tutkittavan keskinäinen ymmärryssuhde ovat keskiössä. Tutkija tutkii, asettaa kysymyksiä ja tematisoi oman ymmärrys- ja kokemuspohjansa puitteissa asioita. Laadullisessa tutkimuksessa ei etsitä eikä saada esille totuutta tutkittavasta asiasta. Tutkimuksessa tulkitaan ja havainnoidaan tutkittavan asian erilaisia piirteitä ja muodostetaan niiden avulla vastaus tutkimuskysymyksiin. (Vilkkä 2021.)

4.2 Tutkimuksen kohderyhmä ja aineistonkeruumenetelmät

Tutkimuksen kohderyhmänä oli Terveystalon radiologit. Tutkimuksessa radiologeille lähetettiin sähköpostilla kysely, johon he vastasivat sähköisesti. Kyselyn avulla selvitettiin erilaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat tekoälysovellusten käyttöön. Saadut vastaukset analysoitiin hyödyntäen kvantitatiivisia menetelmiä.

Tutkimuksessa haastateltiin lisäksi kolmea radiologia, jotta saatiin syvällisempää tietoa tekijöistä, jotka vaikuttavat tekoälyn käyttöön. Haastattelu auttoi syventämään kyselystä saatuja tietoja. Haastattelut toteutettiin kasvotusten rauhallisessa huoneessa hyödyntäen Microsoft Teamsin tallennus- ja litterointimahdollisuutta. Haastateltavat valittiin niin, että saatiin eri ikäisiä, eri määrän työkokemusta omaavia sekä eri tutkimusmodaliteetteja tekeviä radiologeja. Saadut vastaukset analysoitiin hyödyntämällä kvalitatiivisia menetelmiä.

4.2.1 Kyselytutkimus

Kyselylomakkeen on tärkeää olla kohtuullisen pituinen sekä selkeä. Kysymysten on oltava sellaisia, että jokainen vastaaja ymmärtää ne samalla tavalla. Kysymyksiä laatiessa kannattaa pohtia, käytetäänkö strukturoituja vai avoimia kysymyksiä. Tähän valintaan vaikuttaa usein nimenomaan vastaajajoukko. Kyselylomakkeen muuttujien valinnan tulee perustua tutkimuksen viitekehukseen ja sen avulla on tarkoitus löytää vastauksia tutkimuskysymyksiin. Kyselytutkimuksessa selvitetään usein taustamuuttujia, kuten ikä, sukupuoli, koulutus ja työkokemus. Näiden avulla voidaan peilata muita saatuja vastauksia ja sitä, kuinka nämä muuttujat vaikuttavat joihinkin asioihin. (Vilkkä 2021.)

Kyselylomake luotiin Microsoft Forms -työkalulla. Siinä kartoitettiin radiologien taustatietojen lisäksi erilaisten kysymysten avulla tekijöitä, jotka lisäävät ja vähentävät tekoälysovellusten käyttöä. Kyselyssä selvitettiin kuinka tärkeitä tietyt asiat liittyen tekoälysovelluksiin ovat radiologeille. Lisäksi selvitettiin, millaisissa tutkimusmodaliteeteissa he haluavat käyttää tekoälysovelluksia. Kyselyyn vastat-

taessa ei ollut merkitystä, oliko radiologilla omakohtaista kokemusta tekoälysovelluksesta. Kyselylomakkeen esitestaajina toimivat oman yksikköni röntgenhoitajat.

4.2.2 Teemahaastattelu

Tutkimuksessa käytettiin teemahaastattelua, sillä sen avulla saatiin parhaiten kerättyä tietoa tutkimukseeni liittyen. Teemahaastattelussa tutkittavalle, heidän mielipiteilleen ja puheelle annetaan tilaa. Teemahaastattelu on strukturoidumpi vaihtoehto kuin avoin haastattelu, minkä vuoksi se sopi tutkimukselle hyvin. Teemahaastattelussa kaikkien tutkittavien kanssa käytiin läpi samoja aihepiirejä heidän ehoillaan. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Haastattelussa pohditaan etukäteen, miten kysymykset esitetään haastateltaville, jotta saadaan mahdollisimman kattavat vastaukset. Tutkijan tulee välttää kysymyksiä, joihin vastauksena on ”kyllä” tai ”ei”, sillä näillä ei yleensä saada tarpeeksi kattavia vastauksia. Kysymyksiä muodostettaessa tutkijan täytyy myös välttää arvottavia sanoja sekä käyttää yksiselitteisiä ilmauksia. Laadullisessa tutkimusmenetelmässä panostetaan aineiston laatuun sisällöllisen laajuuden avulla, ei tutkittavien määrän avulla. (Vilka 2021.)

Haastatteluteemat noudattavat kyselytutkimuksen jaottelua ja teemaa. Haastattelun ensimmäisessä osassa käsiteltiin radiologin aiempia kokemuksia tekoälysovelluksista niin yleisesti kuin oman työnsä kannalta. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka radiologi kokevat tekoälysovellusten hyödyllisyyden oman työnsä kannalta ja millaiset tekijät siihen vaikuttavat. Haastattelun tavoitteena oli löytää tekijöitä, jotka lisäävät ja vähentävät tekoälysovelluksen käyttöä. Toisessa osassa keskityttiin siihen, millaisista tekoälysovelluksista radiologit kokevat olevan hyötyä ja millaisissa tutkimuksissa he toivovat jatkossa tekoälysovelluksia näkevänsä. Haastattelun kysymykset hiottiin sellaiseen muotoon, että haastatteluissa saatiin mahdollisimman kattavasti vastauksia tutkimuskysymyksiin. Haastatteluvaiheessa edettiin radiologien kanssa vuoropuhellen ja tarpeen mukaan myös alkuperäistä haastattelusuunnitelmaa mukauttaen, jos myöhemmässä vaiheessa esitettävä asia nousikin jo aiemmin esille.

4.3 Kyselyaineiston analysointi

Kyselyaineiston tutkimusvastausten läpikäynti ja tietojen tarkistus ovat ensimmäinen vaihe aineiston analysoinnissa. On tärkeää tarkastaa, että kysely täytettiin huolellisesti, jotta aineistoa voidaan hyödyntää. Toisena vaiheena on saatujen tietojen täydentäminen esimerkiksi haastatteluin tai lisäämällä kyselylomakkeiden kattavuutta. Kolmantena vaiheena on aineiston järjestäminen. Aineiston järjestäminen on erilaista riippuen siitä, onko kyseessä kvantitatiivinen vai kvalitatiivinen tutkimus. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 221–222.)

Tutkimuksessa toteutettiin kvantitatiivinen kyselytutkimus, jossa kysely oli verkossa Microsoft Forms -alustalla. Kyselytutkimuksen päätyttyä tarkistettiin, että tutkimukseen osallistujat olivat täyttäneet kaikki vastaukset huolellisesti. Tämän jälkeen aloitettiin järjestämään saatua tietoa tarkempaa analysointia varten. Analysoinnissa käytiin läpi saatuja muuttujia ja järjestettiin niitä tutkimuskysymysten valossa sekä pyrittiin selittämään auki saatuja tuloksia. Tutkimuksen tekeminen ei pääty siihen, että tulokset analysoitiin ja diagrammit muodostettiin, vaan niistä tehdään lukijalle tulkinta (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 229). Tärkein osa kyselyaineiston analysointia oli saatujen tulosten tulkinta sekä niiden vertailu viitekehysten tuloksiin ja uusiin tutkimustuloksiin.

4.4 Haastatteluaineiston analysointi

Haastatteluaineiston analysoinnin ensimmäisenä vaiheena on aineiston litterointi eli puhemuodosta tekstiksi muuttaminen. Litterointi helpottaa tutkimusaineiston analysointia ja sen luokittelua. Jos haastattelut ovat pitkiä, on myös litterointien tekeminen työläs vaihe. Tutkija voi itse päättää millä tasolla litterointi suoritetaan, mutta hänen on aina muistettava, että haastateltavien vastauksia ei saa muuttaa. (Vilkka 2021.) Haastattelussa käytettiin Microsoftin Teams-sovellusta, jolla haastattelut tallennettiin. Tallennuksen lisäksi käytettiin sovelluksen litterointiominaisuutta, mutta tämä yksinään ei ollut riittävä litterointi. Tämän lisäksi haastatteluja litteroitiin itse.

Litteroinnin jälkeen haastatteluista saatu aineisto teemoiteltiin eri ominaisuuksien perusteella. Teemoittelussa tutkimusaineistosta etsitään tutkimusongelmaan

keskeisesti liittyvät asiakokonaisuudet. Teemat eivät ole samoja kuin haastattelun teemat, vaan tutkimusaineistosta esille nousseita, toistuvia asioita. (Kallinen & Kinnunen 2021.) Teemoittelussa lähdettiin purkamaan aineistoa kolmeen pääteemaan, jotka olivat:

1. Radiologien taustat, kuten ikä, kokemusvuodet sekä kokemukset tekoälystä
2. Radiologia ja tekoäly
3. Tekoälyn käyttöä lisäävät ja vähentävät tekijät

Teemoittelussa haastattelua käytiin läpi ja tehtiin erillinen tiedosto, jonne luokiteltiin saadut vastaukset näiden kolmen pääteeman mukaan haastateltava kerrallaan. Tämän jälkeen teemoittelua jatkettiin luoden uusia, suppeampia alateemoja usein esiintyneiden asioiden ympärille. Näitä olivat esimerkiksi etiikka, koulutus ja perehdytys sekä tekoälyn hyödyt ja haitat. Näissä teemoissa huomioitiin tutkimuskysymyksiä, mutta myös muita esille nousseita, tärkeitä teemoja. Lopuksi vielä tiivistettiin edellä mainitut tekijät esiin nousseiden avainsanojen ja -asioiden ympärille. Teemoittelun jälkeen analysoitiin haastatteluista saatuja tietoja ja verrattiin niitä kyselyissä saatuihin tuloksiin. Haastattelut syvensivät kyselystä saatuja tuloksia antaen syvällisempää tietoa radiologien ajatuksista ja perusteluista eri asioissa.

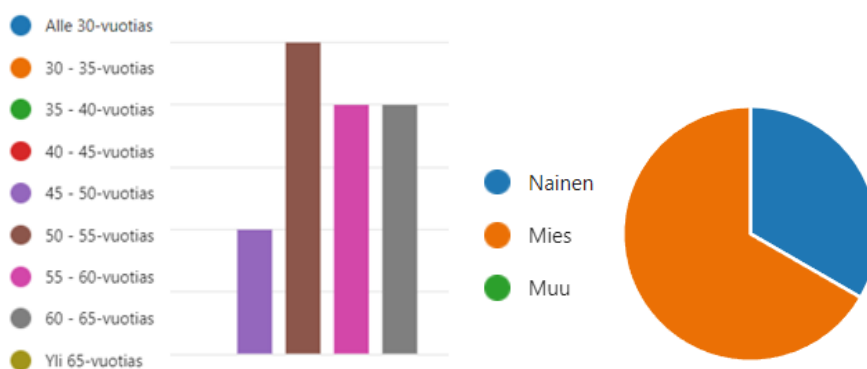
5 KYSELYTULOKSET

5.1 Kysely

Terveystalon radiologeille tehty kysely oli auki 6.5.-20.5.2024 välisen ajan. Kysely toteutettiin anonyymisti Microsoft Forms-ohjelmalla. Kysely lähetettiin yhteensä 53 radiologille ensin sähköpostilla sekä hiukan myöhemmin myös heidän suljetulla Teams-kanavallansa, jotta se tavoittaisi mahdollisimman monen. Sähköpostin oli lukenut lopulta lukenut 49 % vastaanottajista. Kyselyyn vastasi lopulta 15 radiologia, eli vastausprosentti oli 28,3 %. Kyselylomake on kokonaisuudessaan nähtävänä liitteenä 2.

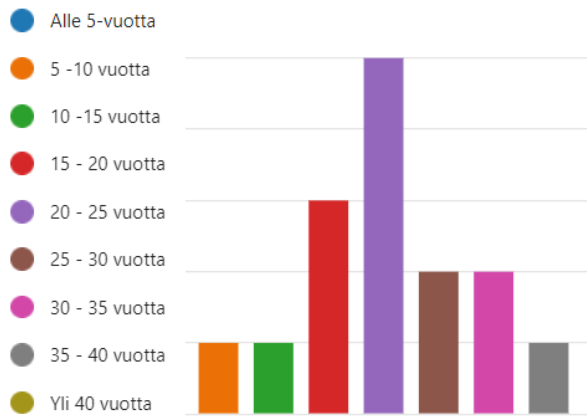
5.2 Radiologien taustatiedot

Kyselyn alussa selvitettiin radiologeilta taustatietoja, kuten ikä, sukupuoli, työkokemus ja sekä tutkimusmodaliteetit, joita he tekevät. Radiologin erikoislääkäriltä vaaditaan ensin lääkärin lisensiaatin tutkinto, jonka jälkeen suoritetaan radiologian erikoistumistutkinto. Näiden tutkintojen suorittamiseen kuluu noin 12 vuotta. Opintopolku on siis pitkä, mikä selittää osaltaan vastaajien ikäjakaumaa. Kuvio 3 näkyy vastaajien ikäjakaumasta, että kaikki vastaajat ovat yli 45-vuotiaita. Vastaajista 33,3 % oli naisia ja 66,6 % oli miehiä.



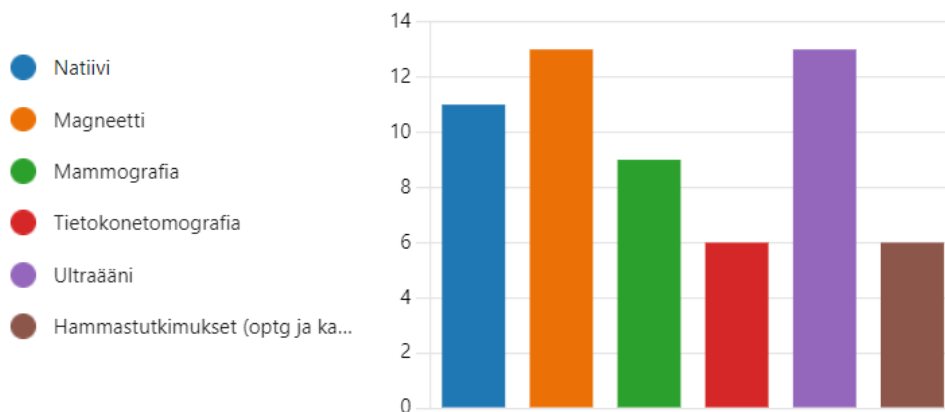
Kuvio 3. Radiologien ikä- ja sukupuolijakauma.

Kuvio 4 havainnollistaa radiologien työkokemuksessa olevaa suurempaa vaihtelua. 33,3 % on työskennellyt 20–25 vuotta alalla. 33,3 % työkokemusta on alle 20 vuotta ja 33,3 % yli 25 vuotta.



Kuvio 4. Radiologien työkokemus.

Radiologit voivat työskennellä useammassa eri tutkimusmodaliteetissa oman erikoisosaamisensa ja kiinnostuksensa mukaan. Kuviosta 5 näkee Terveystalon radiologien tutkimusmodaliteetteihin kuuluvien natiivi-, magneetti-, mammografia-, tietokonetomografia-, ultraääni- ja hammastutkimusten jakauman. Nämä 15 radiologia työskentelevät 58 tutkimusmodaliteetissa, eli keskimäärin heillä on 3,9 modaliteettia. 73,3 % radiologeista kertoi työskentelevänsä yhdistelmällä natiivi, magneetti ja ultraääni, johon 81,8 % oli yhdistetty vielä jokin tai joitakin tutkimusmodaliteetteja.



Kuvio 5. Radiologien tutkimusmodaliteetit.

5.3 Radiologien kokemus tekoälystä

Tutkimuksessa kartoitettiin radiologien kokemuksia tekoälysovelluksista yleisesti sekä nimenomaan radiologiaan liittyvistä tekoälysovelluksista. Tutkimuksessa selvitettiin, koetaanko tekoälyä radiologien mielestä hyödylliseksi.

Vastaajista 53,3 % kertoi, että ei ole käyttänyt mitään tekoälysovelluksia. Heistä 88 % ei ole käyttänyt myöskään radiologiaan suunniteltuja tekoälysovelluksia. 22 % vastaajista on siis käyttänyt radiologisia tekoälysovelluksia, mutta ei muita tekoälysovelluksia.

He, jotka vastasivat käyttäneensä joitain yleisiä tekoälysovelluksia, vastasivat kysymykseen millaisia sovelluksia he ovat käyttäneet. Vastauksissa nousi esille muun muassa ChatGTP, kuvanparannusohjelmat, OpenAI sekä puheentunnistus. Puheentunnistus on yksi yleisimpiä lääkäreiden ja radiologien käyttämiä tekoälypohjaisia sovelluksia, jota suurin osa ei kuitenkaan tunnista tekoälysovellukseksi. Lähes kaikki radiologit käyttävät päivittäisessä työssään puheentunnistusojelmaa lausuessaan kuvia.

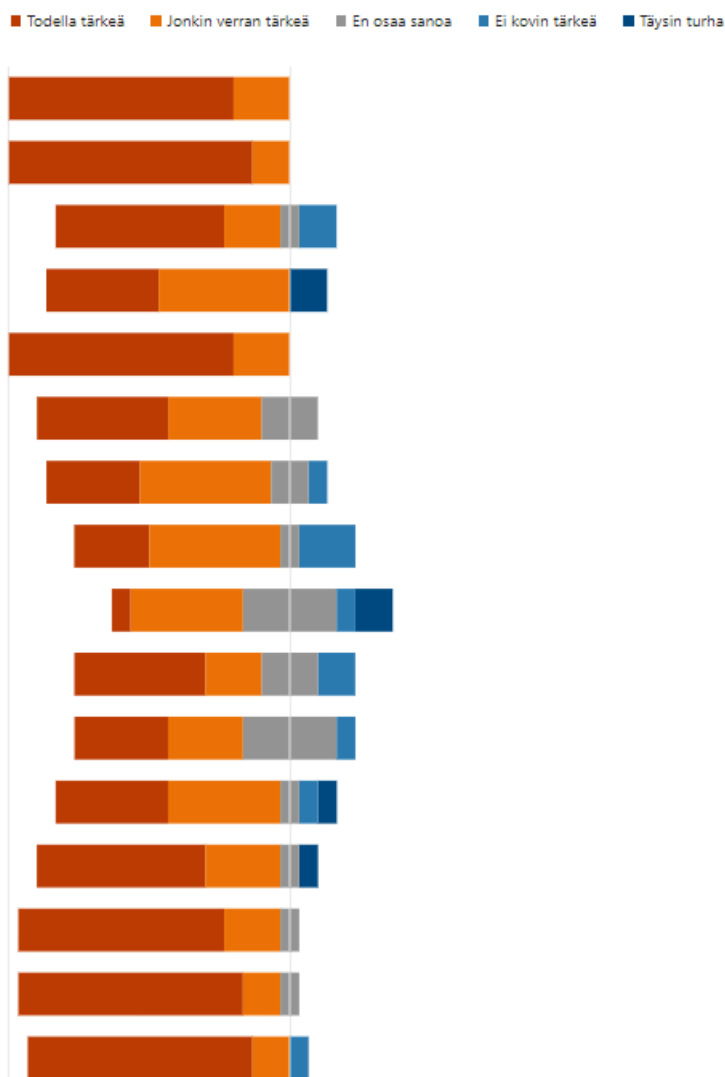
Vastaajista 46,6 % on käyttänyt radiologiaan kehitettyjä tekoälysovelluksia. Heistä 42,8 % käyttää tällä hetkellä työssään radiologiaan suunniteltuja tekoälysovelluksia. He, jotka vastasivat käyttäneensä joitain radiologian tekoälysovelluksia, vastasivat kysymykseen millaisia sovelluksia he ovat käyttäneet. Vastajat olivat käyttäneet muun muassa ohjelmistojen kuvanparannussoftia, aivoinfarktin laajuuden arvioinninsovellusta, murtumien havaitsemiseen suunniteltuja sovelluksia sekä tuumorin tunnistamiseen kehitettyjä sovelluksia.

Kyselyssä selvitettiin, kuinka hyödylliseksi radiologit kokevat tekoälyn oman työnsä kannalta. Vastaajista 6,1 % ei koe sitä lainkaan hyödylliseksi ja 13,3 % kokee todella hyödylliseksi. Lähes puolet eli 46,6 % vastaajista kokee jonkin verran hyödylliseksi. 33,3 % ei osannut sanoa. Keskimääräinen arvio oli 2.73.

5.4 Tekoälysovellusten väittämät

Viitekehykseen pohjautuen valittiin 16 väittämää, jotka vastaajat arvioivat valitsemalla kunkin väittämän kohdalla, kuinka tärkeänä he pitävät sitä. He valitsivat joko todella tärkeänä, jonkin verran tärkeänä, en osaa sanoa, ei kovin tärkeänä tai täysin turhana. Väittämien tuloksia tarkastellessa kolmeksi tärkeimmäksi tekijäksi nousivat ”Tekoälysovelluksen on helpotettava työtäni” ”Tekoälysovellusta on selkeä käyttää” sekä ”Tekoälysovelluksen on tehostettava toimintaani”. Kuviosta 6 on havaittavissa, että yhtä ominaisuutta lukuun ottamatta kaikki saivat

taakseen yli 50 % kannatuksen tärkeänä tai jonkin verran tärkeänä ominaisuutena.



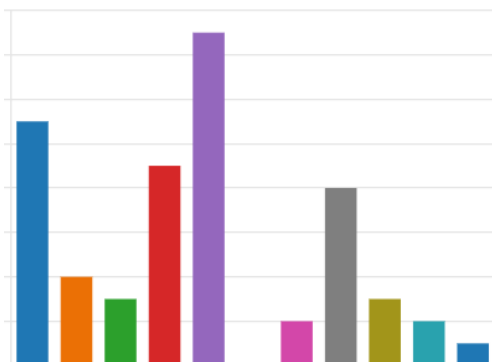
Kuvio 6. Tekoälysovelluksen väittämät

5.5 Tekoälysovellusten käytön lisäävät ja vähentävät tekijät

Seuraavassa kohdassa selvitettiin mitkä tekijät lisäävät ja mitkä tekijät vähentävät tekoälyn käyttöä radiologien keskuudessa. Molemmissa osissa esitettiin 11 väittämää, joista jokaisen piti valita kolme tärkeintä tekijää.

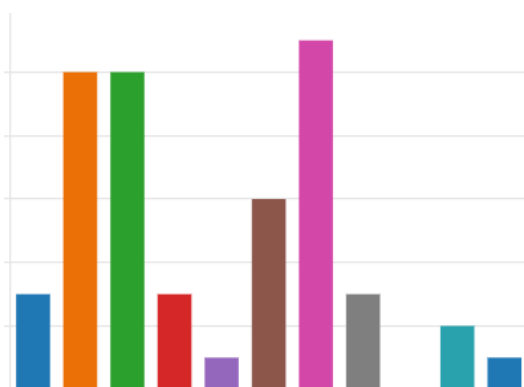
Kuviosta 7 näkee, että neljä väittämää nousi selkeästi tärkeimmiksi tekijöiksi. 100 % vastaajista valitsi tärkeimmäksi tekijäksi ”Tekoälysovellus on luotettava”. Toiseksi tärkeimmäksi tekijäksi nousi ”Tekoälysovellus on helppokäyttöinen”, jonka 73,3 % vastaajista valitsi. Kolmanneksi tärkeimmäksi tekijäksi niukasti

nousi väittämä ”Tekoälysovelluksen avulla työnteko tehostuu”, jonka 60 % vastaajista valitsi. ”Tekoälysovellus on integroitu työnkulkuun hyvin” sai taakseen 53,3 % vastaajista. Kukaan vastaajista ei pitänyt tärkeänä väittämää ”Tekoälysovelluksen avulla voin valita tutkimusprotokollat”.



Kuvio 7. Tekoälysovellusten käyttöä lisäävät tekijät

Kuviosta 8 tekoälyn käyttöä vähentävistä tekijöistä löytyi kolme selkeintä käyttöä vähentävää tekijää. Niukasti, 73,3 % osuudellaan, tärkeimmäksi nousi ”Tekoälysovellus hidastaa työtäni”. 66,6 % oli sitä mieltä, että ”Tekoälysovellus ei ole integroitu työnkulkuun” sekä ”Tekoälysovellus on monimutkainen käyttää” olivat kaksi seuraavaa tärkeintä vähentävää tekijää. Kukaan vastaajista ei pitänyt tärkeänä käyttöä vähentävänä tekijänä väittämää ”Tekoäly vie työni”.

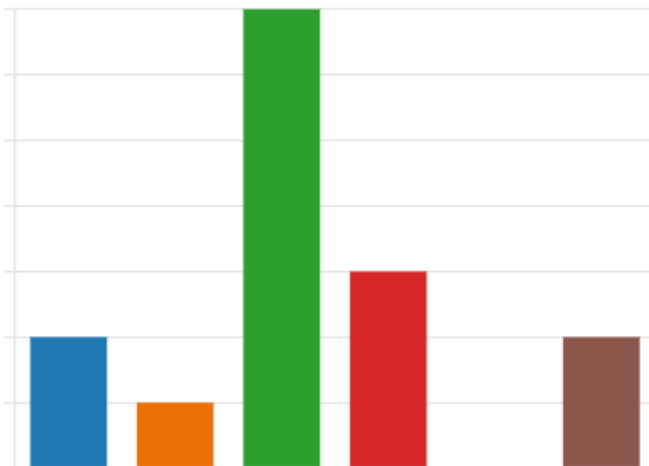


Kuvio 8. Tekoälysovellusten käyttöä vähentävät tekijät.

5.6 Missä tutkimuksissa ja millaisia sovelluksia kaivataan?

Tutkimuksessa selvitettiin, missä tutkimusmodaliteeteissa ja millaisia tekoälysovelluksia radiologit kaipaavat. Tutkimusmodaliteetteina oli Terveystalon valikoidun mukaisesti natiivitutkimukset, magneettitutkimukset, mammografiatutkimuk-

set, tietokonetomografiatutkimukset, ultraäänitutkimukset sekä hammastutkimukset. Kuviosta 9 näkee, että tärkeimmäksi tutkimusmodaliteetiksi 46,6 % kannatuksella nousi mammografiatutkimukset. 20 % valitsi tietokonetomografiatutkimukset, 13,3 % natiivitutkimukset ja hammastutkimukset, 6,7 % magneettitutkimukset. Kukaan ei valinnut ultraäänitutkimuksia.



Kuvio 9. Modaliteettijakauma.

Avoimissa vastauksissa vastaajat saivat kertoa, millaisia tekoälysovelluksia he kaipaisivat. Kolme vastaajaa ei ehdottanut mitään. Ohessa muiden ehdotuksia.

"seulontamammografia"

"Luotettavaksi todistettua ja helppokäyttöistä/automaattista"

"mammografia seulonta Thorax kuvan tulkinta"

"Seulontaan."

"seulontatyyppeihin tutkimuksiin pohja-arvioksi."

"En oikein mitään"

"detektioapuri joka "esilukee" tutkimuksen"

"keuhkokuvien vertailu aiempiin kuvauksiin nähden"

"Seulontamammografiaan pienetkin syövät toteavan tekoälysovelluksen."

"Etsii poikkeavia löydöksiä kuvista, ja merkitsee niitä valmiiksi. KL ja TNM- luokituksissa apua."

"tärkeiden poikkeavuuksien löytäminen hyödyllistä, jkv myös erotusdiagnostisten vaihtoehtojen tarjoaminen"

"Seulonta-apuväline"

5.7 Koulutus, käyttö ja perehdytys

60 % vastaajista koki tarvitsevansa yleistä koulutusta tekoälysovelluksista ymmärtääkseen niiden toiminnan ennen käyttöä. Näistä vastaajista 44,4 % oli naisia. Avoimessa vastauksessa he saivat kertoa millaista koulutusta kaipaavat. Vastauksia ohessa:

"Haluan ymmärtää mihin tekoälyn toiminta perustuu ja onko se luotettava. Myös etiikka ja vastuu tulee olla tiedossa"

"yleiskoulutusta siitä mitä tekoälysovelluksia nykyään on edes tarjolla, käytetäänkö niitä kliinisessä työssä ja ovatko käyttäjät kokeneet hyötyvänsä sovelluksista"

"selvitys tekoälyn toimintaperiaateesta ja miten se hyödyttää klinikkoa"

"Yleistä tietoutta aiheesta"

"AI in radiology . eli radiologiaan liittyvät sovellukset."

"pääperiaatteet"

Tällä hetkellä työssään tekoälysovelluksia käyttää 20 % vastaajista. Heistä 33,3 % sai tekoälysovelluksen käyttöön perehdytyksen.

6 HAASTATTELUTULOKSET

6.1 Haastattelu

Tutkimukseen liittyvän haastattelu toteutettiin 14.-16.8.2024 kolmelle erikseen valitulle Terveystalon radiologille. Haastattelu toteutettiin livehaastatteluna ja tallennettiin sekä litteroitiin Microsoft Teams-sovelluksella. Teemoittelun avulla muodostettiin haastattelusta kolme pääteemaa: haastateltavien taustat, radiologia ja tekoäly sekä tekoälyn käyttöä lisäävät ja vähentävät tekijät. Haastattelun suostumuslomake on liitteenä 3 ja haastattelun runko on liitteenä 4.

6.2 Haastateltavien tausta

Haastatellut radiologit työskentelevät Terveystalolla ja he olivat toimineet jossain vaiheessa työuraansa myös julkisella puolella. Haastateltavien työurat olivat 10–15, 20–25 sekä 25–30 vuoden välillä. Kaikki radiologit lausuiivat natiivitutkimuksia eli tavallisia röntgentutkimuksia, magneettitutkimuksia sekä tekivät ja lausuiivat ultraäänitutkimuksia. Kaksi kolmesta teki myös sekä kliinisiä, että seulontamammografiatutkimuksia. Yksi radiologi lausui myös kartiokeilatietokonetomografiatutkimuksia ja toinen satunnaisesti muissa paikoissa tietokonetomografiatutkimuksia. Erillisten tekoälysovellusten käyttö radiologiassa ei ollut tuttua pois lukien puheentunnistus, joka on ollut radiologien lausuntojen apuna jo pitkään. Radiologit tunnistivat kuitenkin, että esimerkiksi magneettilaite hyödyntää tekoälyä kuvanmuodostuksessa, mutta siihen he eivät voi itse vaikuttaa.

6.3 Tekoälyn hyödyt

Kaikki radiologit olivat sitä mieltä, että tekoälystä olisi hyötyä heidän työssään. Kaikki kolme radiologia ajattelivat, että tekoäly tulee olemaan ennemminkin aputyökalu kuvien lausumisessa, kuin itsenäinen työkalu.

Jonkin verran tulee vaikuttamaan, mutta sanotaan, että se on semmonen aputyökalu, ei päätyökalu.

Toisaalta esille nousi myös mahdollisuus, että joissain tietyissä tutkimuksissa ja tietyissä kuvissa tekoälyä voidaan käyttää itsenäisenä lausunnon antajana. Esimerkkinä tällaisesta tutkimuksesta he mainitsivat seulontamammografiatutkimukset, joissa kaksi radiologia antaa mammografiakuvista arvion tietyllä asteikolla. Tulevaisuudessa tekoäly voisi korvata toisen radiologin antaman arvion ja näin tehostaa työntekoa.

Toisena seulojana takuulla auttaa.

Myös keuhkokuvauksessa arvellaan tekoälystä olevan hyötyä. Radiologit eivät arvelleet keuhkokuvausten tapauksessa tekoällyn antavan kokonaan lausuntoa, vaan nimenomaan auttavan havaitsemaan sieltä muutoksia.

*Ja auttaisi se myös thorax kuvissa. Niissä käytetään tekoälyä, laske-
taan sitä säteen läpimenoa, että missä on tuumori, tiivistymiä. Ja
ct:ssähän se auttaa keuhkonappuloissa kaikissa, mutta ittelä lä-
hinnä ensimmäisenä tulee mieleen tuo mammografia. Kyllä se siinä
varmana auttaisi.*

Eräs haastateltavista nosti esille tekoällyn hyödyn tavallisessa röntgenkuvauksessa eli natiivitutkimuksessa. Natiivitutkimuksessa summautuu usein monia asioita päällekkäin, jolloin on vaarana, että jokin asia menee ohi silmien.

*Natiivikuvassa summautuu niin paljon päällekkäin asioita, että jos te-
koäly hoksaa kattoa siitä asioita, että olisiko poikkeavia asioita,
koska niitä saattaa mennä ohi omien silmien.*

Esille nousi, että tekoällyn avulla työnteko tehostuisi, jolloin saataisiin purettua jonoja tiettyjen tutkimusten, kuten mammografiatutkimusten, osalta. Eräs haastateltava tiivistä tekoällyn hyödyt seuraavilla sanoilla:

*Ja se tekoäly auttaa siinä hirveesti, että kun ne parametrit syötetään
niin se on aina tasaisen varma. Se ei ole ikinä väsynyt tai virkeä. Ja
se tekee sen lääkärin koko päivän työn varmaan vartissa. Ja se on
aina yhtä hyvä.*

6.4 Tekoälyn haitat

Tekoälyn käytöstä löydettiin myös haittapuolia ja asioita, jotka hidastavat käyttöönottoa. Yksi näistä oli kustannuskysymys, eli kuka maksaa ja kuinka paljon tekoälysovellus saa maksaa.

Isoja kysymyksiä tekoälyssä on olleet se, paljonko se saa maksaa eli voiko tekoäly maksaa esimerkiksi yhden lääkärin vuosipalkan verran.

Toisaalta isona asiana esille nostettiin tekoälyn etiikkaa ja vastuukysymyksiä. Keskustelua herätti se, että missä tilanteessa radiologi vastaa ja missä tilanteessa vastuu on tekoälysovelluksen kehittäjällä. Jokainen tiedosti, että jos tekoäly on radiologin aputyökaluna, on heillä myös vastuu, että he tulkitsevat sen antamaa dataa oikein. Mutta jos tekoäly antaa yksinään vastauksen, eikä radiologi missään vaiheessa katso kuvaa, kuka silloin vastaa.

”Tai jos seulontamammografiassa me ruvetaan tekemään silleen, että me katsotaan vaan ne kuvat, joissa tekoäly poimi poikkeavaa, niin sinne voi jäädä silti jotain. Että tota että se pitäis olla silleen, että radiologi kattoo joka tapauksessa ja tekoäly kattoo toisena ni silleen se vois mennä, että ainahan vastaa siitä mitä itse katsoo, mutta jos jotain jätetään vaan tekoälyn varaan niin kuka silloin vastaa.”

”Ja toinen homma on se, että jos tulee virheitä ja ongelmia, niin kuka vastaa siitä, että tekoäly tekikin virheen ja ne juridiset kysymykset.”

Tekoälyn ei kuitenkaan arvella hyödyttävän yhtä paljon kaikissa tutkimusmodaali-teeteissa. Jokainen haastateltavista nosti esille, että ultraäänitutkimuksissa tuskin tekoälystä on suurta hyötyä. Tämän he perustelivat sillä, että he konkreettisesti itse tekevät tutkimuksen.

Ultraäänessä varmana aika vähän, koska se me joudutaan tekemään kuitenkin ite.

6.5 Tekoälystä hyötyvät tutkimusmodaali-teetit

Tutkimuksen kyselyssä nousi esille, että lähes puolet radiologeista kaipaavat tekoälysovellusta nimenomaan mammografiatutkimuksiin. Myös haastattelu tuki

tätä, sillä kaksi radiologia kolmesta mainitsi mammografiatutkimukset sellaisiksi, joissa tekoälystä on eniten hyötyä.

Esimerkiksi mammografiassa, seulonnassa hyödyttää. Nyt jo tutkimuksissa tiedetään, että tekoäly plus yksi röntgenlääkäri on pikkuksen tehokkaampi pari kun kaks röntgenlääkärinä. Mutta se tekoäly yksin ei voi tehdä sitä.

6.6 Tekoälyn käyttöä lisäävät tekijät

Haastattelussa pyydettiin valitsemaan kyselyssä esiintyneistä käyttöä lisäävistä tekijöistä kolme heille tärkeintä tekijää ja perustelemaan ne. Haastattelun pohjalta esille nousi seuraavat tekijät:

1. Tekoälysovellus on luotettava
2. Tekoälysovellus on helppokäyttöinen
3. Tekoälysovelluksen avulla työnteko tehostuu
4. Tekoälysovellus on integroitu työnkulkuun hyvin

Myös tutkimukseen liittyvässä kyselyssä pyydettiin valitsemaan kolme tärkeintä tekijää, jotka lisäävät tekoälyn käyttöä. Nämä samat tekijät nousivat siinäkin kärkeisjolle. Haastateltavat perustelivat valintojaan seuraavasti:

”Luotettavuus on ihan ykkönen, että ei me tehdä mitään tekoälyllä johon ei voida luottaa. Silloin siitä voi jopa olla haittaa. Ja sen pitää niinku auttaa päätöksentekoa. Tekoäly ei saa tehdä sitä, että se rupeaa vaikeuttamaan sitä meidän työtä. Ja ainahan se tavallaan se tekoälyn idea on se, että se jouhevoittaa työtä, että siitä ei saa tulla lisärasite, että se rupeaa hidastamaan meidän työtä. Sehän se tekoälyn suuri idea on, että se on kaikkialla todettu, että se nopeuttaa.”

”Tietenki se, että on semmonen sovellus, jota on helppo käyttää ettei oo aivot solmussa tai oo toistuvasti jotenki hankala käyttää, että se kaatuu sitte siihen, että sujuuko se.”

”No kyllä se helppokäyttöisyys pitää olla niinku pitää sujua koska sitte jossei se suju niin sitte se ei tehostu se työnteko ja mikä se on keskeisintä tossa ni on tehostaa työntekoa.”

6.7 Tekoälyn käyttöä vähentävät tekijät

Haastattelussa pyydettiin valitsemaan kyselyssä esiintyneistä käyttöä vähentävistä tekijöistä kolme heille tärkeintä tekijää ja perustelemaan ne. Haastattelun pohjalta esille nousi seuraavat tekijät:

1. En luota tekoälysovelluksen antamaan vastaukseen
2. Tekoälysovellus on integroitu työnkulkuun huonosti
3. Tekoälysovellus on monimutkainen käyttää
4. Tekoälysovellus ei auta päätöksenteossa

Tutkimuksen kyselyssä tärkeimmäksi vähentäväksi tekijäksi nousi se, että tekoälysovellus hidastaa työntekoani, toiseksi tärkeimmäksi tekijäksi se, että tekoälysovellus on monimutkainen käyttää ja kolmanneksi tärkeimmäksi tekijäksi se, että tekoälysovellusta ei ole integroitu työnkulkuun hyvin. Kyselyn perusteella oli huomattavissa, että valinnoissa oli selkeästi enemmän hajontaa, kuin tärkeimmissä lisäävissä tekijöissä. Haastatteluissa nousi esille, että moni vaihtoehdoista oli tärkeitä vähentäviä tekijöitä ja niistä oli vaikeaa valita ne tärkeimmät. Haastatteltavat perustelivat valintojaan seuraavasti.

”Sen pitää olla luotettava, koska käyttö vähenee, jos siihen ei luota. Sitte sen pitää olla hyvin integroitu siihen työhön, että jos se rupee hirvittävästi hidastamaan työtä, niin ei siitä silloin hirveän suurta hyötyä ole. Ja sen pitää auttaa päätöksenteossa eikä vaikeuttaa sitä.”

”Tietenki se radiologi arvioi sen luotettavuuden, mutta jos se toistuvasti näyttää että se on eri mieltä ku ite oli n isit se jää kyllä käyttämättä.”

7 POHDINTA

7.1 Tutkimustulosten pohdinta ja johtopäätökset

Tutkimuksessa etsittiin vastauksia kolmeen tutkimuskysymykseen:

1. Mitkä tekijät lisäävät tekoälysovelluksen käyttöhalukkuutta?
2. Mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöhalukkuutta?
3. Missä tutkimusmodaaleissa radiologit haluaisivat käyttää tekoälysovelluksia?

Näihin kaikkiin kysymyksiin saatiin vastauksia. Vastaukset olivat osin sellaisia, mitä tutkija osasi odottaa ammattitaustansa perusteella, mutta esille nousi myös sellaisia asioita, jotka yllättivät.

Tekoäly on tulossa ja on tullut vahvasti terveydenhuoltoalalle. Esimerkiksi Terveystalolla on käytössä digitaalinen oirearviokysely, johon vastaamalla asiakas ohjataan joko etä- tai kivijalkavastaanotolle tai eri ammattilaisten, kuten fysioterapeutin vastaanotolle. Näin asiakkaan ei itse tarvitse arvioida kenelle hänen tulisi varata aika ja voiko asiaa hoitaa etänä. Oirearvion tietoja siirtyy myös vastaanottajalle, jolloin hänellä on jo tärkeitä esitietoja saatavilla, ennen kuin hän on nähnyt asiakasta. (Terveystalo 2024.) Radiologian alalla maailmalla yksi esimerkki tekoälysovelluksesta on Transpara, joka etsii mammografiakuvista muutoksia. Tätä voidaan hyödyntää etenkin seulontamammografiassa, jossa kaksi radiologia katsoo kuvat ja antavat niistä toisistaan riippumattoman arvionsa. Transparan avulla matalan riskin kuvissa hyödynnetään radiologi ja tekoäly yhdistelmää, kun korkean riskin kuvissa kahta radiologia ja tekoälyä. Norjassa on käynnissä tutkimus, jossa selvitetään, onko tekoäly ja radiologi yhdessä yhtä tehokkaita vai tehokkaampia, kuin kaksi radiologia. (Cancer Registry of Norway 2024.)

Vaikka tekoäly ja erilaiset sovellukset yleistyvät, on tekoälysovellusten, ja etenkin radiologisten tekoälysovellusten käyttö kuitenkin vielä vähäistä tutkittavieni keskuudessa. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, mitkä tekijät lisäävät ja mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöhalukkuutta. Haastatteluiden avulla saatiin

vielä tarkempia perusteluita kyselytuloksista esille nousseisiin tekijöihin. Tutkimuksessa selvitettiin, missä radiologisissa tutkimuksissa tai missä tutkimusmodaaleissa tekoälysovelluksista voisi olla eniten hyötyä. Erilaisia sovelluksia tai ohjelmia voidaan hankkia käyttöön, mutta jos ne eivät käyttäjien mielestä ole tarpeellisia, on niiden hankinta turhaa.

Radiologit valitsivat tutkimuksessa itselleen kolme tärkeintä tekoälyn käyttöhalukkuutta lisäävää tekijää 11 vaihtoehdon joukosta. Sekä kyselyn, että haastattelun perusteella kolme tärkeintä lisäävää tekijää olivat luotettavuus, helppokäyttöisyys sekä työnteon tehostuminen. Myös Shinnerson, Aggarin, Gracen & Smithin tutkimuksessakin nousi esille, että ammattilaiset eivät niin todennäköisesti käytä tekoälysovelluksia, jos he eivät luota kyseiseen sovellukseen (Shinners, Aggar, Grace & Smith 2020). Haastattelun perusteella luottamus tekoälysovelluksen antamaan tietoon on erittäin tärkeää, koska ilman sitä koko sovelluksen käytöltä putoaa pohja. Tekoälysovellukselta toivotaan myös työn tehostumista, koska muuten se koetaan turhaksi osaksi työnkulkua. Haastatteluissa selviää, että työn tehostuminen ja sovelluksen helppokäyttöisyys kulkivat käsi kädessä. Koetaan, että jos tekoälysovellus on helppokäyttöinen ja luonteva osa radiologin työnkulkua, se myös tehostaa työntekoa vähentäen niin sanottua bulkkityötä. Hirvonen ja Nyman (2023) totesivat artikkelissaan, että tekoälyn avulla voidaan lisätä radiologityön tehokkuutta, laatua sekä mielekkyyttä (Hirvonen & Nyman 2023).

Radiologit valitsivat tutkimuksessa itselleen kolme tärkeintä tekoälyn käyttöä vähentävää tekijää 11 vaihtoehdon joukosta. Kyselyn perusteella tärkeimmät vähentävät tekijät ovat: tekoäly hidastaa työtäni, sitä ei ole integroitu työnkulkuun hyvin ja se on monimutkainen käyttää. Oli mielenkiintoista huomata, että vain 40 % vastaajista piti vähentävänä tekijänä sitä, että he eivät luota tekoälysovelluksen antamaan vastaukseen. Haastattelussa sovellukseen luottaminen nousi tärkeimmäksi vähentäväksi tekijäksi, hyvän integroinnin ja työn hidastumisen ollen seuraavilla sijoilla. Haastattelun perusteella vähentävistä tekijöistä on haastavampaa valita kolmea tärkeintä tekijää, sillä useampi tekijä vaikuttaa omien ajatusten mukaan vähentävästi. Hirvosen ja Nymanin (2020) artikkelissa todettiin, että oli tärkeää integroida tekoälysovellus työnkulkuun hyvin. Jos sovellus oli huonosti integroitu tai vaati useita manuaalisia klikkauksia, sen käyttö koettiin haastavaksi ja työtä hidastavaksi. (Hirvonen & Nyman 2023.) Myös haastateltavien

perusteluissa esille nousee se, että jos sovellus vaatii monia klikkauksia tai on muuten hankala käyttää, sen käyttäminen jää kokonaan. Monimutkaisuuteen yhdistetään myös se, että sovellusta ei ole integroitu työnkulkuun järkevästi.

Kyselyssä yhtenä tekoälyn käyttöä vähentävänä tekijänä on ”Tekoälysovellus vie työni”. Tähän väittämään ei kukaan radiologeista tarttunut. Tekoälyn on pelätty syrjäyttävän radiologit ja heidän tekemänsä työn kokonaan. Tämän on voitu todeta olevan yliampuva väite, sillä radiologien tekemä työ on muutakin kuin pelkkää kuvien arviointia. Radiologiassa olevat lääketieteelliset ongelmat eivät ole rajattavissa ainoastaan johonkin yksinkertaiseen luokitteluun, vaan radiologin on havainnoitava kokonaisuutta sen ympärillä. Tietoa yhdistetään myös muihin, jo ehkä aiemmin saatuun tietoon ja toisaalta on myös tarpeen hankkia lisätietoa lisäkuvilla. Tekoälysovellukset eivät pysty tällaiseen tehokkaaseen toiminnan ohjaukseen. (Langlotz 2019; Huhtanen, Nyman, Karlsson & Hirvonen 2020.) Haastattelussa radiologeja pyydettiin pohtimaan kyseistä väitettä ja miettimään perusteluita sille, miksi kukaan ei valinnut kyseistä väitettä ja mistä kyseinen väite on mahdollisesti saanut alkunsa. Jokainen totesi, että radiologien työnkuvaan kuuluu paljon muutakin, kuin vain kuvien katsominen ja lausuntojen antaminen. Radiologit muun muassa tekevät ultraäänitutkimuksia, tekevät toimenpiteitä ja kohtaavat fyysisesti potilaan. Tekoälyn uskotaan tulevan osaksi radiologien työtä, jopa lyhyenkin ajan sisällä enenevässä määrin. Osaltaan tätä myös toivottiin, koska siten voidaan tehostaa työntekoa ja vähentää niin sanottua bulkkityötä, jolloin aikaa jää niille haastavammille töille. Kukaan kolmesta radiologista ei siis pelkää, että tekoäly vie työt, vaan uskoo, että tekoälystä tulee työkaveri.

Ei se tekoäly kuitenkaan tuu tekemään niitä töitä sillälailla täysin itsenäisesti etteikö meille joku rooli jäisi. Että kyllähän siinä aina tarvitaan joku kattoon mitä tekoäly tekee. Ja sitä työtä on loputtomiin, että en määhän tota kyllä pelkää yhtään.

Radiologeilta kysyttiin, missä tutkimusmodaliteeteissa he haluavat käyttää tekoälysovelluksia. Lähes puolet radiologeista valitsi mammografiatutkimukset. Myös haastateltavien radiologien kohdalla kaksi kolmesta valitsi mammografiatutkimukset. Esille nousi niin haastattelussa, kuin kyselyn avoimissa vastauksissa, että mammografiassa tai seulontamammografiassa tekoälysovellukselle olisi tarvetta. Haastattelussa eräs radiologi tiivisti perustelunsa näin:

Esimerkiksi mammografiassa, seulonnassa hyödyttää. Nyt jo tutkimuksissa tiedetään, että tekoäly plus yksi röntgenlääkäri on pikkusen tehokkaampi pari kun kaks röntgenlääkäreä. Mutta se tekoäly yksin ei voi tehdä sitä.

Tutkimuksen kyselyyn osallistuvista 60 % ja haastatteluun osallistuvista kaksi kolmesta työskentelee mammografiatutkimusten parissa. Haastattelussa nousi esille se, että seulontamammografiatutkimukset vievät paljon radiologin aikaa. Tämä johtuu siitä, että seulontamammografiatutkimuksissa kaksi radiologia arvioi kuvat toisistaan riippumattomasti. Tämä on aikaa vievää työtä, jossa koetaan mahdollisuuksia työn tehostumiseen tekoälyn avulla. Norjassa on käynnissä tutkimus, jossa kontrolliryhmän mammografiakuvat arvioidaan normaalilla kahden radiologin arviolla ja tutkimust ryhmän mammografiakuvat arvioidaan tekoälysovelluksen sekä yhden tai kahden radiologina avulla. Tarkoituksena on siis selvittää tehostaako tekoälyn käyttö prosessia ja onko tekoälysovellus yhtä hyvä vai jopa parempi kuin tavallinen tapa. (Cancer Registry of Norway 2024.) Vastaavanlaista tutkimusta olisi hyvä toteuttaa myös Suomessa, jotta tekoälysovellukset voitaisiin ottaa käyttöön seulontamammografiatutkimuksessa heti, kun lainsäädäntö sen sallii.

Radiologia on teknologiapainotteinen terveydenhuollon osa, joten on luonnollista, että sinne integroidaan tekoälysovelluksia. On kuitenkin muistettava, että radiologeille tekoäly ja erilaiset tekoälysovellukset eivät välttämättä ole tuttuja. Tutkimuksessa selvisi, että lähes puolet vastaajista ei ole käyttänyt mitään tekoälysovelluksia ja vain 22 % oli käyttänyt radiologisia tekoälysovelluksia. 60 % vastaajista koki, että he tarvitsevat koulutusta ymmärtääkseen tekoälysovellusten toimintaperiaatteita, miten se hyödyttää ja millaisia sovelluksia on tarjolla. Haastattelussa kävi ilmi, että sovelluskohtaisen perehdytyksen lisäksi tässä vaiheessa olisi hyvä saada myös yleistä koulutusta liittyen tekoälysovelluksiin, niiden toimintaan ja millaisia mahdollisuuksia tekoälysovellukset tarjoavat. Koulutuksen toivottaisiin olevan käytännön läheistä. Tejani ym. (2022) toteavat, että koulutuksen vähäisyys tai puute altistavat sille, että tekoälysovellusten käyttöönotto ei ole tehokasta. Radiologit ovat tärkeässä asemassa arvioimassa tekoälysovelluksia ja niiden mahdollisuuksia potilaisen hoidon optimoinnissa. Tämän

vuoksi on tärkeää, että heillä on hyvät perustiedot tekoälysovelluksista ja niiden toimintaperiaatteista. (Tejani ym. 2022.)

7.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuutta on aina arvioitava ja siihen on olemassa monia erilaisia mittaustapoja. Tutkimuksen reliabelius eli toistettavuus on tärkeä luotettavuuden mittari. Toinen tärkeä mittari on validius eli tutkimuksen pätevyys. Tutkimuksen tulee siis olla toistettavissa, eikä vastauksissa saa olla sattumanvaraisuutta. Validius on tutkimusmenetelmän kyky mitata juuri haluttua asiaa tai ominaisuutta. Etenkin laadullisen tutkimuksen luotettavuutta lisää tutkimustavan ja -toteutuksen tarkka esittäminen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 231–232.) Tutkimuksen luotettavuutta voivat heikentää erilaiset asiat kuten satunnaisvirheet, joissa tutkittava ymmärtää asian väärin tai tutkija tekee virheen tallentaessaan tietoja. Näitä virheitä on hyvä arvioida tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa. (Vilkkä 2021.) Tutkimuksessa on tärkeää kerätä vain tarkoituksen mukaista tietoa, eikä aina ole tarpeen kysyä samoja taustatietoja vaan niitä voi räätälöidä. Myös tutkimusaineiston anonymisointi on olennaista, koska silloin aineisto-otteita voidaan julkaista. (Kallinen & Kinnunen 2021.)

Opinnäytetyössä tutkimuksen kohteena olivat Terveystalon radiologit. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista ja kyselytutkimukseen osallistujille informoitiin tietosuojakäytänteistä. Haastattelututkimukseen osallistuvilta pyydettiin erikseen tutkimuslupa ja heillä oli mahdollisuus kieltäytyä tutkimuksesta.

Kirjallisuuskatsauksessa nousi esille, että tekoälyn käytöstä radiologiassa on tehty runsaasti tutkimusta etenkin vuoden 2017 jälkeen ja enenevässä määrin koko ajan. Kansainvälisiä tutkimuksia löytyi runsaasti, mutta kotimaisia tutkimuksia oli vähemmän. Tutkimustyön jatkuessa pidempään, oli koko ajan saatavilla uusia artikkeleita aihealueeseen liittyen. Kirjallisuuskatsausta tehdessä oli tutkimusnäkökulmani aavistuksen erilainen, ja tästä syystä teoreettista viitekehystä laajennettiin tutkimusaiheen ja -kysymysten lopulta muodostuessa.

Tutkimusmenetelmäksi valittiin monimenetelmätutkimus, sillä pelkällä kvantitatiivisella tai kvalitatiivisella menetelmällä ei olisi saanut tarpeeksi laajaa näkökulmaa asiasta. Sähköisellä kyselylomakkeella toteutettiin aineiston keruuta, johon sain 15 vastausta. Kyselyn vastausprosentti oli 28 %, eli tutkimusvastauksissa saattaisi olla enemmän hajontaa, jos tutkimukseen olisi vastannut suurempi joukko radiologeja. Toisaalta tutkimusta täydennettiin teemahaastattelulla, joka toteutettiin kolmelle radiologille. Näin saatiin tutkimukselle luotettavuutta, jota vain jommankumman tutkimusmenetelmän valinta ei olisi antanut.

Kysely toteutettiin Microsoft Forms kyselypohjalla anonymisti. Haastattelut toteutettiin yksitellen ja kasvotusten tallentaen ja litteroiden ne Microsoftin Teamsin avulla. Haastattelutila oli rauhallinen, eikä sinne ollut ulkopuolisilla pääsyä. Yksi haastatteluista keskeytyi hetkeksi puhelinkonsultaatioon. Haastattelun teemat perustuivat teoreettiseen viitekehykseen sekä tutkimuskyselyyn. Tutkimuksen analysoinnin jälkeen kuukauden kuluttua kyselyn vastaukset, haastattelun tallenteet ja litteroinnit tuhottiin. Haastateltavien henkilöllisyydet ja vastaukset ovat ainoastaan opinnäytetyön tekijän tiedossa.

7.3 Kehittämisen- ja jatkotutkimusehdotukset

Tutkimuksessa Terveystalon radiologeilta saatiin paljon informaatiota siitä, mitkä tekijät lisäävät ja toisaalta mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöä. Tutkimuksessa selvitettiin, missä tutkimusmodaliteeteissa Terveystalon radiologit kaipaavat tekoälysovelluksia ja miksi. Lisäksi tutkimuksessa nousi esille radiologien tarve tekoälyyn liittyvälle koulutukselle.

Radiologit haluavat, että tekoälysovelluksen käyttäminen osana heidän työnkulkuaan on helppoa ja sujuvaa ja sen avulla työnteko voi tehostua. On siis tärkeää, että tekoälysovellus integroidaan radiologin työnkulkuun käyttäjälähtöisesti ja sujuvasti välttämättä turhia klikkauksia, pomppuikkunoita tai heikosti havaittavia lisäosia. Tekoälysovelluksen on oltava helposti käytettävissä osana tätä tiettyä prosessia esimerkiksi lausuntoa tehtäessä. Hirvonen & Nyman (2023) toteavat, että monimutkaiset prosessit tai turhat klikkaukset vähentävät tekoälysovellusten käyttöä kiireen keskellä (Hirvonen & Nyman 2023, 421). Tärkeimpänä asiana radiologit pitävät tekoälysovelluksen luotettavuutta, joten on tärkeää valita sovellus,

josta on olemassa tutkimustuloksia. Aiemmissa tutkimuksissa nousi esille, että terveydenhuoltoalla luottamus tekoälysovellukseen on tärkeää. Tutkimuksessa havaittiin myös, että teknologian ymmärtäminen lisää sen käyttöä. (Shinners ym. 2020.)

Tutkimuksessa kävi ilmi, että on tärkeää kuunnella radiologien mielipidettä siitä, millaisia ja mihin tutkimusmodaliteettiin tekoälysovelluksia hankitaan. Ei ole mitään hyötyä hankkia tekoälysovellusta, mitä radiologit eivät koe hyödylliseksi, sillä silloin sitä ei käytetä. Sovelluksen käyttöä lisää se, että se koetaan hyödylliseksi ja työtä tehostavaksi. Myös Pesapane ym. (2018) korostivat sitä, että tekoälysovelluksia tulee hankkia tarpeeseen. Heidän mukaansa hankintaprosessissa on hyvä ottaa mukaa niin radiologeja, fyysikoita kuin teknisiä asiantuntijoita. Näin voidaan varmistaa, että sovellus tulee sellaiseen työnkulun osaan, jossa siitä on eniten hyötyä. Radiologit ovat alansa ammattilaisia ja vain he voivat antaa tärkeää informaatiota siitä, missä sovelluksia tosiasiallisesti on tarpeen käyttää. (Pesapane ym. 2018). Terveystalolla on hyvä pohtia, miten radiologeja voidaan hyödyntää tekoälysovellusten hankintaprosessissa. He ovat useimmiten sovelluksen loppukäyttäjiä, joten on tärkeää kuunnella myös heidän mielipidettään sovellusta valittaessa. Näin hankinnasta saadaan paras hyöty.

Tutkimukseen osallistuneista reilusti yli puolet kaipaavat tekoälyyn liittyvää koulutusta. Koulutukselta kaivataan käytännön läheisyyttä esimerkiksi sen kannalta, millaisia mahdollisuuksia on tarjolla, millaista apua tekoäly tarjoaa työntekoon ja käytännön kokemuksia sovelluksista. Toisaalta osa kaipaa myös koulutusta siihen, miten ja millä perusteilla tekoälysovellukset toimivat. Tejani yms. (2022) toteavat, että koulutuksen avulla voidaan poistaa tekoälyn käyttöön liittyviä pelkoja ja ennakkoluuloja (Tejani 2022). On hyvä miettiä, millaista tekoälyyn liittyvää sisäistä koulutusta esimerkiksi omissa koulutustilaisuuksissaan Terveystalo voi tarjota radiologeilleen ja toisaalta myös koko kuvantamisen henkilökunnalle.

Tutkimusmodaliteettina mammografia sai eniten kannatusta tekoälysovelluksen käyttökohteena. Seulontamammografiatutkimus vie aina kahden radiologin työpanoksen, joten käyttämällä tekoälysovellusta voi työnteko tehostua huomattavasti. Näin resursseja vapautuu muihin tutkimuksiin. Tutkimustulokset retrospektiivisellä aineistolla ovat jo maailmalla osoittaneet erittäin hyviä tuloksia tekoälyn

käytöstä osana mammografiakuvien arviointia (Cancer Registry of Norway 2024).
Jatkotutkimusehdotuksena on, että Terveystalolla toteutettaisiin mammografiaan
liittyvää tekoälysovellusten tutkimusta. Näin oltaisiin valmiina ottamaan teko-
älysovellus käyttöön, kun se on mahdollista.

LÄHTEET

Cancer Registry of Norway. 2024. Artificial intelligence in BreastScreen Norway - a randomized controlled trial. Viitattu 22.9.2024. <https://www.kreftregisteret.no/en/Research/Projects/aims/>

European Society of Radiology (ESR). 2019. What the radiologist should know about artificial intelligence – an ESR white paper. *Insight into Imaging*. Viitattu 20.1.2023. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/libproxy.tuni.fi/pmc/articles/PMC6449411/pdf/13244_2019_Article_738.pdf

Gorelik, N. & Gyftopoulos, S. 2020. Applications of Artificial Intelligence in Musculoskeletal Imaging: From the Request to the Report. *Canadian Association of Radiologists Journal*. Viitattu 13.1.2023. <https://journals-sagepub-com.libproxy.tuni.fi/doi/full/10.1177/0846537120947148>

Günter, K. & Hasanen, K. n.d.. *Etnografia. Teoksessa Jaana Vuori. (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Verkkojulkaisu*. Viitattu 24.3.2023. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/tutkimuksen-kulku/>

Heino, H. 2020. Tekoäly diagnostiikan supersankarina? *Verkkojulkaisu*. Viitattu 12.10.2024. <https://www oulu.fi/fi/blogit/science-arctic-attitude-fi/tekoaly-diagnostiikan-supersankarina>

Hirvonen, J. & Nyman M. 2023. Ostaisinko radiologista tekoälyä sairaalaan – mitä asioita pitää tietää? *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 139(6):421-3.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2000. *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Gaudeamus.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2015. *Tutki ja kirjoita*. 20. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Hsu, W. & Hoyt, A.C. 2019. Using Time as a Measure of Impact for AI Systems: Implications in Breast Screening. *Radiology: Artificial Intelligence*. Viitattu 9.1.2023. <https://pubs.rsna.org/doi/epdf/10.1148/ryai.2019190107>

Huhtanen, H., Nyman, M., Karlsson, A. & Hirvonen, J. 2020. Tekoäly radiologiassa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*.136(17):1957-64

Hukkinen, K. & Sudah, M. 2020. Rintakuvantamisen aiheet seulonnan ulkopuolella – Suomen Rintasyöpätyöryhmän suositus. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 136(22):2447-8.

Kallinen, T. & Kinnunen, T. 2021. *Etnografia. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietarkisto. Viitattu 25.4.2024. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/>

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S., Pietilä, A., Jääskeläinen, P. & Liikainen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: Eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede*, 25(4), p. 291-301.

Katzman, B., van der Pol, C., Soyer P. & Patlas, M. 2023. Artificial intelligence in emergency radiology: A review of applications and possibilities. *Diagnostic and Interventional Imaging*. Viitattu 11.1.2023. <https://www.sciencedirect.com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S2211568422001437?via%3Dihub>

Koch, H. W., Larsen, M., Bartsch, H., Kurz, K. D. & Hofvind, S. 2023. Artificial intelligence in BreastScreen Norway: a retrospective analysis of a cancer-enriched sample including 1254 breast cancer cases. Viitattu 5.1.2024. <https://doi.org/10.1007/s00330-023-09461-y>.

Langlotz, C.P. 2019. Will Artificial Intelligence Replace Radiologists? Viitattu 7.9.2024. <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/ryai.2019190058>.

Larsen M, Aglen C. F., Hoss S. R., Lund-Hanssen H. & Hofvind S. 2022. Possible strategies for use of artificial intelligence in screen-reading of mammograms, based on retrospective data from 122,969 screening examinations. Viitattu 14.1.2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-022-08909-x>

Lauritzen, A. D., Rodríguez-Ruiz, A., von Euler-Chelpin, M. C., Lynge, E., Vejborg, I., Nielsen, M., Karssmeijer, N. & Lillholm, M. 2022. An Artificial Intelligence-based Mammography Screening Protocol for Breast Cancer: Outcome and Radiologist Workload. Viitattu 5.1.2024. <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.210948>.

Mikander, K. Kehityspäällikkö. 2024. Teams-keskustelu. 16.4.2024.

Mikander, K. Kehityspäällikkö. 2024. Puhelu. 16.4.2024

Neri, E., Coppola, F., Miele, V., Bibbolino, C. & Grassi, R. 2020. Artificial intelligence: Who is responsible for the diagnosis? *La radiologia medica*. Viitattu 30.1.2023. <https://doi-org.libproxy.tuni.fi/10.1007/s11547-020-01135-9>

Niemensivu, A. 2022. Tekoälysovellukset rannemurtumien diagnostiikassa. Lääketieteen tutkinto-ohjelma. Oulun yliopisto. Syventävä tutkielma. Viitattu 12.1.2023. <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-202204191591.pdf>

Pesapane, F., Codari, M. & Sardanelli, F. 2018. Artificial intelligence in medical imaging: threat or opportunity? Radiologists again at the forefront of innovation in medicine. *European Radiology Experimental*. Viitattu 20.1.2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6199205/>

Pierre, K., Haneberg, A.G., Kwak, S., Peters, K.R., Hochegger, B., Sananmang, T., Tunlayadechanont, P., Tighe, P.J., Mancuso, A. & Forghani, R. 2023. Applications of Artificial Intelligence in the Radiology Roundtrip: Process Streamlining, Workflow Optimization, and Beyond. Viitattu 13.4.2023. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0037198X2300010X>

Raisuddin A. M., Vaattovaara, E., Nevalainen M., Nikki, M., Järvenpää, E., Makkonen, K., Pinola, P., Palsio, T., Niemensivu, A., Tervonen, O. & Tiulpin, A. 2021. Critical evaluation of deep neural networks for wrist fracture detection. *Scientific Reports*. Viitattu 20.1.2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7971048/>

Raya-Povedano J., Romero-Martín S., Elías-Cabot E., Gubern-Mérida, A., Rodríguez-Ruiz A. & Álvarez-Benito, M. 2021. AI-based Strategies to Reduce Workload in Breast Cancer Screening with Mammography and Tomosynthesis: A Retrospective Evaluation. Viitattu 14.1.2024. <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2021203555>

Richardt, I. 2024. Tässä on terveydenhuollon digitrendit 2024. Viitattu 21.9.2024. <https://www.terveystalo.com/fi/artikkelit/tassa-ovat-terveydenhuollon-digitrendit-2024>

Saaranen-Kauppinen & Puusniekka. 2006. Aineisto- ja teorialähtöisyys. Viitattu 15.3.2023. https://www.fsd.tuni.fi/metelmaopetus/kvali/L2_3_2_3.html

Saaranen-Kauppinen & Puusniekka. 2006. Strukturoitu ja puolistrukturoitu haastattelu. Viitattu 15.3.2023. https://www.fsd.tuni.fi/metelmaopetus/kvali/L6_3_3.html

Salminen, A. 2011. Mikä on kirjallisuuskatsaus? Viitattu 24.3.2023.

Shinners, L., Aggar, C., Grace, S. & Smith, S. 2020. Exploring Healthcare Professionals' Understanding and Experiences of Artificial Intelligence Technology Use in the Delivery of Healthcare: an Integrative Review. Viitattu 24.3.2023. https://www.researchgate.net/publication/336153609_Exploring_healthcare_professionals'_understanding_and_experiences_of_artificial_intelligence_technology_use_in_the_delivery_of_healthcare_An_integrative_review

Suomen Lääkäriliitto. 2021. Tekoälyn etiikka lääkärin työssä. Viitattu 25.4.2024. <https://www.laakariliitto.fi/laakaran-etikka/laakari-ja-yhteiskunta/tekoalyn-etikka-laakaran-tyossa/>.

Suomen radiologiyhdistys. n.d.. Radiologia. Verkkosivu. Viitattu 24.3.2023. <https://sry.fi/radiologia>

Suomen Syöpärekisteri. 2023. Rintasyövän seulontaohjelma. Vuosikatsaus 2023. Viitattu 5.1.2024. https://syoparekisteri.fi/assets/files/2023/11/Rintasyovan_seulontaohjelma_vuosikatsaus_2023.pdf.

Säteilyturvakeskus. 2020. Ionisoiva säteily. Verkkosivu. Viitattu 24.3.2023. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ionisoiva-sateily>

Tadavarthi, Y., Makeeva, V., Wagstaff, W., Zhan, H., Podlasek, A., Bhatia, N., Heilbrun, M., Krupinski, E., Safdar, N., Banerjee, I., Gichoya, J. & Trivedi, H. 2022. Overview of Noninterpretive Artificial Intelligence Models for Safety, Qual-

ity, Workflow, and Education Applications in Radiology Practice. *Radiology Artificial Intelligence* 2.2.2022. Viitattu 5.5.2023. <https://www-ncbi-nlm-nih-gov.lib-proxy.tuni.fi/pmc/articles/PMC8980942/>

Terveystalo. n.d. Terveystalo yrityksenä. Verkkosivu. Viitattu 13.4.2023. <https://www.terveystalo.com/fi/yhtio>

Tejani, A., Elhalawani, H., Moy, L., Kohli, M. & Kahn, C. Jr. 2022. Artificial Intelligence and Radiology Education. *Radiology Artificial Intelligence* 16.11.2022. Viitattu 12.5.2023. <https://www-ncbi-nlm-nih-gov.libproxy.tuni.fi/pmc/articles/PMC9885376/>

TietoEvy. 2023. Puheentunnistus. Viitattu 16.1.2023. <https://www.tietoevry.com/fi/care/terveydenhuolto/perusterveydenhuolto-ja-erikoissairaanhoito/puheentunnistus/>

Tobler P, Cyriac J, Kovacs BK, Hofmann V, Sexauer R, Paciolla, F., Stieltjes, B., Amsler, F. & Hirschmann, A. 2021. AI-based detection and classification of distal radius fractures using low-effort data labeling: evaluation of applicability and effect of training set size. *European Radiology*. Viitattu 12.1. 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33742228/>

Valtioneuvoston asetus seulonnoista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 908/2018. Viitattu 11.3.2024. www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180908.

Vilkka, H. 2021. Tutki ja kehitä. E-kirja. Jyväskylä. PS-kustannus.

Waller, J., O'Connor, A., Raafat, E., Amireh, A., Dempsey, J., Martin, C. & Umair, M. 2022. Applications and challenges of artificial intelligence in diagnostic and interventional radiology. *Polish Journal of Radiology*. Viitattu 11.1.2023. <https://www-ncbi-nlm-nih-gov.libproxy.tuni.fi/pmc/articles/PMC8906183/>

LIITTEET

Liite 1 Tietosuojailmoitus

Rekisterin nimi	Tekoälysovelluksen hyödyntämisen tutkimus
Päiväys	30.4.2024
Rekisterinpitäjä(t)	Hanna-Mari Simpanen, hanna-mari.simpanen@tuni.fi
Ohjaaja tai oppilaitoksen yhteyshenkilö	Jukka-Pekka Pirhonen, jukka-pekka.pirhonen@tuni.fi
Henkilötietojen käsittelytarkoitus ja käsittelyperuste	<p>Henkilötietojasi käsitellään Tekoälyalgoritmin hyödyntäminen radiologin työnkulussa liittyvässä opinnäytetutkimuksessa. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mitkä tekijät lisäävät ja mitkä tekijät vähentävät tekoälysovellusten käyttöä sekä millaisissa tutkimuksissa he jatkossa haluaisivat hyödyntää tekoälyalgoritmeja. Tarkoituksena on tuottaa Terveystalolle tietoa, jota he voivat hyödyntää tulevissa tekoälysovellusten hankinnoissa sekä käyttöönotoissa.</p> <p>Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Henkilötietojen käsittelyperusteena on:</p> <p>-Suostumus. Suostumuksen voi peruuttaa milloin tahansa ilmoittamalla tästä rekisterinpitäjälle. Suostumuksen peruuttaminen ei vaikuta ennen suostumuksen peruuttamista suoritetun käsittelyn lainmukaisuuteen.</p> <p>Opinnäytetutkimuksen ohjaajalla voi olla pääsy aineistoon opinnäytetyön ohjaamista ja tarkastamista varten. Tällöin rekisterinpitäjänä on Tampereen ammattikorkeakoulu ja käsittelyperusteena yleisen edun mukainen opetustehtävä.</p>
Henkilötietojen säilytysaika	<p>Opinnäytetyön valmistuttua aineisto ja henkilötiedot tuhoetaan.</p> <p>Siltä osin kuin ohjaajalla on pääsy aineistoon opinnäytetyön ohjaamista ja tarkastamista varten, ohjaajat ja tarkastajat käsittelevät henkilötietoja ainoastaan niin kauan kuin on tarpeellista työn hyväksymistä varten.</p>
Rekisterin tietosisältö ja tietolähteet	<ul style="list-style-type: none"> - Nimitiedot - Yhteystiedot (kuten osoite, puhelinnumero, sähköpostiosoite) - Haastattelun tietosisältö/ kyselylomakkeella kerättävät tiedot <p>Tiedot kerätään tutkittavilta itseltään.</p>
Rekisteröidyn oikeudet	Tietosuojalainsäädännön mukaisesti sinulle kuuluu oikeus saada pääsy tietoihin, oikaista tietoja, oikeus tietojen poistamiseen (oikeus tulla unohdetuksi), rajoittaa tietojen käsittelyä ja vastustaa henkilötietojen käsittelyä. Jos haluat käyttää jotain oikeuttasi, ota yhteys rekisterinpitäjään.
Oikeus valittaa viranomaiselle	Sinulla on oikeus tehdä valitus henkilötietojen käsittelyä valvovalle viranomaiselle, jos epäilet henkilötietojasi käsiteltävän vastoin tietosuojalainsäädäntöä: tietosuoja.fi, puh: 0295666700, sähköposti: tietosuoja@om.fi
Henkilötietojen vastaanottajat	Henkilötietojasi ei luovuteta ulkopuolisille.
Rekisterin suojauksen periaatteet	Manuaalinen aineisto säilytetään lukitussa tilassa. Digitaalinen aineisto suojataan käyttäjätunnuksella ja salasanalla tai kaksivaiheisella käyttäjän tunnistuksella (MFA). Aineistosta poistetaan suorat tunnistetiedot ja aineiston käsittelyssä henkilötiedot koodataan niin, että niistä ei voi päätellä on kyse.

Liite 2. Kyselylomake

1. Ikä *

- Alle 30-vuotias
- 30 - 35-vuotias
- 35 - 40-vuotias
- 40 - 45-vuotias
- 45 - 50-vuotias
- 50 - 55-vuotias
- 55 - 60-vuotias
- 60 - 65-vuotias
- Yli 65-vuotias

2. Sukupuoli *

- Nainen
- Mies
- Muu

3. Työkokemuksesi radiologina *

- Alle 5-vuotta
- 5 - 10 vuotta
- 10 - 15 vuotta
- 15 - 20 vuotta
- 20 - 25 vuotta
- 25 - 30 vuotta
- 30 - 35 vuotta
- 35 - 40 vuotta
- Yli 40 vuotta

4. Valitse alta kaikki tutkimusmodaliteetit, joita teet. *

- Natiivi
- Magneetti
- Mammografia
- Tietokonetomografia
- Ultraääni
- Hammastutkimukset (optg ja kartiokeila)

5. Oletko käyttänyt tekoälysovelluksia? Tässä tarkoitetaan kaikkia mahdollisia sovelluksia, ei pelkästään radiologiaan suunniteltuja. *

- Kyllä
- Ei

6. Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, millaisia tekoälysovelluksia olet käyttänyt?

Kirjoita vastaus

7. Oletko jossain vaiheessa käyttänyt radiologiassa tekoälysovelluksia? *

- Kyllä
- Ei

8. Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, millaisia tekoälysovelluksia olet käyttänyt?

Kirjoita vastaus

9. Kuinka hyödylliseksi koet tekoälysovellukset työsi kannalta?

1 - et koe lainkaan hyödylliseksi, 2 - koet jonkin verran hyödylliseksi, 3 - koet todella hyödylliseksi, 4- et osaa sanoa *

1	2	3	4
---	---	---	---

10. Valitse jokaisen väittämän kohdalta, kuinka tärkeä se on sinulle. *

	Todella tärkeä	Jonkin verran tärkeä	En osaa sanoa	Ei kovin tärkeä	Täysin turha
Tekoälysovelluksen on oltava selkeä käyttää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen on helpotettava työtäni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen on nopeutettava työtäni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Haluun ymmärtää mihin tekoälysovelluksen päätös perustuu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen on tehostettava työnteokoani	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovellusten käyttöön on saatava koulutusta (yleistä)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen avulla saan tarkemman lausunnon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen avulla saan jonkin osan lausunnosta valmiina (esim. KL-luokituksen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovellus auttaa tutkimusprotokollien valinnassa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen käyttö mahdollistaa ajan hyödyntämisen haastavampiin tutkimuksiin tai potilaan kohtaamiseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovellus auttaa päätöksenteossa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovellusta hyödynnetään tarpeellisissa tutkimuksissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovelluksen käyttöön on saatava perehdytystä (sovelluskohtaista)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tekoälysovellusta on helppo käyttää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Voin luottaa tekoälysovellukseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ymmärrän tekoälysovelluksen etiikan ja kuka on vastuussa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Mitkä tekijät lisäävät tekoälysovelluksen käyttöä? Valitse kolme tärkeintä.

- Tekoälysovellus on helppokäyttöinen
- Tekoälysovelluksen käyttöön on saatu perehdytys
- Tekoälysovelluksesta on apua päätöksenteossa
- Tekoälysovelluksen avulla työnteko tehostuu
- Tekoälysovellus on luotettava
- Tekoälysovelluksen avulla voin valita tutkimusprotokollat
- Ymmärrän tekoälysovelluksen toimintaperiaatteen
- Tekoälysovellus on integroitu työnkulkuun hyvin
- Voin hyödyntää tekoälysovellusta tarpeellisissa tutkimuksissa
- Tekoälysovellus auttaa minua kehittymään työssäni
- Minulle vapautuu aikaa haastavampiin tutkimuksiin tai potilaskohtaamisiin

12. Mitkä tekijät vähentävät tekoälysovelluksen käyttöä? Valitse kolme tärkeintä.

- Tekoälysovellus antaa lausunnon puolestani
- Tekoälysovellus on monimutkainen käyttää
- Tekoälysovellusta ei ole integroitu työnkulkuun hyvin
- En ole saanut perehdytystä tekoälysovelluksen käyttöön
- En ymmärrä, kuinka tekoälysovellus toimii
- En luota tekoälysovelluksen antamaan vastaukseen
- Tekoälysovellus hidastaa työtäni
- Tekoälysovellus on turha kyseisessä tutkimuksessa
- Tekoälysovellus vie työni
- Tekoälysovellus ei auta päätöksenteossa
- Tekoälysovellus vähentää töitäni

13. Missä tutkimusmodaliteetissa haluaisit käyttää tekoälysovellusta. Valitse tärkein. *

- Natiivitutkimuksissa
- Magneettitutkimuksissa
- Mammografiatutkimuksissa
- Tietokonetomografiatutkimuksissa
- Ultraäänitutkimuksissa
- Hammastutkimuksissa

14. Millaisia tekoälysovelluksia kaipaisit? *

Kirjoita vastaus

15. Koetko tarvitsevasi yleistä koulutusta tekoälysovelluksista ymmärtääksesi niiden toiminnan ennen käyttöä? *

- Kyllä
- Ei

16. Jos vastasit edelliseen kyllä, millaista koulutusta kaipaisit?

Kirjoita vastaus

17. Käytätkö tällä hetkellä työssäsi tekoälysovelluksia? *

- Kyllä
- Ei

18. Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä, saitko kyseisen tekoälysovelluksen käyttöön perehdytystä?

- Kyllä
- En

Liite 3. Haastattelun suostumuslomake

Suostumus osallistumiseksi tutkimukseen:

Tekoälyalgoritmin hyödyntäminen radiologin työnlussa

Minua on pyydetty osallistumaan yllä mainittuun tieteelliseen tutkimukseen, ja olen saanut tietoa tutkimuksesta, ja mahdollisuuden esittää siitä tutkijalla kysymyksiä.

Ymmärrän, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja että minulla on oikeus kieltäytyä siitä sekä peruuttaa suostumus ja keskeyttää tutkimus väliaikaisesti syytä ilmoittamatta. Ymmärrän myös, että tiedot käsitellään luottamuksellisina.

Annan suostumukseni tutkimukseen.

Paikka ja päivämäärä

Allekirjoitus

Nimenselvennys

Liite 4. Haastattelun teemat

Taustat

- Ikä
- Työkokemuksesi
- Tutkimusmodaliteetit, joita lausuu
- Kokemus tekoälysovelluksista radiologiassa

Tekoälyn käyttö radiologiassa (Tutkimuskysymys 3)

- Tekoälyn hyödyllisyys työssä
- Eri tutkimusmodaliteetit ja tekoäly
- Tekoälysovellusten koulutus ja perehdytys

Tekoälysovellusten käyttöhalukkuutta lisäävät tekijät (Tutkimuskysymys 1)

- Valitse itsellesi kolme tärkeintä ja perustele
- Miksi tietyt tekijät lisäävät käyttöhalukkuutta
- Vertailu kyselyn tuloksiin, miksi nämä kärkisijoilla

Tekoälysovellusten käyttöhalukkuutta vähentävät tekijät (Tutkimuskysymys 2)

- Valitse itsellesi kolme vähentävää tekijää ja perustele
- Miksi tietyt tekijät vähentävät käyttöhalukkuutta
- Vertailu kyselyn tuloksiin, miksi nämä kärkisijoilla
- Väittämä: Tekoälysovellus vie työni, puolesta vai vastaan ja perustelu

