

TEKOÄLYN ROOLI POTILASHOIDON OPTIMOINNISSA

Integroiva kirjallisuuskatsaus

Ilari Parviainen
Opinnäytetyö ylempi AMK
Kevät 2025
Hyvinvoinnin digitaaliset ratkaisut
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Hyvinvoinnin digitaaliset ratkaisut tutkinto-ohjelma

Tekijä: Ilari Parviainen
Opinnäytetyön otsikko: Tekoälyn rooli potilashoidon optimoinnissa
Työn ohjaaja: Jukka Jauhiainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2025
Sivumäärä: esim. 52 + 1 liite

Terveystieteiden tutkimuksessa on kasvavia haasteita, kuten väestön ikääntyminen, hoitohenkilökunnan riittämättömyys ja resurssien rajallisuus. Teknologian kehitys tarjoaa mahdollisuuksia tehostaa terveydenhuoltoa, ja tekoälyn hyödyntäminen on yksi keskeisistä keinoista. Tämä opinnäytetyö tarkasteli, miten tekoälyä käytetään potilashoidon optimoinnissa, millaisia hyötyjä ja haasteita sen käyttöön liittyy ja mitä eettisiä kysymyksiä tekoälyyn liittyvässä päätöksenteossa tulee huomioida.

Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, ja siinä analysoitiin aiempaa tutkimustietoa tekoälyn sovelluksista terveydenhuollossa. Kirjallisuushaun tehtiin PubMed-, CINAHL- ja Medic-tietokannoista, ja analyysiin valittiin 16 tutkimusartikkelia. Tietoperustassa käsiteltiin tekoälyn sovellusalueita potilashoidossa, kuten diagnostiikan tarkkuuden parantamista, hoitoprosessien tehostamista ja ennakoivaa analytiikkaa. Valittujen artikkelien laadun arvioinnissa käytettiin JBI:n (Joanna Briggs Institute) kymmenen kohdan arviointikriteerejä laadulliselle tutkimukselle, jotta varmistettiin katsaukseen sisällytettyjen tutkimusten korkea laatu ja luotettavuus.

Tulokset osoittivat, että tekoäly voi nopeuttaa diagnooseja, vähentää virheitä ja kohdentaa resursseja tehokkaammin. Erityisesti kuvantamistutkimuksissa ja ennakoivassa analytiikassa tekoäly on osoittanut lupaavia tuloksia. Sen käyttöönottoon liittyy kuitenkin haasteita, kuten algoritmien luotettavuus, ylidiaagnostiikan riski, tietoturvakysymykset ja päätöksenteon läpinäkyvyys.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tekoäly tarjoaa mahdollisuuksia parantaa terveydenhuollon tehokkuutta ja potilashoidon laatua, mutta sen käyttöönotto edellyttää huolellista suunnittelua. Algoritmien luotettavuus, tietosuojat ja tekoälyratkaisujen käytännön soveltaminen terveydenhuollon arjessa ovat keskeisiä tekijöitä, joihin on panostettava. Tekoälyn rooli terveydenhuollossa kasvaa tulevaisuudessa, ja sen hyödyntämisen on tapahduttava hallitusti ja eettiset näkökulmat huomioiden.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Well-being Digital Solutions

Author: Ilari Parviainen

Title of thesis: The Role of Artificial Intelligence in Optimizing Patient Care

Supervisor(s): Jukka Jauhiainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2025

Number of pages: 52 + 1 appendix

Healthcare faces increasing challenges, such as an aging population, a shortage of healthcare professionals, and limited resources. At the same time, technological advancements offer new opportunities to improve healthcare efficiency, with artificial intelligence (AI) playing a key role. This thesis examines how AI is utilized to optimize patient care, its benefits and challenges, and the ethical considerations related to AI-assisted decision-making.

The study was conducted as a literature review, analyzing previous research on AI applications in healthcare. The data was collected from PubMed, CINAHL, and Medic databases, and 16 research articles were selected for analysis. The theoretical framework discusses AI's role in improving diagnostic accuracy, streamlining treatment processes, and supporting predictive analytics in patient care.

The findings indicate that AI can enhance the speed and accuracy of diagnoses, reduce errors, and optimize resource allocation. Particularly in medical imaging and predictive analytics, AI has shown promising results. However, its implementation also presents challenges, such as algorithm reliability, the risk of overdiagnosis, data security concerns, and transparency in decision-making.

In conclusion, AI has the potential to improve healthcare efficiency and patient care quality, but its integration requires careful planning. Ensuring algorithm reliability, data security, and practical applicability in clinical settings is essential. As AI continues to develop, its implementation in healthcare must be carried out responsibly, considering ethical implications and professional accountability.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 TEKOÄLYN PERUSTEET	7
2.1 Heikko ja vahva tekoäly.....	7
2.2 Koneoppiminen	8
2.3 Syväoppiminen ja neuroverkot	9
3 TEKOÄLYN SOVELLUSALUEET TERVEYDENHUOLLOSSA	12
3.1 Diagnostiikka ja ennaltaehkäisy	12
3.2 Prosessien automatisointi ja potilastiedon hallinta	13
3.3 Resurssien optimointi	14
3.4 Käytännön sovellukset ja eettiset näkökulmat	14
4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET	22
5 INTEGROIVAN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN METODOLOGIA	23
5.1 Kirjallisuushaut	23
5.2 Hakuprosessi ja hakutulokset.....	23
5.3 Sisäänottokriteerit.....	25
5.4 Poissulkukriteerit	25
5.5 Sisällönanalyysin käyttö tutkimusmenetelmänä	26
5.6 Opinnäytetyön luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu	27
6 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET.....	29
6.1 Keskeiset havainnot	29
6.2 Tekoälyn rooli potilashoidon optimoinnissa	29
6.2.1 Tekoälyn hyödyntäminen diagnostiikassa	31
6.2.2 Tekoäly ennakoivassa analyytikassa	32
6.2.3 Tekoälyn hyödyntäminen kuvantamisessa	32
6.2.4 Tekoäly yksilöllisten hoitopäätösten tukena	33
6.2.5 Johtopäätökset tekoälyn hyödyntämisestä potilashoidossa	33
6.3 Tekoälyn käytön edut ja haasteet potilashoidossa	34
6.3.1 Diagnostiikan tarkkuuden parantaminen	34

6.3.2	Hoitoprosessien tehostaminen	35
6.3.3	Potilasturvallisuuden ja hoidon laadun parantaminen	36
6.3.4	Tekoälyn vaikutus resurssien hallintaan ja hoidon kustannustehokkuuteen	37
6.3.5	Tekoälyn käytön haasteet potilashoidossa	38
6.3.6	Johtopäätökset tekoälyn vaikutuksista potilashoittoon	39
6.4	Eettiset ja käytännön näkökulmat tekoälyn hyödyntämisessä terveydenhuollossa	40
6.4.1	Avoimuus ja tutkimustulosten toistettavuus	40
6.4.2	Päätöksenteon selitettävyys ja luottamus	40
6.4.3	Tietosuoja ja integrointi terveydenhuollon järjestelmiin	40
6.4.4	Algoritmien yleistettävyys ja luotettavuus	41
6.4.5	Kaupalliset intressit ja eettiset haasteet	41
6.4.6	Johtopäätökset eettisistä ja käytännön näkökulmista	41
7	POHDINTA	42
7.1	Merkittävimpien löydösten kriittinen arviointi	44
7.2	Työn merkitys ja kehitysehdotukset.....	44
7.3	Mahdollisuudet ja suositukset jatkotutkimukselle	45
	LÄHTEET	46
	LIITTEET.....	53

1 JOHDANTO

Tämän integroivan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata tekoälyn hyödyntämistä terveydenhuollossa potilashoidon optimoinnin näkökulmasta. Katsaus analysoi, miten tekoälyä on sovellettu potilashoidossa, mitä etuja ja haasteita sen käytössä on havaittu sekä millaisia eettisiä ja käytännön kysymyksiä sen hyödyntämiseen liittyy.

Tekoälyn rooli terveydenhuollossa on kasvanut nopeasti, ja sen odotetaan muuttavan toimintatapoja laajasti. Mustonen (2019, teoksessa Neittaanmäki ym.) toteaa, että "tekoälyn ja terveyden ympärillä käytävä keskustelu on nopeasti muuttamassa ajatteluamme terveydenhuollon toimintatapojen tulevaisuudesta. Pidetään mahdollisena – jopa todennäköisenä –, että tekoäly mullistaa terveydenhuollon prosessien ja hankintojen optimoinnin sekä logistiikan ja henkilöstön työn aikatauluttamisen käytänteet. Potilaiden omahoito ja potilasohjaus voivat sen avulla nousta uudelle tasolle. Tekoälyllä voi olla merkittävä rooli myös tarttuvien tautien leviämisen tunnistamisessa sekä ei-tarttuvien sairauksien epidemiologian ymmärtämisessä. Lisäksi sen on arvioitu vaikuttavan uusien lääkeaineiden kehittämiseen ja geneettiseen tutkimukseen."

Aihe on ajankohtainen ja keskeinen terveydenhuollon jatkuvasti kehittyvässä toimintaympäristössä. Tekoälyn merkitys potilashoidon optimoinnissa kasvaa, mutta sen soveltamisesta tarvitaan lisää tutkimusta käytännön näkökulmasta. Aihe kiinnostaa minua myös henkilökohtaisesti, ja haluan syventää ymmärrystäni tekoälyn vaikutuksista ja mahdollisuuksista terveydenhuollossa. Tämä työ tarkastelee tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia ja haasteita potilashoidon optimoinnissa, ja sen tarkemmat tutkimuskysymykset on esitelty luvussa 5.3.

2 TEKÖÄLYN PERUSTEET

Tekoäly (artificial intelligence, AI) tarkoittaa teknologiaa, joka mahdollistaa koneiden suorittamia tehtäviä, joita perinteisesti pidetään ihmisen älykkyyteen kuuluvina, kuten päättelyä, oppimista, suunnittelua ja luomista. AI-teknologiat voivat analysoida ympäristöään, käsitellä tietoa ja ratkaista ongelmia, jotka tukevat asetettujen tavoitteiden saavuttamista. Terveystieteissä tekoäly voi esimerkiksi analysoida potilastietoja ja auttaa lääketieteellisissä päätöksissä, kuten diagnoosien tekemisessä ja hoitosuunnitelmien laatimisessa. (Euroopan parlamentti 2020)

Tekoälyn vahvuudet ovat tehtävissä, jotka liittyvät esimerkiksi asioiden järjestämiseen, paljon samanlaista toistoa sisältäviin tehtäviin ja suurten datamassojen käsittelyyn nopeasti. Ihmisen vahvuudet ovat luovuutta ja empatiaa vaativissa tehtävissä sekä monimutkaisten asiakokonaisuuksien ymmärtämisessä (Kananen, Puolitaival, Puntti, Metsola, 2019).

Tekoälyllä on merkittävää potentiaalia muuttaa merkittävästi terveydenhuoltoa parantamalla tarkkuutta, tehokkuutta ja ennaltaehkäisyä. Sen avulla voidaan lisätä diagnostiikan tarkkuutta, yksilöidä hoitoa ja virtaviivaistaa hallinnollisia tehtäviä, mikä vähentää terveydenhuollon resurssien kysyntää ja parantaa hoidon lopputuloksia. Onnistunut tekoälyn hyödyntäminen edellyttää kuitenkin riittävää testausta, integrointia työprosesseihin sekä vastuiden, sääntelyn ja datan hallinnan kysymysten ratkaisemista. Lisäksi mahdollisiin riskeihin kuuluvat esimerkiksi haittavaikutukset potilaiden terveydelle, terveyserojen lisääntyminen sekä vaikutukset lääkärin ja potilaan väliseen suhteeseen. Tekoälyn tehokas käyttö vaatii huolellista hallintaa hyödyn maksimoimiseksi ja riskien minimoimiseksi (British Medical Association 2024).

2.1 Heikko ja vahva tekoäly

Tekoälyn määritelmästä puhuttaessa on syytä erotella toisistaan niin sanottu heikko ja vahva tekoäly, joita kutsutaan myös kapeaksi ja yleiseksi tekoälyksi. Heikko tekoäly tarkoittaa järjestelmää tai ohjelmaa, joka on suunniteltu tekemään

jotain rajattua tehtävää yleensä melko ennustettavien syötteiden parissa ja rajatussa ympäristössä. Vahva tekoäly taas tarkoittaa yleistä järjestelmää siinä mielessä, että se kykenee ottamaan monenlaisia tehtäviä hoitaakseen, mukaan lukien sellaisia, joita varten sitä ei ole erikseen suunniteltu. Vahva tekoäly voisi ottaa syötteenä myös ohjeita uudenlaisten tehtävien suorittamiseksi ja toimimaan avoimessa ympäristössä. Joskus vahvalla tekoälyllä tarkoitetaan nimenomaan ihmisjärkeen verrattavaa tekoälyä (Pesonen, 2021).

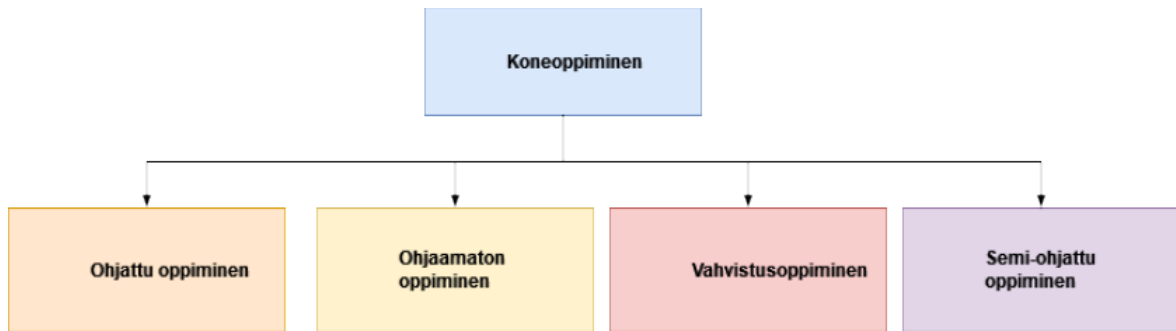
2.2 Koneoppiminen

Koneoppiminen tarkoittaa menetelmää, jossa koneelle ei määritellä toimintaohjeita jokaiseen tilanteeseen erikseen, vaan se oppii itsenäisesti olemassa olevasta datasta. Valtaosa tekoälyn sovelluksista perustuu koneoppimiseen. Koneoppimista voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: ohjattuun oppimiseen, ohjaamattomaan oppimiseen ja vahvistusoppimiseen (Merilehto, 2018).

Ohjatussa oppimisessa koneelle annetaan oikeat vastaukset opetusdatassa, kun taas ohjaamattomassa oppimisessa kone tunnistaa itsenäisesti datasta löytyviä säännönmukaisuuksia. Vahvistusoppimisessa kone saa palautetta toiminnastaan ilman suoria vastauksia, ja oppiminen tapahtuu kokeilemalla eri ratkaisuja (Merilehto, 2018).

XGBoost (eXtreme Gradient Boosting) on ohjatun koneoppimisen menetelmä, joka soveltuu sekä regressio- että luokitteluongelmien ratkaisemiseen. Menetelmä sovittaa dataan joukon päätöspuita ja muodostaa malliennusteen näiden puiden yhdistelmänä. XGBoost-algoritmi on vastaaviin muihin algoritmeihin verrattuna suorituskykyinen ja sen opettaminen on suhteellisen nopeaa. Nämä ominaisuudet ovat lisänneet sen suosiota ohjatun koneoppimisen sovelluksissa (Haavisto ym., 2023).

Ohjatussa oppimisessa käytetään usein neuroverkkoja ja koneoppimisen menetelmiä. Ohjaamattomassa oppimisessa käytetään tyypillisesti koneoppimisen menetelmiä. Koneen kouluttamisessa käytetään käytännössä usein useampaa tapaa yhdessä (jolloin puhutaan semi-supervised learning -tavasta) ja myös eri algoritmeja yhdistellen.



KUVA 1. Koneoppimisen eri menetelmät: ohjattu oppiminen, ohjaamaton oppiminen, vahvistusoppiminen ja semi-ohjattu oppiminen (Muokattu kuva, Simplilearn 2024)

Ohjattu ja ohjaamaton oppiminen vaativat toimiakseen ison määrän dataa, jolla tekoäly koulutetaan. Sen sijaan vahvistusoppimiseen ei tarvita isoa datamäärää, koska tekoäly pystyy oppimaan ikään kuin lennosta yritys ja erehdys -periaatteella. Vaikka vahvistusoppimiseen ei tarvita dataa, pitää tekoälyn toimintaympäristö mallintaa. (Kananen ym. 2019).

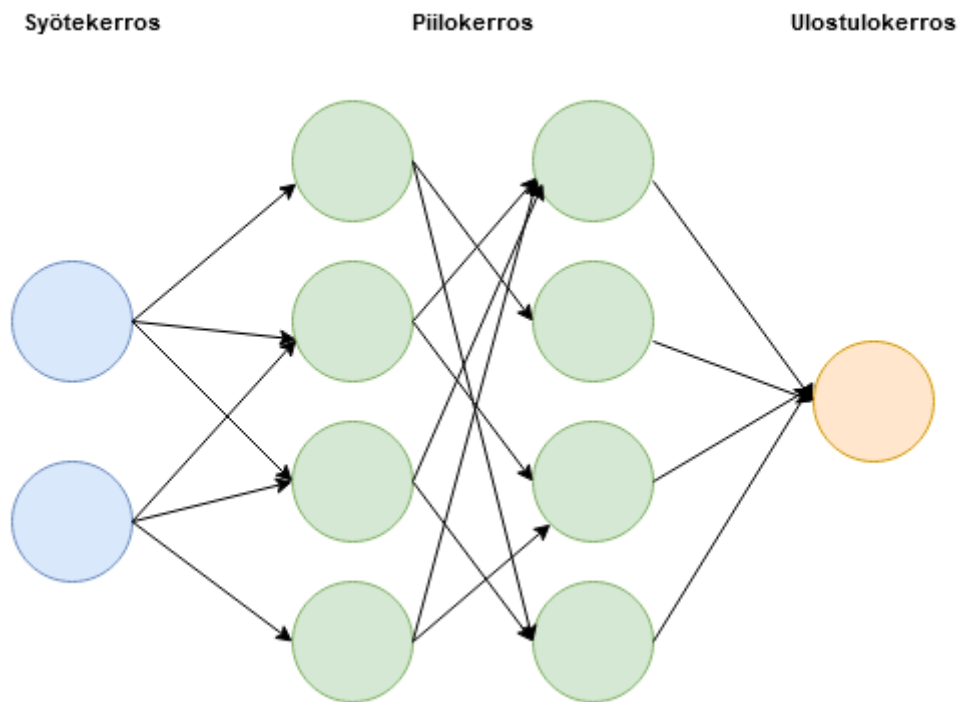
2.3 Syväoppiminen ja neuroverkot

Syväoppiminen on koneoppimisen osa-alue, joka käyttää monikerroksisia neuroverkkoja simuloimaan ihmisaivojen monimutkaista päätöksentekokykyä. Tämä tekniikka mahdollistaa sen, että mallit voivat oppia käsittelemään suuria ja monimutkaisia tietomassoja ilman, että dataa tarvitsee esijäsentää. Syväoppimismallit eroavat perinteisistä koneoppimisista, koska niissä on useita, jopa tuhansia laskennallisia kerroksia. Tämä rakenne mahdollistaa tarkempien ja monimutkaisempien mallien luomisen (IBM, 2024).

Neuroverkko on koneoppimisohjelma tai -malli, joka tekee päätöksiä tavalla, joka muistuttaa ihmisaivojen toimintaa, hyödyntäen prosesseja, jotka jäljittelevät biologisten neuronien yhteistyötä ilmiöiden tunnistamisessa, vaihtoehtojen punnitsemisessa ja johtopäätöksiin pääsemisessä (IBM, 2024).

Jokainen neuroverkko koostuu solmujen tai keinotekoisten neuronien kerroksista: syötekerroksesta, yhdestä tai useammasta piilokerroksesta ja ulostulokerroksesta. Jokaisella solmulla on yhteys muihin solmuihin, ja sillä on oma painoarvonsa ja kynnyksensä. Jos yksittäisen solmun tulos ylittää määritellyn

kynnysarvon, solmu aktivoituu ja lähettää tietoa verkon seuraavaan kerrokseen. Muussa tapauksessa tietoa ei siirretä seuraavaan kerrokseen (IBM, 2024).



Kuva 2. Neuroverkkojen rakenne. (Muokattu kuva Wikipedia)

Neuroverkot hyödyntävät koulutusdataa oppimiseen ja parantavat tarkkuuttaan ajan myötä. Kun ne on hienosäädetty tarkkuuden saavuttamiseksi, ne ovat tehokkaita työkaluja tietojenkäsittelytieteessä ja tekoälyssä, jolloin voimme luokitella ja ryhmitellä dataa nopeasti. Esimerkiksi puheentunnistus tai kuvantunnistus voi kestää minutteja verrattuna tunteihin, jos verrataan manuaaliseen tunnistukseen ihmisten asiantuntijoiden toimesta. Yksi tunnetuimmista neuroverkkoesimerkeistä on Googlen hakualgoritmi.

Neuroverkkoja kutsutaan joskus myös keinotekoisiksi neuroverkoiksi (ANN) tai simuloituiksi neuroverkoiksi (SNN). Ne ovat osa koneoppimista ja syväoppimismallien ytimessä (IBM, 2024).

Konvoluutioneuroverkot (Convolutional Neural Networks, CNN:t) ovat erityinen neuroverkkojen tyyppi, joka on suunniteltu käsittelemään dataa, jolla on tunnettu, ruudukomainen topologia. Esimerkkejä ovat aikasarjadat, joita voidaan

ajatella yhden ulottuvuuden ruudukkona, jossa otetaan näytteitä säännöllisin aikaväleihin, sekä kuvatiedot, joita voidaan pitää kaksiulotteisena pikselien ruudukkona. Konvoluutioneuroverkot ovat saavuttaneet valtavaa menestystä käytännön sovelluksissa. Nimi "konvoluutioneuroverkko" viittaa siihen, että verkko hyödyntää laskennallista operaatiota nimeltä konvoluutio. Konvoluutio on erityinen lineaarisen operaation muoto. Konvoluutioneuroverkot ovat yksinkertaisesti neuroverkkoja, joissa käytetään konvoluutiota yleisen matriisikertolaskun sijaan vähintään yhdessä verkon kerroksista (Goodfellow, Bengio & Courville, 2017).

Luonnollisen kielen käsittely (NLP) on tekoälyn ja tietojenkäsittelytieteen osa-alue, joka keskittyy kielen tokenisointiin – eli ihmiskielen jäsentämiseen sen perusyksiköihin. Yhdistämällä laskennallista kielitiedettä tilastollisiin koneoppimismenetelmiin ja syväoppimismalleihin, NLP mahdollistaa tietokoneiden kyvyn käsitellä ihmiskieltä tekstinä tai äänidatana. Lemmatointi ja sanaluokkien tunnistaminen auttavat ymmärtämään kieltä syvällisesti, mukaan lukien kontekstin, puhujan tai kirjoittajan tarkoituksen ja tunteet (IBM, 2024).

3 TEKOÄLYN SOVELLUSALUEET TERVEYDENHUOLLOSSA

Tekoälysovellusten käyttö terveydenhuollossa kasvaa nopeasti. Tekoälyn avulla pyritään helpottamaan sairauksien diagnosointia ja hoitoprosesseja, tekemään lääkekehitystä, säästämään kustannuksissa sekä parantamaan työ- ja asiakas-tyytyväisyyttä. Digitaalisten järjestelmien, terveystietojen ja tekoälysovellusten käytön avulla pyritään lisäämään ihmisten hyvinvointia ja ennaltaehkäisemään sairauksia. (Neittaanmäki, Tuominen, Äyrämö, Vähäkainu & Siukonen 2019)

3.1 Diagnostiikka ja ennaltaehkäisy

Tekoälyn, erityisesti konenäön ja koneoppimisen, odotetaan mullistavan lääketiedettä, erityisesti radiologian ja patologian aloilla. Näiden menetelmien avulla voidaan esimerkiksi tunnistaa syöpien erilaistumisasteita ja luokitella tautiryhmiä. Tekoäly nopeuttaa diagnostiikkaa ja vähentää subjektiivisten arvioiden aiheuttamaa vaihtelua, mikä parantaa diagnostiikan laatua. Vaikka tekoäly ei korvaa lääkäreitä, se voi vapauttaa heitä rutiinitehtävistä ja antaa mahdollisuuden keskittyä monimutkaisiin kognitiivisiin tehtäviin ja innovaatioihin (Mirtti & Näpänkangas 2020, 1949–1955).

Diagnostiikan lisäksi tekoäly on osoittautunut hyödylliseksi vaikeiden ja tehohoitoa vaativien aivovammojen ennustearvioissa. Suomessa kehitetty koneoppimiseen perustuva algoritmi mahdollistaa tehohoitoa vaativien aivovammapotilaiden dynaamiset selviämisenennusteet reaaliaikaisia elintoimintojen mittauksia hyödyntäen. Algoritmi yhdistää kallonsisäisen paineen (ICP), keskivaltimopaineen (MAP) ja aivojen perfuusiopaineen (CPP) mittausdatan, mahdollistaen tarkat ja jatkuvasti päivittyvät ennusteet. Tämä helpottaa klinikoiden päätöksentekoa ja parantaa potilasturvallisuutta (Raj & Korja 2024).

Lisäksi tekoäly tarjoaa merkittäviä hyötyjä ennaltaehkäisyssä. Algoritmit voivat arvioida potilaiden riskiä sairastua tiettyihin sairauksiin ja tukea kohdennettujen ehkäisytoimenpiteiden suunnittelua (DigiFinland, 2023). Tekoälyä voidaan hyödyntää esimerkiksi ikäihmisten toimintakyvyn tukemisessa laatimalla ennusteita

odotettavissa olevista terveydentilan heikentymisistä, kuten kaatumisista, ja tukemalla ammattilaisten päätöksentekoa. Näin tekoäly voi auttaa ehkäisemään terveydentilan heikkenemistä ja parantaa hoitotoimenpiteiden ennakoitavuutta (Sitra, 2024).

3.2 Prosessien automatisointi ja potilastiedon hallinta

Tekoälyä hyödynnetään monilla alueilla terveydenhuollossa, erityisesti prosessien automatisoinnissa ja päätöksenteon tukemisessa. Sote-palveluita vaivaavat useat haasteet, kuten työvoimapula ja kustannuspaineet sekä palvelujen heikko saatavuus. Tekoälyllä voidaan vaikuttaa suotuisasti periaatteessa näihin kaikkiin. Yksi keskeisistä sovelluksista on potilastiedon kirjaamisen tehostaminen. Potilastietojen manuaalinen kirjaaminen vie merkittävästi hoitohenkilökunnan työaika, mutta tekoälyn avulla voidaan automatisoida osia tästä prosessista, kuten sane-lun puhtaaksi kirjoittaminen. Pilotissa, jota toteutetaan Pohjois-Pohjanmaan ja Kanta-Hämeen hyvinvointialueilla, testataan tekoälyn käyttöä potilastiedon kirjaamiseen. Pohteen pilotti toteutetaan Esko Systemsin potilastietojärjestelmän puitteissa, ja Oma Hämeen pilotissa sovelletaan olemassa olevaa tekoälytuotetta potilastiedon kirjaamiseen. Hankkeessa kerätään kokemuksia tekoälyratkaisujen käytöstä ja arvioidaan, voidaanko niillä saavuttaa kustannussäästöjä ja parantaa hoitotyön tehokkuutta (Sitra, 2024).

Länsi-Uudenmaan hyvinvointialueella on puolestaan pilotoitu tekoälyjärjestelmiä, jotka tuottavat potilaskeskusteluiden pohjalta kirjausehdotuksia lääkärin tarkistettavaksi. Näiden ratkaisujen tavoitteena on vähentää kirjaamiseen kuluvaa aikaa, jolloin ammattilaiset voivat keskittyä paremmin potilastyöhön (Seppänen, 2024).

Lisäksi tekoälyn avulla voidaan analysoida laajoja potilastietoja ja tuottaa tiivistelmiä hoitopäätösten tueksi. Tämä voi nopeuttaa diagnostisia prosesseja ja parantaa hoidon laatua sekä turvallisuutta. Myös monikielisyyden haasteisiin on pyritty vastaamaan tekoälypohjaisilla käännösratkaisuilla, jotka helpottavat esimerkiksi asiakirjojen kääntämistä suomesta ruotsiksi. Tulevaisuudessa suunnitellaan tekoälyavusteisten tulkkausjärjestelmien käyttöönottoa, mutta niiden osalta on

vielä ratkaistava tietosuojan ja luotettavuuteen liittyviä kysymyksiä (Seppänen, 2024).

3.3 Resurssien optimointi

Tekoäly on myös potentiaalinen työkalu resurssien optimoinnissa. Se voi vähentää henkilöstön kuormitusta ja parantaa tehokkuutta esimerkiksi aikataulutuksen ja työnjaon hallinnassa. Näiden etujen ansiosta tekoälyllä on mahdollisuus merkittävästi parantaa sote-sektorin kustannustehokkuutta ja laatua (DigiFinland, 2023).

Tekoäly voisi vapauttaa klinikoiden aikaa hoitamalla tiettyjä byrokraattisia tehtäviä, mikä mahdollistaisi lääkärien viettävän enemmän aikaa yksittäisten potilaiden kanssa ja rakentavan positiivista suhdetta heidän kanssaan. Tämä puolestaan voisi parantaa viestintää ja luottamusta lääkärien ja potilaiden välillä sekä tarjota enemmän mahdollisuuksia hoidon jatkuvuudelle. Kuitenkin, vapautunut aika saatetaan käyttää suuremman potilasmäärän hoitamiseen sen sijaan, että aikaa käytettäisiin yksittäisen potilaan kohtaamiseen, mikä riippuu tekoällyn käyttöönottavasta (British Medical Association, 2024).

Tekoäly voi myös optimoida hoitopolkuja analysoimalla potilaiden aikaisempia hoitotietoja, elämäntapoja ja hoitohistoriaa. Näin hoitopolut voidaan räätälöidä paremmin vastaamaan potilaan tarpeita, mikä paitsi parantaa hoidon laatua myös vähentää kustannuksia. Lisäksi tekoälyyn perustuvat ennustemallit, kuten kaatumisriskin arviointi, voivat tukea ikäihmisten toimintakyvyn edistämistä ja ennaltaehkäistä terveydentilan heikentymistä (DigiFinland, 2023)

3.4 Käytännön sovellukset ja eettiset näkökulmat

Tekoäly on jo alkanut vaikuttaa lähes kaikkiin terveydenhuollon osa-alueisiin, kuten kliiniseen päätöksentekoon, potilaiden kroonisten sairauksien omahoitoon ja lääketutkimukseen. Kuitenkin tekoälyteknologian kehittäminen ja käyttöönotto ovat haastavia ja kalliita prosesseja. Terveydenhuollon organisaatioiden on voitettava useita esteitä, kuten vanhan infrastruktuurin yhteensopimattomuus uusien

teknologioiden kanssa sekä koulutetun henkilöstön puute, joka hidastaa tekoälyn hyödyntämistä käytännössä. (Chen & Decary, 2020).

Helsingin yliopistollisen sairaalan (HUS) neurokirurgian tutkijat ovat olleet mukana kehittämässä tekoälyyn pohjautuvaa algoritmia, joka tunnistaa tietokone-tomografiakuvista (TT) tarkasti lukinkalvonalaisen aivoverenvuodon (SAH). Algoritmia opetettiin HUS:in potilaiden pään TT-kuvien aineistolla, ja sen suorituskykyä testattiin laajalla kansainvälisellä aineistolla. Algoritmi tunnisti ulkoisessa validoinnissa 1 300 TT-kuvauksen joukosta 136/137 SAH-tapausta (herkkyys 99,3 %). Leiketasolla algoritmi saavutti 87,4 % herkkyuden ja 95,3 % tarkkuuden (HUS 2023).

Lukinkalvonalainen aivoverenvuoto on hengenvaarallinen tila, jonka oikea-aikainen tunnistaminen on potilaan hoidon kannalta kriittistä. SAH-potilaista jopa 75 % menehtyy vuoden kuluessa, mikäli tila jää hoitamatta. Algoritmi auttaa radiologeja priorisoimaan kiireellisimmät tapaukset, mutta lopulliset diagnoosit ja hoitopäätökset tekee edelleen lääkäri.

HUS on avannut algoritmin tutkimusyhteisön käyttöön jatkokehitystä varten osana CleverHealth Network -ekosysteemiä. Tekoälyalgoritmi on suunniteltu tunnistamaan myös muita spontaanien aivoverenvuotojen muotoja, ja tavoitteena on algoritmin kliininen testaus ja viranomaishyväksyntä.

Tampereen yliopistollisessa sairaalassa (TAYS) on vuonna 2017 otettu käyttöön tekoälyä hyödyntävä epilepsiapotilaan seurantajärjestelmä, joka vähentää kallisten video-EEG-seurantojen tarvetta ja tukee hoitopäätösten tekemistä. Tampereella kehitetty koneoppimiseen perustuva järjestelmä seuraa tutkittavan yöaikaista toimintaa, tunnistaa tavallisen ja poikkeavan liikehdinnän. Laite asennetaan potilaan sängyn viereen, ja siinä on videokamera ja syvyys sensori, jotka seuraavat esimerkiksi hengitystä ja liikkeitä. Järjestelmä lähettää automaattisesti koosteet yöaikaisista kohtauksista hoitohenkilökunnalle, mahdollistaen hoidon vaikuttavuuden tarkemman arvioinnin (Lääkärilehti, 2017).

Järjestelmä on erityisen hyödyllinen tilanteissa, joissa epilepsia-kohtausten määrän ja laadun tarkka dokumentointi on välttämätöntä, esimerkiksi lääkityksen muutosten tai syväaivostimulaation jälkeen. Sen avulla voidaan paitsi vähentää

läheisten valvontataakkaa kotioloissa, myös tukea potilaan itsenäistä asumista ja työelämässä pysymistä. Tämä teknologia edistää epilepsian hoitomuotojen kohdentamista ja voi jopa pelastaa henkiä, kun kohtaukset tunnistetaan ajoissa (Lääkärilehti, 2017).

Englannin kansallinen terveydenhuoltojärjestelmä, National Health Service (NHS), on yksi maailman suurimmista julkisista terveydenhuoltojärjestelmistä. NHS on tunnettu innovatiivisesta lähestymistavastaan ja siitä, että se hyödyntää laajasti tekoälypohjaisia teknologioita parantaakseen potilashoidon laatua ja tehokkuutta (NHS, 2024).

Yksi merkittävimmistä NHS:n käyttämistä tekoälysovelluksista on lääketieteellinen kuvantunnistus, kuten röntgenkuvien ja mammografioiden analysointi. Tekoälyalgoritmit, kuten konvoluutioneuroverkot (CNN), auttavat radiologeja tekemään tarkempia ja nopeampia arviointeja, mikä mahdollistaa nopeamman diagnoosin ja hoidon aloittamisen. Tämä vapauttaa radiologien työaika, jolloin he voivat keskittyä enemmän potilastyöhön (NHS, 2024).

NHS on myös ottanut käyttöön virtuaaliosastoja, joissa potilaat saavat tarvitsemansa hoidon kotona tai omassa asuinpaikassaan. Etäseurantatekniikat, kuten sovellukset ja lääketieteelliset laitteet, analysoivat potilaan terveydentilaa tekoälyn avulla. Tämä vähentää sairaalassaoloaika ja parantaa potilaan hoidon joustavuutta, mikä on erityisen tärkeää pitkäaikaissairaiden ja ikäihmisten hoidossa (NHS, 2024).

Lisäksi NHS hyödyntää tekoälyä aivokuvien tulkinnessa, erityisesti kiireellisissä tapauksissa, kuten aivohalvauksissa. Tekoälypohjaiset järjestelmät nopeuttavat aivokuvien analysointia ja auttavat lääkäreitä tekemään nopeampia päätöksiä hoidon aloittamisesta, mikä parantaa hoidon laatua ja lyhentää potilaiden hoitoon pääsyyn kuluva aikaa (NHS, 2024).

Potilastietojen analysointi ja päätöksenteon tuki ovat myös merkittävä osa NHS:n tekoälyn käyttöä. Koneoppimismallit analysoivat potilastietoja ja ennustavat sairastumisriskiä, mikä auttaa terveydenhuollon ammattilaisia tekemään tietoon perustuvia päätöksiä ja räätälöimään hoitovaihtoehtoja yksilöllisesti potilaan

tarpeiden mukaan. Tämä parantaa potilasturvallisuutta ja tehostaa hoitoprosesseja (NHS, 2024).



Kuva 3. NHS hyödyntää tekoälyteknologiaa paksusuolen syövän ennaltaehkäisyssä (NHS Northumbria, 2024)

Optellum on kehittänyt tekoälypohjaisen Virtual Nodule Clinic -ohjelmiston, joka tukee klinikoita keuhkosyövän varhaisessa diagnosoinnissa. Ohjelmisto hyödyntää tekoälyä keuhkonoduleiden analysoimiseen ja seuraamiseen potilailla, joilla on riski sairastua keuhkosyöpään. Tavoitteena on hoitaa potilaita ennen taudin leviämistä, parantaen näin eloonjäämismahdollisuuksia. Virtual Nodule Clinic käyttää kliinisesti validoitua Lung Cancer Prediction (LCP) -pistemäärää, joka arvioi nodulin pahanlaatuisuuden riskin.

Tämä ohjelmisto on erityisen hyödyllinen terveydenhuollon hoitoprosessissa, sillä se mahdollistaa keuhkosyövän varhaisempia diagnooseja ja parantaa hoidon koordinoitua. Virtual Nodule Clinic on saanut CE-merkinnän Euroopassa, mikä mahdollistaa sen käytön EU:ssa ja Isossa-Britanniassa. Tekoälyn avulla sairailoissa voidaan automatisoida keuhkonoduleiden tunnistaminen ja riskipotilaiden seuraaminen, mikä vapauttaa resursseja ja parantaa hoidon laatua. Ohjelmisto on myös otettu käyttöön DOLCE-tutkimuksessa, joka on NHS:n tärkeimpiä tekoälyn käytön testausprojekteja keuhkosyövän varhaisessa diagnosoinnissa (Cancer Research Oxford, 2022).

Beatson West of Scotland Cancer Centre on ottanut käyttöön ETHOS-tekoälyllä tehostetun lineaarikiihdyttimen, joka on merkittävä edistysaskel kohdennetussa sädehoidossa. Tämä 3,5 miljoonan punnan arvoinen laitteisto hyödyntää tekoälyä mukautuvan sädehoidon prosessissa, mikä mahdollistaa potilaan sädehoitosuunnitelmien päivittämisen päivittäisten anatomisten muutosten perusteella. Esimerkiksi kasvaimen tai sitä ympäröivän kudoksen koon tai muodon muutokset voidaan huomioida, ja hoito voidaan mukauttaa tämän mukaisesti yleensä 15 minuutin aikavälillä.



Kuva 4. ETHOS-tekoälyllä tehostettu lineaarikiihdytin (Beatson West of Scotland Cancer Centre, 2023)

Laite käyttää reaaliaikaista kuvantamista ja tekoälyyn perustuvaa ohjelmistoa, mikä paitsi nopeuttaa suunnitteluprosessia myös vähentää potilaiden aikaa lineaarikiihdyttimessä. Lisäksi henkilöstön käyttökokemuksen ja asiantuntemuksen yhdistäminen tähän uuteen teknologiaan mahdollistaa entistä laadukkaamman hoidon tarjoamisen. Radioterapian fysiikan vt. johtaja Martin Glegg kuvasi laitetta mullistavaksi ja huomautti sen merkittävästä vaikutuksesta potilaiden hoidon parantamiseen (Beatson West of Scotland Cancer Centre, 2023).

Corti, yhteistyössä Microsoftin kanssa, on kehittänyt Audia-tekoälypohjaisen virtuaaliavustajan, joka parantaa hätäpalveluiden diagnoosien nopeutta ja tarkkuutta Kööpenhaminassa. Audia analysoi hätäpuhelut reaaliajassa ja vertailee niitä arkistoituihin puhelutietoihin, erityisesti sydänpysähdysten tunnistamisessa. Tämä tekoälyteknologia on parantanut eloonjäämisasteita ja auttanut hätäpalveluja reagoimaan aikatarkasti COVID-19-tilanteessa.

Corti on saanut laajaa kansainvälistä huomiota, ja sen käytön laajentaminen muihin maihin on käynnissä. Tekoäly tukee hätäpalveluiden työtä, mutta myös herättää kysymyksiä luottamuksesta ja kulttuurin muutoksista, sillä lääkintähenkilöstö on sopeutumassa tekoälyn käyttöön (Corti, 2020).

Tekoälyn käyttöönotto ei ole pelkästään tekninen tai taloudellinen haaste, vaan se liittyy myös eettisiin ja rakenteellisiin kysymyksiin. Chen ja Decary (2020) tuovat esiin, että yksi keskeinen haaste on puutteellinen ymmärrys tekoälyn kyvyksistä ja sen roolista terveydenhuollon päätöksenteossa. Ilman selkeitä strategioita ja ohjeistuksia tekoälyn integroiminen osaksi terveydenhuoltoa voi jäädä hajanaiseksi, mikä vaikeuttaa sen täysimittaista hyödyntämistä. Lisäksi tekoälyn kehitys edellyttää suuria määriä monipuolista lääketieteellistä dataa, mutta sen saatavuus ja laatu vaihtelevat, mikä voi vaikuttaa algoritmien tarkkuuteen ja luotettavuuteen.

Tekoälypohjaisten terveysterventioiden onnistunut käyttöönotto vaatii investointeja terveydenhuollon perusrakenteiden vahvistamiseksi. Diagnostiikkatyökalujen käyttöön liittyy eettisiä haasteita, erityisesti silloin, kun sairauksia voidaan diagnosoida, mutta hoito ei ole kaikkien potilaiden saatavilla. Lisäksi uusien työkalujen tehokkuus on rajallista, ellei hoidon saavutettavuutta laajenneta kattamaan kaikki väestöryhmät. Epidemioiden ennustamiseen ja valvontaan tarkoitettut tekoälyratkaisut edellyttävät vahvoja valvontajärjestelmiä, jotka voivat tukea riittävää kansanterveydellistä hätätilavastetta tarkasti ennustetun epidemian satuessa (Schwalbe & Wahl, 2020).

Pelkät digitaaliset periaatteet eivät riitä takaamaan tekoälyn turvallista ja tehokasta käyttöä terveydenhuollossa. Tarvitaan myös vahvoja institutionaalisia rakenteita, kuten sääntely- ja eettisiä kehyksiä, vertailutason standardeja,

ennakkohyväksyntämekanismia sekä ohjeistuksia klinisiin ja kustannustehokkaihin lähestymistapoihin. Erityisesti tietosuoja on keskeinen kysymys, etenkin lasten ja nuorten osalta, joilla monilla on digitaalinen jalanjälki syntymästä lähtien. Lisäksi tekoälyratkaisujen sukupuolivaikutukset ovat tärkeä näkökulma, ja globaalit ohjeistukset tällä alueella ovat toistaiseksi puutteellisia (Schwalbe & Wahl 2020).

Tekoälyn mahdolliset hyödyt ja riskit eivät ole toisistaan irrallisia. Esimerkiksi lääkäri, joka ei enää kärsi työuupumuksesta, saattaa olla halukkaampi käyttämään enemmän aikaa lääkärin ja potilaan välisen suhteen kehittämiseen. Lisäksi paremmat potilastulokset voivat lisätä potilaiden ja lääkäreiden välistä luottamusta ja siten parantaa heidän välistään suhdetta. Näin ollen tekoälyn positiivisilla vaikutuksilla voi olla kerrannaisvaikutuksia (British Medical Association, 2024).

Samalla myös riskit voivat moninkertaistua. Esimerkiksi, jos tekoäly johtaa huonoihin hoitotuloksiin, lääkärit saattavat välttää sen käyttöä, mikä voi häiritä työnkulkua ja vähentää tuottavuuden paranemisesta saatavia hyötyjä.

Vaikka tuottavuuden parantuminen mahdollistaisi enemmän kasvokkain tapahtuvaa hoitoa, tietyt tekoälypohjaiset terveydenhuollon automaatiot voivat johtaa tehokkaan viestinnän, empatian ja henkilökohtaisen vuorovaikutuksen vähenemiseen, jotka ovat kriittisiä tekijöitä tehokkaassa potilashoidossa. Tekoäly ei voi korvata perusterveydenhuollon tarjoamaa hoidon jatkuvuutta (British Medical Association, 2024).

Tekoäly ja robotiikka edellyttävät sujuvaa yhteistyötä ihmisten ja koneiden välillä. Monimutkaisissa järjestelmissä, kuten terveydenhuollon palvelurobotiikassa, tekoälyn kyky mukautua erilaisiin hoitotarpeisiin on ratkaisevaa. Tämä yhteistyö voi tehostaa terveydenhuoltopalveluita, mutta vaatii käyttäjäkeskeistä suunnittelua ja toimivia käyttöliittymiä (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017).

Tekoälyn kasvava käyttöönotto terveydenhuollossa herättää useita monimutkaisia oikeudellisia haasteita ja riskejä. Yksi erityinen huolenaihe on oikeudellisen vastuun kohdentaminen tilanteissa, joissa potilasturvallisuus vaarantuu ja tekoälyä on käytetty potilaan hoidon ja hoitotoimenpiteiden yhteydessä. Vastuun määrittämiseksi tarvitaan "oikeushenkilö", joka kantaa oikeudellisen vastuun.

Yksinkertaisesti sanottuna tämä tarkoittaa, että tekoälyjärjestelmän toimien tai laiminlyöntien vastuu kuuluu sen inhimillisille tai yrityksille luojille, toimittajille ja käyttäjille (British Medical Association, 2024).

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella tekoälyn hyödyntämistä potilashoidon optimoinnissa, erityisesti diagnostiikan, hoitoprosessien tehostamisen ja päätöksenteon tukemisen näkökulmasta. Työn lähtökohtana on oma kiinnostukseni tekoälyn mahdollisuuksiin terveydenhuollossa sekä halu ymmärtää paremmin sen tarjoamia hyötyjä ja haasteita. Työ pyrkii vastaamaan terveydenhuollon ajankohtaisiin tarpeisiin, kuten resurssien tehokkaampaan käyttöön ja potilasturvallisuuden parantamiseen.

Työn tavoitteena on kartoittaa ja analysoida, miten tekoälyä hyödynnetään potilashoidon optimoinnissa terveydenhuollon eri osa-alueilla. Tavoitteena on erityisesti arvioida tekoälyn käytön etuja ja haasteita sekä tuoda esiin eettisiä ja käytännön kysymyksiä, jotka liittyvät tekoälyn soveltamiseen potilastyössä. Lisäksi tavoitteena on tarjota kattava ja jäsennely kokonaiskuva tekoälyn roolista ja mahdollisuuksista terveydenhuollon nykykäytännöissä.

Työtä ohjaavina tutkimuskysymyksinä olivat seuraavat:

1. Miten tekoälyä hyödynnetään potilashoidon optimoinnissa eri terveydenhuollon osa-alueilla?
2. Mitkä ovat tekoälyn käytön suurimmat edut ja haasteet potilashoidon näkökulmasta?
3. Millaisia eettisiä ja käytännön kysymyksiä tekoälyn käyttöön liittyy potilashoidossa?

5 INTEGROIVAN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN METODOLOGIA

Torracon (2016) mukaan integroiva kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, joka yhdistää, arvioi ja tarkastelee aiempaa kirjallisuutta kokonaisvaltaisella tavalla. Se soveltuu erityisesti nopeasti kehittyviin tutkimusaiheisiin, joissa kirjallisuusmäärä kasvaa, mutta aihetta ei ole vielä tarkasteltu kattavasti. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää ristiriitaisuuksien sekä tutkimuksen ja käytännön havaintojen eroavaisuuksien tarkasteluun. Näin ollen integroiva kirjallisuuskatsaus mahdollistaa aiemman tiedon kriittisen arvioinnin ja uusien viitekehysten muodostamisen (Torraco 2016).

Tämän opinnäytetyön menetelmäksi valittiin integroiva kirjallisuuskatsaus, koska tekoälyn soveltaminen terveydenhuollossa on nopeasti kehittyvä tutkimusalue, josta julkaistaan jatkuvasti uutta tutkimustietoa. Menetelmä mahdollistaa aiempien tutkimusten analysoinnin ja synteessin siten, että voidaan tunnistaa keskeisiä etuja, haasteita ja eettisiä kysymyksiä liittyen tekoälyn rooliin potilashoidon optimoinnissa.

5.1 Kirjallisuushaut

Kirjallisuuskatsauksen lähteet haettiin systemaattisesti PubMed-, Medic- ja CINAHL-tietokannoista. Haut toteutettiin aikavälillä 1.–29. tammikuuta 2025, ja niissä käytettiin huolellisesti valittuja hakutermejä ja rajoituksia, jotta löydettiin ajankohtaisia, vertaisarvioituja tutkimuksia tekoälyn roolista potilashoidon optimoinnissa.

5.2 Hakuprosessi ja hakutulokset

Tässä luvussa esitellään hakuprosessi ja hakutulokset. Artikkelit siivilöitiin laajemmasta hakutulosjoukosta tiivistelmien perusteella. Valittujen artikkeleiden tuli olla relevantteja kirjallisuuskatsauksen aiheeseen.

PubMed-haut

1. Tekoäly terveydenhuollossa Euroopassa

- Hakusanat: (Artificial intelligence) AND (healthcare) AND (Europe)
- Rajaukset: Viimeiset 5 vuotta, Free full text, Clinical Study, Clinical Trial, Randomized Controlled Trial, Technical Report, kieli: englanti.
- Hakutulokset: 33
- Valitut artikkelit: 7

2. Tekoäly ja eettiset kysymykset Euroopassa

- Hakusanat: (Artificial intelligence) AND (healthcare) AND (ethics) AND (Europe)
- Rajaukset: Viimeiset 5 vuotta, Free full text, Clinical Study, Clinical Trial, Randomized Controlled Trial, Technical Report, kieli: englanti.
- Hakutulokset: 5
- Valitut artikkelit: 1

3. Laajempi tekoälyhaku terveydenhuollossa Euroopassa, ilman protokollia

- Hakusanat: ((Artificial intelligence) OR (machine learning) OR (deep learning)) AND (health care) AND (Europe) NOT (PROTOCOL)
- Rajaukset: Viimeiset 5 vuotta, Free full text, Clinical Study, Clinical Trial, Randomized Controlled Trial, Technical Report, kieli: englanti.
- Hakutulokset: 48
- Valitut artikkelit: 4

Medic-haut

4. Tekoäly suomenkielisessä tutkimuksessa

- Hakusanat: tekoäly OR koneoppiminen OR syväoppiminen

- Rajaukset: 2019-, kieli: suomi, vain kokotekstit, asiasanojen synonyymit käytössä, alkuperäistutkimus.
- Hakutulokset: 3
- Valitut artikkelit: 3

CINAHL-haut

5. Tekoäly, etiikka ja potilasturvallisuus terveydenhuollossa

- Hakusanat: (Artificial intelligence OR "machine learning" OR "deep learning") AND (ethics OR bias OR "patient safety") AND healthcare
- Rajaukset: Last 5 years, language: English, full-text only, research articles, peer-reviewed journals.
- Hakutulokset: 40
- Valitut artikkelit: 1

5.3 Sisäänottokriteerit

Valittujen tutkimusten tuli täyttää seuraavat kriteerit:

- Tekoälyn hyödyntäminen potilashoidon optimoinnissa, kuten diagnostiikassa, hoitosuunnitelmien laadinnassa tai kliinisessä päätöksenteossa.
- Vertaisarvioitu tutkimus tai tekninen raportti, joka esittelee uutta empiiristä dataa.
- Kliininen relevanssi, eli tutkimuksen tulee liittyä hoitoprosessien kehittämiseen ja potilaan hoidon laatuun.

5.4 Poissulkukriteerit

- Katsausartikkelit ilman uutta empiiristä dataa.
- Artikkelit, joissa tekoälyn soveltaminen ei liittynyt suoraan potilashoidon optimointiin.
- Ei-terveydenhuollon sovellukset, kuten sairaalan hallintojärjestelmät tai taloudelliset analyysit.

5.5 Sisällönanalyysin käyttö tutkimusmenetelmänä

Sisällönanalyysi on laadullisen tutkimuksen menetelmä, jonka avulla voidaan systemaattisesti analysoida kirjallista aineistoa ja tunnistaa keskeisiä teemoja ja ilmiöitä, joita perinteiset kvantitatiiviset menetelmät eivät tavoita (Tuomi & Sarajärvi 2018).

Ennen analyysin aloittamista sisällönanalyysissä tulee määrittää analyysiyksikkö, joka voi olla yksittäinen sana, lause, lausuma tai ajatuskokonaisuus, joka sisältää useita lauseita. Analyysiyksikön määrittämistä ohjaavat tutkimustehtävä ja aineiston laatu. Aineiston redusoinnissa eli pelkistämisen analysoitava informaatio eli data voi olla auki kirjoitettu haastattelu, havainnointi tai muuten kuvattu aineisto, kuten asiakirja tai dokumentti (Tuomi & Sarajärvi 2018).

Sisällönanalyysi soveltuu erinomaisesti hoitotieteelle ominaisten monimuotoisten ja herkkien ilmiöiden analysointiin. Menetelmän etuna on, että suuria määriä tekstimuotoista aineistoa ja erilaisia tekstilähteitä voidaan käsitellä ja käyttää todisteiden vahvistamisessa. Erityisesti hoitotieteellisessä tutkimuksessa sisällönanalyysi on ollut tärkeä tapa tuottaa näyttöä ilmiöistä, joissa laadullinen lähestymistapa on aiemmin ollut ainoa mahdollinen, erityisesti herkkien aiheiden kohdalla. Sisällönanalyysin haittapuolena ovat tutkimuskysymykset, jotka ovat epäselviä tai liian laajoja. Lisäksi liiallinen tutkijan tulkinta voi vaarantaa sisällönanalyysin onnistumisen. Tämä ongelma koskee kuitenkin kaikkia laadullisen analyysin menetelmiä (Elo & Kyngäs 2008).

Tässä opinnäytetyössä valittujen artikkelien laadun arvioinnissa käytettiin JBI:n (Joanna Briggs Institute) kymmenen kohdan arviointikriteerejä laadulliselle tutkimukselle. Nämä kriteerit auttavat varmistamaan, että katsaukseen sisällytetyt tutkimukset ovat korkealaatuisia ja luotettavia. Kriteerit arvioivat tutkimuksen metodologian, tulosten esittämisen ja analyysin tarkkuuden, mikä parantaa kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta ja varmistaa, että tutkimukset täyttävät vaaditut standardit (Hotus 2019).

Taulukko kirjallisuuskatsaukseen sisällytetyistä artikkeleista ja niiden arvioinneista löytyy liitteestä 1.

5.6 Opinnäytetyön luotettavuuden ja eettisyyden tarkastelu

Tutkimuksen luotettavuuden varmistamiseksi tässä opinnäytetyössä on käytetty huolellisesti valittuja menetelmiä ja arviointikriteerejä.

1. **Tutkimusmenetelmien perustelu:** Tässä opinnäytetyössä valittiin integroiva kirjallisuuskatsaus menetelmäksi, koska se mahdollistaa laajan ja kattavan tarkastelun nopeasti kehittyvällä tutkimusalueella (Torraco 2016). Kirjallisuuskatsauksessa analysoitiin ja koottiin yhteen aiempien tutkimusten tuloksia ja havaintoja, jotta saatiin kattava kuva tutkimusalueesta (Hotus 2019).
2. **Aineiston kattavuus:** Kirjallisuuskatsauksen lähteet haettiin systemaattisesti PubMed-, Medic- ja CINAHL-tietokannoista käyttämällä huolellisesti valittuja hakutermejä ja rajauksia. Hakuprosessi varmistettiin kattavaksi ja edustavaksi, jotta löydettiin ajankohtaisia ja vertaisarvioituja tutkimuksia (Hotus 2019).
3. **Arviointikriteerit:** Valittujen tutkimusten laadun arvioinnissa käytettiin JBI:n (Joanna Briggs Institute) kymmenen kohdan arviointikriteerejä laadulliselle tutkimukselle (Hotus 2019). Nämä kriteerit auttavat varmistamaan, että katsaukseen sisällytetyt tutkimukset ovat korkealaatuisia ja luotettavia. Kriteerit arvioivat tutkimuksen metodologian, tulosten esittämisen ja analyysin tarkkuuden, mikä parantaa kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta ja varmistaa, että tutkimukset täyttävät vaaditut standardit. Taulukko kirjallisuuskatsaukseen sisällytetyistä artikkeleista ja niiden arvioinneista löytyy liitteestä 1.
4. **Toistettavuus:** Tutkimuksen toistettavuuden varmistamiseksi menetelmiä ja hakuprosessia on kuvattu yksityiskohtaisesti. Tämä mahdollistaa sen, että toinen tutkija voi toistaa tutkimuksen ja päästä samoihin johtopäätöksiin käyttämällä samoja menetelmiä ja aineistoa (Hotus 2019).

Tutkimuksen eettisyys varmistettiin seuraavilla tavoilla:

1. **Tutkimuseettiset periaatteet:** Tutkimuksessa noudatettiin yleisesti hyväksytyjä tutkimuseettisiä periaatteita, kuten anonymiteetin ja

luottamuksellisuuden säilyttämistä. Kaikki käytetyt aineistot olivat julkisesti saatavilla olevia ja vertaisarvioituja tutkimuksia (Hotus 2019).

2. **Luvanvaraiset aineistot:** Tutkimuksessa käytettiin vain julkisesti saatavilla olevia aineistoja, joten erillisiä lupia ei tarvittu. Tekijänoikeudet ja muut lakisääteiset vaatimukset otettiin huomioon aineistoa käytettäessä (Hotus 2019).
3. **Eettiset arviointimenetelmät:** Tutkimuksessa hyödynnettiin JBI:n eettisiä kriteerejä ja arviointimenetelmiä, jotka auttoivat varmistamaan tutkimuksen eettisyyden ja luotettavuuden (Hotus 2019).

6 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET

Tämän kirjallisuuskatsauksen tuloksena analysoitiin tekoälyn roolia potilashoidon optimoinnissa, erityisesti sen vaikutuksia diagnostiikkaan, hoitoprosessien tehostamiseen, eettisiin ja käytännön kysymyksiin sekä tekoälyn hyödyntämisen haasteisiin ja mahdollisuuksiin. Tulokset perustuvat aiemmissa tutkimuksissa havaittuihin hyötyihin, rajoituksiin ja käytännön kokemuksiin tekoälyn soveltamisesta terveydenhuollossa. Lisäksi tarkasteltiin tekoälyn käyttöönottoon liittyviä eettisiä näkökulmia ja kliinisen käytännön vaatimuksia sekä arvioitiin, miten tekoäly voi tukea päätöksentekoa ja resurssien kohdentamista terveydenhuollon eri osa-alueilla.

6.1 Keskeiset havainnot

Kirjallisuuskatsauksessa havaittiin, että tekoäly tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia terveydenhuollon kehittämiseen. Diagnostiikan osalta tekoälyn on todettu parantavan tarkkuutta ja nopeuttavan päätöksentekoa. Esimerkiksi tekoälyjärjestelmät voivat tunnistaa kliinisesti merkittäviä sairauksia yhtä tarkasti kuin radiologit tai joissakin tapauksissa jopa ylittää heidän tarkkuutensa. Lisäksi tekoälyn hyödyntäminen hoitoprosessien tehostamisessa ilmenee resurssien kohdentamisen parantumisenä, tarpeettomien toimenpiteiden välttämisenä ja potilasturvallisuuden lisääntymisenä. Toisaalta tekoälyn käyttöön liittyy myös haasteita, kuten algoritmien luotettavuuden ja läpinäkyvyyden varmistaminen, tiedon laadun ja standardoinnin haasteet sekä tekoälyjärjestelmien integrointi kliiniseen ympäristöön. Nämä seikat korostavat tekoälyn eettisten ja teknisten kysymysten merkitystä sen käyttöönoton onnistumisessa.

6.2 Tekoälyn rooli potilashoidon optimoinnissa

Tekoälyn käyttö terveydenhuollossa on kehittynyt merkittävästi viime vuosina, ja sen sovellukset kattavat yhä laajempia osa-alueita potilashoidossa. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tekoälyä hyödynnetään erityisesti diagnostiikan

tarkkuuden parantamiseen, hoitoprosessien optimointiin, resurssien tehokkaampaan kohdentamiseen ja yksilöllisten hoitopäätösten tukemiseen.

Tekoälyä hyödynnetään erityisesti kliinisten löydösten tunnistamiseen ja kuvantamisanalyysiin. Sen avulla voidaan parantaa diagnostiikan tarkkuutta ja nopeuttaa diagnoosien tekemistä. Esimerkiksi syöpäseulonnoissa tekoälyn ja radiologin yhdistetty seulontamalli on saavuttanut yhtä hyvät tulokset kuin kahden radiologin tekemä kaksoislukeminen, mikä tukee tekoälyn hyödyntämistä diagnostisena tukena (Dembrower ym. 2023). Sydänsairauksien tunnistamisessa tekoälypohjaiset algoritmit ovat mahdollistaneet sydämen vajaatoiminnan seulonnan pelkäämään yhden johdon EKG:llä, mikä voi nopeuttaa diagnoosia ja vähentää kalliiden lisätutkimusten tarvetta (Bachtiger ym. 2022).

Hoitoprosessien optimoinnissa tekoäly tukee päätöksentekoa, hoitopolkujen suunnittelua ja hoidon kohdentamista. Tekoäly mahdollistaa korkean riskin potilaiden tunnistamisen, mikä voi auttaa kohdentamaan hoitoa tarkemmin. Tämä voi vähentää komplikaatioita, tehostaa resurssien käyttöä ja vähentää tarpeettomia sairaalakäyntejä (Lisspers ym. 2021; Haavisto ym. 2023).

Resurssien hallinnan näkökulmasta tekoäly voi ennakoida terveydenhuollon kuormitusta ja kohdentaa hoitoresursseja tehokkaammin. Esimerkiksi kuvantamistutkimuksissa tekoälyn on todettu vähentävän radiologien työkuormaa analysoimalla kuvantamislöydöksiä ja priorisoimalla kiireellisiä tutkimuksia (McSweeney ym. 2023). Lisäksi tekoälypohjaiset mallit ovat lyhentäneet MRI-kuvantamisen kestoa ilman, että kuvanlaatu heikkenee, mikä voi nopeuttaa diagnostisia prosesseja ja parantaa kuvantamisen saavutettavuutta (Rastogi ym. 2024).

Lisäksi tekoälyllä on keskeinen rooli yksilöllisten hoitopäätösten tukemisessa, esimerkiksi syöpäpotilaiden hoitovasteen ennustamisessa ja bariatristen potilaiden painonpudotusennusteissa, jotka voivat auttaa hoitohenkilökuntaa kohdentamaan interventioita tarkemmin (Saux ym. 2023; Tzelves ym. 2022).

6.2.1 Tekoälyn hyödyntäminen diagnostiikassa

Tekoälyllä on merkittävä rooli diagnostiikan tarkkuuden parantamisessa ja kliinisten päätösten tukemisessa. Sen avulla voidaan tunnistaa sairauksia aiempaa varhaisemmassa vaiheessa, vähentää virhediagnooseja ja optimoida resurssien käyttöä. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tekoäly on osoittanut hyötynsä erityisesti syöpädiagnostiikassa, tuki- ja liikuntaelimestön sairauksien kuvantamisessa, sydänsairauksien tunnistamisessa ja neurologisten oireiden arvioinnissa.

Syöpädiagnostiikassa tekoälyn käyttö on edistänyt kuvantamisanalyysin tarkkuutta. Eturauhassyövän tunnistamisessa tekoäly havaitsi kliinisesti merkittävän syövän tarkemmin kuin radiologit MRI-kuvista ja pystyi tunnistamaan 6,8 % enemmän kliinisesti merkittäviä syöpiä samalla tarkkuustasolla (Saha ym. 2024).

Tekoäly tukee radiologeja mammografiatutkimuksissa ja voi parantaa seulontaprosessien tehokkuutta. Ruotsalaisessa prospektiivisessä tutkimuksessa havaittiin, että tekoälyn ja yhden radiologin tekemä mammografian lukeminen tuotti yhtä hyviä tuloksia kuin kahden radiologin tekemä kaksoislukeminen, mikä osoittaa, että tekoäly voi tehostaa seulontaprosesseja ja vähentää radiologien työkuormaa (Dembrower ym. 2023).

Tuki- ja liikuntaelimestön diagnostiikassa SpineNet-syväoppimismalli mahdollisti lannerangan välilevyrappeuman (DD) luokittelun automaattisesti MRI-kuvista, mikä vähentää radiologien manuaalista työtaakkaa ja lisää diagnoosien yhdenmukaisuutta (McSweeney ym. 2023).

Sydänsairauksien diagnostiikassa tekoäly on osoittanut hyödyllisyytensä erityisesti sydämen vajaatoiminnan seulonnassa. EKG-yhteensopivaan stetoskooppiin yhdistetty algoritmi pystyi havaitsemaan sydämen vajaatoiminnan pelkästään yhden johdon EKG:llä, mikä voi mahdollistaa varhaisen diagnoosin ilman kalliita lisätutkimuksia (Bachtiger ym. 2022).

6.2.2 Tekoäly ennakoivassa analytiikassa

Tekoälyllä on merkittävä potentiaali sairauksien ennustamisessa ja riskiryhmien tunnistamisessa, mikä mahdollistaa varhaisemman puuttumisen, ennaltaehkäisevän hoidon suunnittelun ja resurssien kohdentamisen. Ennakoiva analytiikka voi parantaa hoitopäätösten tarkkuutta, vähentää tarpeettomia sairaalakäyntejä ja parantaa potilaiden ennusteita tunnistamalla riskitekijöitä ajoissa (Lisspers ym. 2021; Haavisto ym. 2023; Laatikainen ym. 2022).

Astmapotilaiden hoidossa tekoälypohjaiset algoritmit ovat tunnistaneet pahenemisvaiheiden riskitekijöitä, kuten aiemmat pahenemisvaiheet ja astmaan liittyvän terveydenhuollon käytön. Tämä voi auttaa yksilöllisten hoitosuunnitelmien kehittämisessä ja vähentää akuuttien sairaalahoitojen tarvetta (Lisspers ym. 2021).

Mielenterveysdiagnoosien ennustamisessa tekoäly on mahdollistanut korkean riskin potilaiden tunnistamisen työterveyskyselyiden perusteella, mikä voi auttaa kohdentamaan ennaltaehkäiseviä toimia ja vähentämään hoidon viivästymistä (Haavisto ym. 2023).

Farmakologisen tiedon analysoinnissa tekoälyä hyödynnetään luonnollisen kielen käsittelyn (NLP) avulla, mikä mahdollistaa lääkehoitoihin liittyvän rakenteelloman tiedon analysoinnin ja luokittelun ATC-koodien mukaisesti. Tämä voi parantaa lääketieteellisen tiedon saatavuutta ja hyödynnettävyyttä sekä tukea lääkkeiden tehokkuuden ja turvallisuuden arviointia kliinisessä päätöksenteossa (Laatikainen ym. 2022).

6.2.3 Tekoälyn hyödyntäminen kuvantamisessa

Tekoäly nopeuttaa radiologisten kuvien tulkintaa ja vähentää radiologien työkuormaa. Sen avulla löydösten yhdenmukaisuus voi parantua (Dembrower ym. 2023; McSweeney ym. 2023; Rastogi ym. 2024).

Mammografiassa tekoälyn ja yhden radiologin tekemä seulonta on tuottanut yhtä tarkkoja tuloksia kuin kahden radiologin kaksoislukeminen, mikä tukee sen käyttöä seulontaprosessien tehostamisessa (Dembrower ym. 2023).

Tuki- ja liikuntaelimestön kuvantamisessa SpineNet-malli mahdollisti diagnoosin automatisoinnin, mikä vähensi radiologien työkuormaa ja lisäsi tulosten objektiivisuutta (McSweeney ym. 2023).

6.2.4 Tekoäly yksilöllisten hoitopäätösten tukena

Tekoälyä hyödynnetään kliinisen päätöksenteon tukena ja yksilöllisten hoitosuunnitelmien laatimisessa, mikä mahdollistaa hoidon personoinnin ja vaikuttavuuden parantamisen (Saux ym. 2023; Tzelves ym. 2022). Sen avulla voidaan tunnistaa potilaskohtaisia riskejä, mukauttaa hoitointerventioita ja kohdentaa resursseja tehokkaammin.

Bariatrisen leikkauksen jälkeen tekoäly voi ennustaa yksilöllisiä painonpudotuskäyriä, mikä auttaa tunnistamaan ne potilaat, joiden painonpudotus poikkeaa ennustetusta ja jotka hyötyisivät oikea-aikaisista interventioista (Saux ym. 2023). Tämä voi auttaa lääkäreitä räätälöimään tukea niille potilaille, jotka hyötyvät lisäohjauksesta tai elämäntapamuutosten tarkemmasta seurannasta.

Syöpäpotilaiden hoidossa tekoäly voi tukea kuntoutussuunnitelmien räätälöintiä ja hoitoprosessien optimointia. ASCAPE-projektissa kehitetty tekoälymalli tarjosi yksilöllisiä ennusteita ja suosituksia lääkäreille, mikä auttoi tunnistamaan potilaiden erityistarpeita ja mukauttamaan hoitoa niiden perusteella (Tzelves ym. 2022). Tämä voi edistää syöpäpotilaiden kokonaisvaltaista kuntoutusta ja parantaa hoidon laatua.

6.2.5 Johtopäätökset tekoälyn hyödyntämisestä potilashoidossa

Tekoälyä hyödynnetään potilashoidon optimoinnissa erityisesti diagnostiikan tarkkuuden parantamiseen, hoitoprosessien tehostamiseen, ennakoivaan analytiikkaan ja yksilöllisten hoitopäätösten tukemiseen. Diagnostiikassa tekoäly voi

nopeuttaa syöpäseulontoja, kuvantamistutkimuksia ja sydänsairauksien tunnistamista sekä vähentää virhediagnooseja. Hoitoprosesseissa sen avulla voidaan tukea päätöksentekoa, parantaa resurssien kohdentamista ja vähentää tarpeettomia toimenpiteitä.

Ennakoivassa analytiikassa tekoäly auttaa tunnistamaan riskiryhmiä ja ennustamaan sairauksien etenemistä, mikä mahdollistaa varhaisemmat toimenpiteet. Tätä hyödynnetään esimerkiksi astmapotilaiden pahenemisvaiheiden ja mielen-terveysdiagnoosien ennakoinnissa. Yksilöllisten hoitopäätösten tukemisessa tekoäly voi auttaa räätälöimään hoitosuunnitelmia, kuten bariatristen potilaiden painonhallintaa tai syöpäpotilaiden kuntoutusta.

Tekoälyn avulla voidaan vähentää manuaalista työtaakkaa, nopeuttaa diagnooseja ja kohdentaa resursseja tehokkaammin, mikä tukee potilashoidon vaikuttavuutta ja turvallisuutta.

6.3 Tekoälyn käytön edut ja haasteet potilashoidossa

Tekoälyn hyödyntäminen potilashoidossa tarjoaa merkittäviä etuja, mutta sen käyttöönottoon liittyy myös haasteita. Kirjallisuuskatsauksen perusteella keskeisiä hyötyjä ovat diagnostiikan tarkkuuden parantaminen, hoitoprosessien tehostaminen, resurssien kohdentaminen ja päätöksenteon tukeminen. Samalla tekoälyn käyttöön liittyy haasteita, kuten algoritmien luotettavuus, päätöksenteon läpinäkyvyys, tietosuoja sekä kliiniseen käyttöön liittyvät tekniset ja toiminnalliset rajoitteet.

6.3.1 Diagnostiikan tarkkuuden parantaminen

Tekoäly on osoittanut potentiaalia diagnostiikan tarkkuuden parantamisessa ja virheellisten diagnoosien vähentämisessä. Esimerkiksi eturauhassyövän tunnistuksessa tekoäly havaitsi kliinisesti merkittäviä syöpiä tarkemmin kuin radiologit MRI-kuvista ja pystyi tunnistamaan 6,8 % enemmän kliinisesti merkittäviä syöpiä samalla tarkkuustasolla (Saha ym. 2024). Tämä viittaa siihen, että tekoäly voi

parantaa syöpädiagnostiikan tarkkuutta, mikä voi vähentää virhediagnooseja ja tukea hoidon suunnittelua.

Mammografiatutkimuksissa on havaittu, että tekoälyn ja yhden radiologin yhdistelmä saavuttaa seulonnassa yhtä hyvät tulokset kuin kahden radiologin tekemä kaksoislukeminen. Tämä osoittaa, että tekoäly voi tukea radiologeja ja nopeuttaa seulontaprosesseja ilman, että tarkkuus heikkenee (Dembrower ym. 2023).

Sydämen vajaatoiminnan diagnostiikassa tekoäly on osoittautunut hyödylliseksi erityisesti perusterveydenhuollossa. Tekoälypohjainen algoritmi pystyi tunnistamaan sydämen vajaatoiminnan (LVEF ≤ 40 %) pelkästään yhden johdon EKG:llä, joka tallennettiin EKG-yhteensopivalla stetoskoopilla (Bachtiger ym. 2022). Tämä voi mahdollistaa nopeamman ja saavutettavamman diagnostiikan ilman kalliita lisätutkimuksia ja parantaa hoidon ennustettavuutta.

Mielenterveysdiagnoosien ennustamisessa tekoälyä voidaan hyödyntää riskiryhmien tunnistamiseen. XGBoost-algoritmi mahdollisti korkean riskin henkilöiden tunnistamisen työterveyskyselyiden perusteella, mikä voi auttaa kohdentamaan ennaltaehkäiseviä toimia ja vähentämään hoidon viivettä (Haavisto ym. 2023).

Myös diabeettisen retinopatian ja makulaturvotuksen diagnostiikassa syväoppivat tekoälymallit ovat osoittaneet potentiaalinsa. Ne voivat tuottaa tarkkoja luokituksia jo pienistä laadukkaista kuva-aineistoista, mikä voi nopeuttaa diagnostiikkaa ja vähentää inhimillisiä virheitä ((Sahlsten, Jaskari, Kaski & Hietala 2020).

6.3.2 Hoitoprosessien tehostaminen

Tekoälyllä voi olla merkittävä rooli hoitoprosessien tehostamisessa, sillä sen avulla voidaan analysoida tietoa nopeammin ja tarkemmin, automatisoida manuaalisia työvaiheita ja vähentää hoitohenkilökunnan työkuormaa. Ennakoivan analytiikan avulla voidaan myös tunnistaa potilaita, jotka saattavat hyötyä varhaisista hoitotoimenpiteistä, mikä voi parantaa hoidon oikea-aikaisuutta ja vaikuttavuutta.

Esimerkiksi eturauhassyövän diagnostiikassa tekoälyn avulla voitiin vähentää virheellisiä positiivisia löydöksiä 50,4 %, mikä vähentää tarpeettomia jatkotutkimuksia ja toimenpiteitä (Saha ym. 2024). Tämä voi sujuvoittaa hoitopolkuja ja vähentää potilaiden tarpeetonta kuormitusta.

Sydämen vajaatoiminnan seulontaan kehitetty tekoälypohjainen ECG-analyysi yhdistettynä stetoskooppiin mahdollisti nopeamman ja kustannustehokkaamman diagnostiikan ilman kalliita kuvantamistutkimuksia (Bachtiger ym. 2022). Tämä voi helpottaa perusterveydenhuollon työkuormaa ja nopeuttaa hoitoon pääsyä.

Tekoäly voi myös edistää hoitoprosessien yksilöllisyyttä. Bariatrisen leikkauksen jälkeisen painonpudotuksen ennustamiseen kehitetty tekoälymalli mahdollisti oikea-aikaiset interventiot potilaille, joiden painonpudotus poikkesi ennustetusta (Saux ym. 2023). Tällaiset tekoälymallit voivat auttaa optimoimaan hoitoa ja vähentämään pitkän aikavälin komplikaatioita.

Astmapotilaiden pahenemisvaiheiden ennakointiin kehitetty koneoppimisalgoritmi tunnisti keskeisiä riskitekijöitä, kuten aiemmat pahenemisvaiheet ja astmaan liittyvän terveydenhuollon käytön, mikä voi tukea yksilöllisten hoitosuunnitelmien kehittämistä (Lisspers ym. 2021). Samoin mielenterveysdiagnoosien ennustamiseen kehitetty algoritmi mahdollisti riskiryhmiin kuuluvien henkilöiden tunnistamisen jo ennen oireiden ilmaantumista, mikä voi tukea ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ja resurssien kohdentamista (Haavisto ym. 2023).

6.3.3 Potilasturvallisuuden ja hoidon laadun parantaminen

Tekoäly voi edistää potilasturvallisuutta vähentämällä inhimillisiä virheitä ja tuemalla kliinistä päätöksentekoa. Diagnostiikan ja hoidon tarkkuuden parantuminen voi vähentää hoitovirheitä ja parantaa hoitotuloksia. Esimerkiksi eturauhassyövän tunnistuksessa tekoäly havaitsi kliinisesti merkittäviä syöpiä tarkemmin kuin radiologit MRI-kuvista, mikä voi vähentää virheellisiä diagnooseja ja tarpeettomia toimenpiteitä (Saha ym. 2024). Mammografiassa tekoälyn ja yhden radiologin tekemä seulonta tuotti yhtä tarkkoja tuloksia kuin kahden radiologin kaksoislukeminen, mikä voi vähentää diagnostiikan inhimillisiä virheitä ja nopeuttaa seulontaprosesseja (Dembrower ym. 2023).

Tekoälyjärjestelmät voivat myös auttaa kohdentamaan hoitotoimenpiteitä tarkemmin niille potilaille, jotka niistä eniten hyötyvät, mikä voi parantaa hoidon vaikuttavuutta. Esimerkiksi sydämen vajaatoiminnan tunnistamiseen kehitetty tekoälyalgoritmi mahdollisti varhaisemman diagnoosin yksinkertaisen EKG-tallenteen perusteella, mikä voi lyhentää viiveitä hoitoon pääsyssä (Bachtiger ym. 2022). Vastaavasti bariatrisen leikkauksen jälkeisen painonpudotuksen ennustamiseen kehitetty tekoälymalli tukee yksilöllistä hoitoa ja voi auttaa ajoittamaan interventiot oikea-aikaisesti (Saux ym. 2023).

Tekoälyä on hyödynnetty myös mielenterveysdiagnoosien ennustamisessa, minkä avulla voidaan tunnistaa riskiryhmään kuuluvat henkilöt aiemmin ja kohdentaa tukitoimia tehokkaammin (Haavisto ym. 2023). Tämä voi vähentää hoidon viivästymistä ja lisätä hoidon saatavuutta ennaltaehkäisevien toimenpiteiden avulla.

Lisäksi tekoälyä on sovellettu vastasyntyneiden kouristusten tunnistamisessa. ANSeR-algoritmi (Algorithm for Neonatal Seizure Recognition) paransi kouristus-
hetkien tunnistamista, vaikka sen ei havaittu lisäävän yksittäisten kouristusten tunnistustarkkuutta perinteiseen EEG:hen verrattuna. Tämä voi kuitenkin olla hyödyllistä erityisesti sairaaloissa, joissa EEG-tulkintaosaaminen on rajallista, sillä algoritmi voi auttaa vähentämään väärintulkintoja ja nopeuttamaan kouristusten varhaista tunnistamista (Pavel ym. 2020).

6.3.4 Tekoälyn vaikutus resurssien hallintaan ja hoidon kustannustehokkuuteen

Tekoälyn hyödyntäminen voi tehostaa resurssien kohdentamista esimerkiksi vähentämällä tarpeettomia tutkimuksia ja nopeuttamalla potilaiden läpimenoaikaa hoitoprosesseissa. Tämä voi vähentää terveydenhuollon kustannuksia ja vapauttaa resursseja muihin kriittisiin tarpeisiin. Lisäksi tekoälypohjaisten järjestelmien avoin kehittäminen ja julkisen tutkimusdatan hyödyntäminen voivat edistää innovaatioiden leviämistä ja nopeuttaa uusien tekoälyratkaisujen käyttöönottoa terveydenhuollossa (Saha ym. 2024).

Tekoälyn käyttö voi myös parantaa potilaiden hoitokokemusta tukemalla hoitoprosessien sujuvuutta ja mahdollistamalla yksilöllisemmän hoidon. Esimerkiksi eturauhassyövän diagnostiikassa tekoälyn hyödyntäminen vähensi tarpeettomien biopsioiden määrää, mikä voi pienentää potilaille aiheutuvaa fyysistä rasitusta, ahdistusta ja infektioriskiä (Saha ym. 2024). Samoin ASCAPE-projektissa kehitetty tekoälymalli ennusti syöpäpotilaiden elämänlaatuun vaikuttavia tekijöitä ja suositteli yksilöllisiä hoitointerventioita, mikä voi parantaa potilaiden hyvinvointia ja hoidon vaikuttavuutta (Tzelves ym. 2022).

6.3.5 Tekoälyn käytön haasteet potilashoidossa

Tekoälyn käyttöönotto terveydenhuollossa tuo mukanaan useita haasteita, jotka liittyvät algoritmien luotettavuuteen, tietosuojaan, kliiniseen integraatioon sekä tekoälyn kohdistuvaan luottamukseen.

Tekoälymallien suorituskyky voi vaihdella eri sairaaloiden ja väestöryhmien välillä, mikä voi vaikuttaa diagnostiikan tarkkuuteen. Syväoppimiseen perustuvat mallit saattavat tunnistaa kuvantamisaineistosta piirteitä, joilla ei välttämättä ole kliinistä merkitystä, mikä voi johtaa virheellisiin diagnooseihin (Sahlsten ym. 2020). Lisäksi tekoälyjärjestelmien toimintavarmuus voi heikentyä, jos niitä käytetään ympäristöissä, joihin niitä ei ole alun perin koulutettu, mikä korostaa monipuolisen koulutusdatan merkitystä (Rockenschaub ym. 2024).

Tekoälyn hyödyntäminen perustuu laajoihin tietoaineistoihin, mikä asettaa haasteita tietosuojan ja tietoturvan näkökulmasta. Potilastietojen käsittelyssä on noudatettava lainsäädäntöä, kuten GDPR:ää, mikä voi rajoittaa tekoälyn kehittämistä ja käyttöä (Tzelves ym. 2022). Lisäksi potilastietojen yhdistäminen eri järjestelmistä on usein teknisesti haastavaa, mikä voi hidastaa tekoälypohjaisten ratkaisujen käyttöönottoa laajemmin (Laatikainen ym. 2022).

Tekoälyn integroiminen osaksi terveydenhuollon käytäntöjä edellyttää järjestelmätason muutoksia sekä ammattilaisten koulutusta. Esimerkiksi MRI-tutkimusten nopeuttamisessa tekoälyn hyödyntäminen vaatii algoritmien liittämistä osaksi kuvantamisjärjestelmiä, mikä voi olla teknisesti monimutkaista ja edellyttää yhteensopivuutta olemassa olevien järjestelmien kanssa (Rastogi ym. 2024).

Potilaiden ja terveydenhuollon ammattilaisten luottamus tekoälyyn on keskeinen tekijä sen laajamittaisessa käyttöönotossa. Satunnaistetussa kyselytutkimuksessa havaittiin, että tieto tekoälypohjaisten kliinisten päätöksentekojärjestelmien käytöstä lisäsi potilaiden luottamusta, mutta samalla päätöksenteon läpinäkyvyys on edelleen merkittävä haaste, joka voi vaikuttaa tekoälyn hyväksyttävyyteen (Perfalk, Bernstorff, Danielsen & Østergaard 2024).

6.3.6 Johtopäätökset tekoälyn vaikutuksista potilashoitoon

Tekoäly voi parantaa diagnostiikan tarkkuutta, nopeuttaa hoitoprosesseja ja auttaa terveydenhuollon resurssien kohdentamisessa. Erityisesti syöpädiagnostiikassa ja sydämen vajaatoiminnan seulonnassa se on osoittanut potentiaaliaan vähentämällä turhia toimenpiteitä ja mahdollistamalla sairauden varhaisemman tunnistamisen. Lisäksi automaatio ja ennakoiva analytiikka voivat tehostaa hoitopolkuja ja vähentää tarpeettomia tutkimuksia.

Tekoälyn käyttöönottoon liittyy kuitenkin haasteita. Algoritmien yleistettävyys vaihtelee eri ympäristöissä, mikä voi vaikuttaa niiden luotettavuuteen kliinisessä käytössä. Lisäksi päätöksenteon läpinäkyvyys on keskeinen haaste, sillä tekoälyn tekemät ratkaisut on voitava perustella terveydenhuollon ammattilaisille ja potilaille.

Tietosuoja ja tietoturva ovat kriittisiä tekijöitä, sillä potilastietojen käyttö tekoälymalleissa vaatii tarkkaa sääntelyä ja tietojärjestelmien yhteensopivuutta. Lisäksi tekoälyn tehokas hyödyntäminen edellyttää terveydenhuollon ammattilaisten koulutusta, jotta se voi toimia päätöksenteon tukena, ei sen korvaajana.

Vaikka tekoäly voi nopeuttaa hoitoprosesseja ja vähentää inhimillisiä virheitä, sen käyttöönotto vaatii huolellista suunnittelua ja jatkuvaa kehittämistä, jotta se voidaan integroida osaksi turvallista ja luotettavaa kliinistä päätöksentekoa.

6.4 Eettiset ja käytännön näkökulmat tekoälyn hyödyntämisessä terveydenhuollossa

Tekoälyn käyttö terveydenhuollossa edellyttää luotettavuutta, läpinäkyvyyttä ja eettisten periaatteiden noudattamista. Sen käyttöönotossa on ratkaistava haasteita, kuten päätöksenteon selitettävyys, tietosuoja, algoritmien yleistettävyys sekä kaupallisten toimijoiden vaikutus terveydenhuollon toimintaperiaatteisiin.

6.4.1 Avoimuus ja tutkimustulosten toistettavuus

Tekoälyn läpinäkyvyys ja sen laajamittainen käyttöönotto edellyttävät algoritmien avoimuutta ja tutkimustulosten toistettavuutta. Esimerkiksi tekoälypohjaisen eturauhassyövän tunnistusjärjestelmän lähdekoodin ja koulutusdatan avoin julkaisu mahdollisti algoritmien vertailun ja edisti alan yhteistyötä (Saha ym. 2024). Vastaavasti neuro-onkologiassa kehitetyt avoimen lähdekoodin mallit voivat toimia esimerkkeinä, mutta ne tuovat mukanaan standardoinnin ja tietosuojan haasteita (Rastogi ym. 2024).

6.4.2 Päätöksenteon selitettävyys ja luottamus

Tekoälyn hyväksyttävyyden kannalta sen päätöksenteon on oltava ymmärrettävää sekä potilaille että terveydenhuollon ammattilaisille. Psykiatrisessa hoidossa toteutetun kyselytutkimuksen mukaan koneoppimismallien käyttö voi lisätä potilaiden luottamusta, mutta vain, jos päätökset ovat perusteltavissa (Perfalk ym. 2024). Jotta tekoälyn käyttö olisi eettisesti kestävä, potilaiden ja ammattilaisten on saatava riittävä perehdytys sen toimintaperiaatteisiin.

6.4.3 Tietosuoja ja integrointi terveydenhuollon järjestelmiin

Tekoäly edellyttää suurten tietomäärien käsittelyä, mikä asettaa haasteita tietosuojan ja tietoturvan kannalta. GDPR:n noudattaminen on välttämätöntä, mutta tietojen yhdistäminen eri sairaaloiden järjestelmistä vaatii standardoituja menetelmiä, kuten HL7 FHIR- ja SNOMED CT -koodausta (Tzelvels ym. 2022). Tietojen

harmonisointi ja järjestelmien yhteensopivuus ovat kriittisiä tekoälyn tehokkaan hyödyntämisen kannalta.

6.4.4 Algoritmien yleistettävyys ja luotettavuus

Tekoälymallien suorituskyky voi vaihdella ympäristöstä toiseen, mikä voi heikentää niiden kliinistä käyttökelpoisuutta. Esimerkiksi retrospektiivisessä tutkimuksessa havaittiin, että tekoälymallien tarkkuus heikkeni, kun niitä sovellettiin eri sairaaloissa kuin missä ne oli koulutettu (Rockenschaub ym. 2024). Tämä korostaa monimuotoisen koulutusdatan merkitystä ja yleistettävyyden varmistamista ennen tekoälyn laajamittaista käyttöönottoa.

6.4.5 Kaupalliset intressit ja eettiset haasteet

Tekoälyjärjestelmien kehitys on usein kaupallisten toimijoiden ohjaamaa, mikä voi vaikuttaa terveydenhuollon eettisiin periaatteisiin. Tutkimuksessa korostettiin, että tekoälyn arvioinnissa tulisi kliinisen tehokkuuden lisäksi ottaa huomioon myös sen sosiaaliset, oikeudelliset ja taloudelliset vaikutukset (Rogers, Draper & Carter 2021). Läpinäkyvyyden puute voi heikentää sekä potilaiden että ammattilaisten luottamusta järjestelmiin.

6.4.6 Johtopäätökset eettisistä ja käytännön näkökulmista

Tekoälyn käyttöönotto terveydenhuollossa tarjoaa monia hyötyjä, mutta sen eettiset ja käytännön haasteet vaativat huolellista tarkastelua. Algoritmien yleistettävyys, tietosuoja ja päätöksenteon läpinäkyvyys ovat keskeisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat tekoälyn luotettavuuteen ja käyttökelpoisuuteen.

Jotta tekoäly voi toimia turvallisesti kliinisessä päätöksenteossa, sen kehityksessä on panostettava avoimuuteen, standardointiin ja monialaiseen yhteistyöhön. Potilasturvallisuuden varmistamiseksi tekoälyjärjestelmien on oltava läpinäkyviä, oikeudenmukaisia ja terveydenhuollon eettisten periaatteiden mukaisia.

7 POHDINTA

Terveysthuollon haasteet ovat viime vuosina kasvaneet, eikä tilanne näytä helpottuvan. Väestö ikääntyy, hoitomenetelmät kehittyvät ja palveluiden tarve kasvaa, mutta samalla resurssit ovat rajalliset. Henkilöstöpula, hoitojonojen piteneminen ja kustannusten kasvu luovat paineita, joihin tarvitaan uusia ratkaisuja. Tekoäly tarjoaa yhden konkreettisen keinon terveydenhuollon tehostamiseen, mutta sen vaikutukset riippuvat pitkälti siitä, miten sitä käytetään.

Tekoälyllä on jo nyt tutkimuksissa todettuja hyötyjä diagnostiikassa, hoitoprosessien optimoinnissa ja resurssienhallinnassa. Sen avulla voidaan tunnistaa sairauksia tarkasti, nopeuttaa hoitoketjuja ja kohdentaa resursseja tehokkaammin. Samalla on kuitenkin selvää, että tekoälyn hyödyntäminen ei ratkaise kaikkia terveydenhuollon ongelmia, sillä se ei lisää henkilöstöä eikä se voi täysin poistaa hoitoon pääsyn esteitä. Tekoäly ei ole itsenäinen ratkaisu, vaan se on työkalu, joka voi parantaa järjestelmää, mutta ei korvata sen perusrakenteita.

Tekoäly nopeuttaa hoitoprosesseja ja tekee päätöksenteosta sujuvampaa, mutta mitä tapahtuu hoidon inhimilliselle puolelle? Hoito ei ole pelkkä prosessi, vaan myös vuorovaikutusta ja luottamusta. Tekoäly voi analysoida potilastietoja ja tehdä suosituksia, mutta se ei ymmärrä tunteita eikä voi tarjota empatiaa. Lisäksi on tärkeää varmistaa, että tekoälyjärjestelmien algoritmit ovat läpinäkyviä ja potilastietojen tietoturva on taattu, jotta potilaiden luottamus säilyy.

On mahdollista, että jos tekoälyä aletaan hyödyntää liian laajasti ilman selkeää rajausta, se voi etäännyttää hoitohenkilökuntaa potilaista. Esimerkiksi jos järjestelmät alkavat hallita hoitopäätöksiä liian itsenäisesti, voi syntyä tilanne, jossa hoito muuttuu liiaksi järjestelmäkeskeiseksi ja potilas jää numeeristen arvojen taustalle.

Toisaalta tekoälyllä on mahdollisuus vapauttaa hoitohenkilökunnan aikaa nimenomaan potilastyöhön, kun rutiinityöt, kirjaaminen ja tiedonhaku automatisoituvat. Tämä voisi tarkoittaa sitä, että ammattilaisilla on enemmän aikaa keskittyä potilaan kohtaamiseen, mikä voi parantaa hoitokokemusta ja lisätä

potilastyytyväisyyttä. Tekoäly ei siis itsessään etäännyttä hoitoa, mutta sen käytön suunta ja painotus vaikuttavat siihen, millainen vaikutus sillä lopulta on.

Vaikka tekoälyn hyödyt ovat selvät, sen käyttöönotto ei ole yksinkertaista. Terveysthuolto on monimutkainen ja säädelty ympäristö, jossa uusien teknologioiden integrointi vaatii aikaa. Tekoälyn käyttöönottoon liittyy myös organisatorisia ja kulttuurisia haasteita. Vakiintuneet toimintamallit voivat hidastaa uusien työkalujen käyttöönottoa, jos teknologiaa pidetään liian monimutkaisena tai sen hyödyt eivät ole heti nähtävissä. Tekoälyn hyödyntäminen edellyttää myös hoitohenkilökunnan jatkuvaa koulutusta, jotta uudet työkalut integroituvat saumattomasti osaksi arkipäivän hoitotyötä.

On ymmärrettävää, että uuteen teknologiaan liittyy varauksellisuutta. Hoitotyössä muutokset vaikuttavat suoraan potilasturvallisuuteen, joten uuden teknologian integroiminen vaatii huolellista arviointia ja vaiheittaista käyttöönottoa. Samalla on tärkeää, että tekoälyratkaisujen kehittäjät ymmärtävät terveydenhuollon erityispiirteet ja suunnittelevat järjestelmät käyttäjälähtöisesti.

Tekoäly voi auttaa optimoimaan terveydenhuollon resursseja ja tukemaan päätöksentekoa tilanteissa, joissa hoitokapasiteetti on rajallinen. Sen avulla voidaan esimerkiksi priorisoida potilaita hoidon kiireellisyyden perusteella, ennustaa terveysriskejä ja vähentää turhia tutkimuksia.

Samalla tekoäly ei ole ratkaisu henkilöstöpulaan, eikä se voi täysin poistaa terveydenhuollon haasteita. Teknologian hyödyntäminen ei vähennä hoidon tarvetta, vaan se voi muuttaa tapaa, jolla hoitotyötä tehdään. Jos tekoälyä käytetään järkevästi, se voi helpottaa työkuormaa ja parantaa hoidon saatavuutta. Jos taas sen käyttöönotto tehdään huolimattomasti tai se nähdään ensisijaisesti kustannusten säästökeinona, sen hyödyt voivat jäädä vajaiksi.

Tekoäly ei ole täydellinen ratkaisu terveydenhuollon haasteisiin, mutta sen merkitys kasvaa jatkuvasti. Sen avulla voidaan jo nyt tehdä tarkempia diagnooseja, nopeuttaa hoitoketjuja ja parantaa resurssien kohdentamista. Sen roolia päätöksenteossa ja hoitotyössä on kuitenkin seurattava kriittisesti, jotta sen käyttö ei etäännyttä hoitoa tai luo uusia esteitä hoidon saavutettavuudelle.

Jatkossa tekoälyn kehityksessä tulisi keskittyä siihen, että se ei pelkästään lisää tehokkuutta, vaan tukee hoitotyön ydintä – inhimillistä ja turvallista potilashoitoa. Sen käyttöönotossa on tärkeää varmistaa, että teknologia palvelee hoitohenkilökuntaa eikä lisää työkuormaa tai monimutkaista prosesseja liikaa.

Lopulta tekoäly toimii ainoastaan työkaluna, ja sen vaikutukset määräytyvät sen käytön tavoitteiden ja toimintamallien mukaan. Se voi edistää hoidon laatua ja inhimillisyyttä, tai vaihtoehtoisesti tehdä hoitotyöstä etäisempää. Keskeistä on, että tekoälyn kehittämisessä ja käyttöönotossa asetetaan etusijalle potilaan ja hoitohenkilökunnan välinen suhde sekä hoidon perustavanlaatuiset arvot.

7.1 Merkittävimpien löydösten kriittinen arviointi

Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella tekoälyn hyödyntäminen potilashoidon optimoinnissa tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia erityisesti diagnostiikan tarkkuuden parantamisessa, hoitoprosessien tehostamisessa ja resurssien hallinnan tehostamisessa. Tekoäly on esimerkiksi osoittanut potentiaalinsa parantaa diagnostiikan tarkkuutta erityisesti syöpien ja sydänsairauksien tunnistamisessa. Tämä voi vähentää virhediagnooseja ja nopeuttaa hoitoprosesseja (Saha ym. 2024; Bachtiger ym. 2022).

Tekoälyn merkittävä etu on sen kyky tukea päätöksentekoa ja resurssien kohdentamista. Tämä voi vähentää tarpeettomia tutkimuksia ja parantaa hoidon oikea-aikaisuutta (Lisspers ym. 2021; Haavisto ym. 2023). On kuitenkin tärkeää huomioida, että tekoälyn luotettavuus ja yleistettävyyys vaihtelevat eri ympäristöissä, mikä voi vaikuttaa sen kliiniseen käyttökelpoisuuteen (Rockenschaub ym. 2024). Lisäksi tietosuoja ja päätöksenteon läpinäkyvyys ovat keskeisiä haasteita, jotka voivat vaikuttaa tekoälyn hyväksyttävyyteen terveydenhuollossa (Tzelvels ym. 2022).

7.2 Työn merkitys ja kehitysehdotukset

Tämä opinnäytetyö tarjoaa perusteellisen katsauksen tekoälyn roolista potilashoidon optimoinnissa, korostaen sen hyötyjä ja haasteita. Työn merkitys näkyy

erityisesti diagnostiikan tarkkuuden parantamisessa ja hoitoprosessien tehostamisessa. Samalla työ nostaa esiin eettiset ja käytännön kysymykset, jotka liittyvät tekoälyn käyttöön terveydenhuollossa.

Tulevissa tutkimuksissa olisi hyvä keskittyä tekoälyjärjestelmien yleistettävyyden parantamiseen ja tietosuojakysymysten ratkaisemiseen. On myös tärkeää luoda selkeitä ohjeistuksia ja koulutusohjelmia terveydenhuollon ammattilaisille, jotta tekoälyn hyödyntäminen voidaan integroida saumattomasti osaksi kliinistä päätöksentekoa.

7.3 Mahdollisuudet ja suositukset jatkotutkimukselle

Tulevaisuudessa tekoälyn käyttömahdollisuuksia terveydenhuollossa voidaan edelleen laajentaa tutkimalla sen soveltamista uusilla osa-alueilla, kuten kroonisten sairauksien hallinnassa ja ennaltaehkäisevässä terveydenhuollossa. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä keskittyä myös tekoälyn etiikkaan ja päätöksenteon läpinäkyvyyteen, jotta varmistetaan sen luotettavuus ja hyväksyttävyyys terveydenhuollon kontekstissa.

Erityisen tärkeää olisi tutkia, miten tekoälyä voidaan käyttää potilasturvallisuuden parantamiseen ja hoidon laadun varmistamiseen. Lisäksi olisi tärkeää kehittää tekoälyn käyttöönottostrategioita, jotka huomioivat terveydenhuollon erilaiset toimintaympäristöt ja niiden erityistarpeet.

LÄHTEET

Bachtiger, P., Petri, C.F., Scott, F.E., Park, S.R., Kelshiker, M.A., Sahemey, H.K., Dumea, B., Alquero, R., Padam, P.S., Hatrick, I.R., Ali, A., Ribeiro, M., Cheung, W.-S., Bual, N., Rana, B., Shun-Shin, M., Kramer, D.B., Fragoyannis, A., Keene, D., Plymen, C.M. & Peters, N.S. 2022. Point-of-care screening for heart failure with reduced ejection fraction using artificial intelligence during ECG-enabled stethoscope examination in London, UK: a prospective, observational, multicentre study. *The Lancet Digital Health*, 4(2), e117–e125. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00256-9](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00256-9). Luettu: 1.1.2025.

Beatson West of Scotland Cancer Centre 2023a. New ETHOS suite opens at Beatson West of Scotland Cancer Centre. Luettavissa: <https://www.beatson.scot.nhs.uk/news-and-events/2023/may/new-ethos-suite-opens-at-beatson-west-of-scotland-cancer-centre/>. Luettu: 2.12.2024.

Beatson West of Scotland Cancer Centre 2023b. Valokuva. Latest adaptive radiotherapy at Beatson WoSCC. NHS Greater Glasgow and Clyde. Luettavissa: <https://www.nhsggc.scot/latest-adaptive-radiotherapy-at-beatson-woscc/>. Luettu: 26.12.2024.

British Medical Association 2024. Principles for Artificial Intelligence (AI) and its application in healthcare. Luettavissa: <https://www.bma.org.uk/advice-and-support/nhs-delivery-and-workforce/technology/principles-for-artificial-intelligence-ai-and-its-application-in-healthcare>. Luettu: 1.12.2024.

Cancer Research Oxford 2022. Oxford Spin-Out Optellum Attains CE Marking for Its Early Lung Cancer Diagnosis AI Technology. Luettavissa: <https://www.cancer.ox.ac.uk/news/oxford-spin-out-optellum-attains-ce-marking-for-its-early-lung-cancer-diagnosis-ai-technology>. Luettu: 2.12.2024.

Chen, M. & Decary, M. 2020. Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. *Healthcare Management Forum*, 33(1), 10–18. Luettavissa: <https://doi.org/10.1177/0840470419873123>. Luettu: 4.11.2024.

Corti 2020. Capital Region of Denmark using AI to improve patient care on the national healthcare system. Luettavissa: <https://www.corti.ai/stories/capital-region-of-denmark-using-ai-to-improve-patient-care-on-the-national-healthcare-system>. Luettu: 2.12.2024.

Dembrower, K., Crippa, A., Colón, E., Eklund, M., Strand, F. & ScreenTrustCAD Trial Consortium. 2023. Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study. *The Lancet Digital Health*, 5(10), s. e703–e711. doi: 10.1016/S2589-7500(23)00153-X. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00153-X). Hakupäivä: 29.1.2025.

DigiFinland 2023. Tekoäly hyvinvointialueilla: Sosiaali- ja terveydenhuollon käytötapaukset ja kansallinen edistäminen. Luettavissa: https://digifinland.fi/wp-content/uploads/2024/03/DigiFinland_tekoaly_loppuraportti_210324.pdf. Luettu: 16.11.2024.

Elo, S. & Kyngäs, H. 2008. The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115. Luettavissa: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>. Luettu: 4.12.2024.

Euroopan parlamentti 2020. Mitä tekoäly on ja mihin sitä käytetään? Luettavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20200827STO85804/mita-tekoaly-on-ja-mihin-sita-kaytetaan>. Luettu: 12.11.2024.

Goodfellow, I., Bengio, Y. & Courville, A. 2017. *Deep learning*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Haavisto, O., Väänänen, A., Varje, P., Taimela, S., Taalas, A., Niemenoja, O. & Nieminen, N. 2023. Mielenterveysdiagnooseja voidaan ennustaa koneoppimisen avulla. *Suomen Lääkärilehti - Finlands läkartidning*, 78(45–46), s. 1851. Luettavissa: <https://www.laakarilehti.fi/pdf/2023/SLL45-46-2023-1851.pdf>. Luettu: 27.1.2025.

Hotus. 2019. JBI-kriteerit laadulliselle tutkimukselle ja selosteosa. Luettavissa: <https://www.hotus.fi/wp-content/uploads/2019/03/jbi-kriteerit-laadulliselle-tutkimukselle-ja-selosteosa-2.pdf>. Luettu 27.1.2025.

HUS 2023. HUSissa kehitetty tekoälyalgoritmi tunnistaa TT-kuvista aivoverenvuodon. Luettavissa: <https://www.hus.fi/ajankohtaista/husissa-kehitetty-tekoaly-algoritmi-tunnistaa-tt-kuvista-aivoverenvuodon>. Luettu: 21.11.2024.

IBM 2024a. What is Deep Learning? Luettavissa: <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>. Luettu: 16.11.2024

IBM 2024b. What are Neural Networks? Luettavissa: <https://www.ibm.com/topics/neural-networks>. Luettu: 16.11.2024.

IBM 2024c. Natural language processing (NLP). Luettavissa: <https://www.ibm.com/natural-language-processing>. Luettu: 17.11.2024.

Kananen, H., Puolitaival, H., Puntti, S., Metsola, I., Alma Talent, Puntti, S. & Metsola, I. 2019. *Tekoäly: Bisneksen uudet työkalut*. Helsinki: Alma Talent.

Lääkärilehti 2023. Tekoäly parantaa TAYS:n epilepsiapotilaiden hoitoa. Luettavissa: <https://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/tekoaly-parantaa-tays-n-epilepsiapotilaiden-hoitoa/>. Luettu: 21.11.2024

Laatikainen, O., Sneck, S., Heino, A., Huikari, V. & Turpeinen, M. 2022. Raken-teettoman tiedon hyödyntäminen terveydenhuollossa – pilottitutkimus erikoissai-raanhoidosta. *Dosis*, 38(4), 454–469. Luettavissa: https://dosis.fi/wp-content/uploads/2022/12/454_Dosis_4-22_Laatikainen.pdf. Luettu: 16.1.2025.

Lisspers, K., Ställberg, B., Larsson, K., Janson, C., Müller, M., Łuczko, M., Bjerregaard, B.K., Bacher, G., Holzhauser, B., Goyal, P. & Johansson, G. 2021. De-veloping a short-term prediction model for asthma exacerbations from Swedish primary care patients' data using machine learning – Based on the ARCTIC study. *Respiratory Medicine*, 185, artikkeli 106483. Luettavissa: <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106483>. Luettu: 1.1.2025.

McSweeney, T.P., Tiulpin, A., Saarakkala, S., Niinimäki, J., Windsor, R., Jamaludin, A., Kadir, T., Karppinen, J. & Määttä, J. 2023. External validation of SpineNet, an open-source deep learning model for grading lumbar disk degeneration MRI features, using the Northern Finland Birth Cohort 1966. *Spine (Phila Pa 1976)*, 48(7), 484–491. Luettavissa: <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000004572>. Luettu: 29.1.2025.

Merilehto, A. 2018. *Tekoäly: Matkaopas johtajalle*. Helsinki: Alma Talent.

Mirtti, T. & Näpänkangas, J. 2020. Tekoäly patologian kudosleikkeiden tulkinassa, *Duodecim*, 136(17), 1949–1955. Luettavissa: <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo15745.pdf>. Luettu: 3.11.2024

Mustonen P. teoksessa Neittaanmäki, P., Tuominen, H., Äyrämö, S., Vähäkainu, P. & Siukonen, T. 2019. *Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa: Loppuraportti vol. 1*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Luettavissa: <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/63324>. Luettu: 3.11.2024.

Neittaanmäki, P., Tuominen, H., Äyrämö, S., Vähäkainu, P. & Siukonen, T. 2019. *Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa: Loppuraportti vol. 1*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Luettavissa: <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/63324>. Luettu: 3.11.2024.

National Health Service 2024. Artificial Intelligence Guidance. Luettavissa: <https://transform.england.nhs.uk/information-governance/guidance/artificial-intelligence/>. Luettu: 17.11.2024.

National Health Service Northumbria 2024a. Artificial intelligence tech set to stay as it proves its worth in fight against bowel cancer. Luettavissa: <https://www.northumbria.nhs.uk/media-centre/news-and-blogs/news-stories/artificial-intelligence-tech-set-stay-it-proves-its-worth-fight-against-bowel-cancer>. Luettu: 26.12.2024.

NHS Northumbria 2024b. Valokuva. Artificial intelligence tech set to stay as it proves its worth in fight against bowel cancer. Luettavissa: <https://www.northumbria.nhs.uk/media-centre/news-and-blogs/news-stories/artificial-intelligence-tech-set-stay-it-proves-its-worth-fight-against-bowel-cancer>

[intelligence-tech-set-stay-it-proves-its-worth-fight-against-bowel-cancer](#). Luettu: 26.12.2024.

Ohjausryhmä & Innovaatio-osasto 2017. Suomen tekoälyaika: Suomi tekoälyn soveltamisen kärkimaaksi: Tavoite ja toimenpidesuositukset. Työ- ja elinkeinoministeriö. Luettavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-248-4>. Luettu: 16.11.2024.

Pavel, A.M., Rennie, J.M., de Vries, L.S., Blennow, M., Foran, A., Shah, D.K., Pressler, R.M., Kapellou, O., Dempsey, E.M., Mathieson, S.R., Pavlidis, E., van Huffelen, A.C., Livingstone, V., Toet, M.C., Weeke, L.C., Finder, M., Mitra, S., Murray, D.M., Marnane, W.P. & Boylan, G.B. 2020. 'A machine-learning algorithm for neonatal seizure recognition: a multicentre, randomised, controlled trial', *Lancet Child & Adolescent Health*, 4(10), 740–749. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(20\)30239-X](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(20)30239-X). Luettu: 1.1.2025.

Perfalk, E., Bernstorff, M., Danielsen, A.A. & Østergaard, S.D. 2024. 'Patient trust in the use of machine learning-based clinical decision support systems in psychiatric services: A randomized survey experiment', *European Psychiatry*, 67(1), artikkeli e72. Luettavissa: <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2024.1790>. Luettu: 1.1.2025.

Pesonen, R. 2021. Tekoäly. *Filosofia.fi*. Julkaistu 25.8.2021. Luettavissa: <https://filosofia.fi/fi/ensyklopedia/tekoaly>. Luettu: 26.12.2024.

Raj, Rahul & Korja, Miikka. 2024. Tekoäly auttaa vaikeiden ja tehohoitoa vaativien aivovammojen ennustearviossa. *Duodecim*, 140(10), 855–856. Pääkirjoitus. Teema: neurokirurgia. Vertaisarvioitu. Luettavissa: <https://www.duodecim-lehti.fi/xmedia/duo/duo18257.pdf>. Luettu: 16.1.2025.

Rastogi, A., Brugnara, G., Foltyn-Dumitru, M., Mahmutoglu, M.A., Preetha, C.J., Kobler, E., Pflüger, I., Schell, M., Deike-Hofmann, K., Kessler, T., van den Bent, M.J., Idbaih, A., Platten, M., Brandes, A.A., Nabors, B., Stupp, R., Bernhardt, D., Debus, J., Abdollahi, A., Gorlia, T., Tonn, J.C., Weller, M., Maier-Hein, K.H., Radbruch, A., Wick, W., Bendszus, M., Meredig, H., Kurz, F.T. & Vollmuth, P. 2024. Deep-learning-based reconstruction of undersampled MRI to reduce scan times:

a multicentre, retrospective, cohort study. *Lancet Oncology*, 25(3), 400–410. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(23\)00641-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(23)00641-1). Luettu: 1.1.2025.

Rockenschaub, P., Hilbert, A., Kossen, T., Elbers, P., von Dincklage, F., Madai, V.I. & Frey, D. 2024. 'The impact of multi-institution datasets on the generalisability of machine learning prediction models in the ICU', *Critical Care Medicine*, 52(11), 1710–1721. Luettavissa: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000006359>. Luettu: 29.1.2025.

Rogers, W.A., Draper, H. & Carter, S.M. 2021. 'Evaluation of artificial intelligence clinical applications: Detailed case analyses show value of healthcare ethics approach in identifying patient care issues', *Bioethics*, 35(7), 623–633. Luettavissa: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bioe.12885>. Luettu: 16.1.2025.

Saha, A., Bosma, J.S., Twilt, J.J., van Ginneken, B., Bjartell, A., Padhani, A.R., Bonekamp, D., Villeirs, G., Salomon, G., Giannarini, G., Kalpathy-Cramer, J., Barentsz, J., Maier-Hein, K.H., Rusu, M., Rouvière, O., van den Bergh, R., Panebianco, V., Kasivisvanathan, V., Obuchowski, N.A., Yakar, D., Elschot, M., Veltman, J., Fütterer, J.J., de Rooij, M. & Huisman, H. 2024. Artificial intelligence and radiologists in prostate cancer detection on MRI (PI-CAI): an international, paired, non-inferiority, confirmatory study. *Lancet Oncology*, 25(7), 879–887. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(24\)00220-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(24)00220-1). Luettu: 1.1.2025.

Saux, P., Bauvin, P., Raverdy, V., Teigny, J., Verkindt, H., Soumphonphakdy, T., Debert, M., Jacobs, A., Jacobs, D., Montpellier, V., Lee, P.C., Lim, C.H., Andersson-Assarsson, J.C., Carlsson, L., Svensson, P.A., Galtier, F., Dezfoulian, G., Moldovanu, M., Andrieux, S., Couster, J., Lepage, M., Lembo, E., Verrastro, O., Robert, M., Salminen, P., Mingrone, G., Peterli, R., Cohen, R.V., Zerrweck, C., Nocca, D., Le Roux, C.W., Caiazzo, R., Preux, P. & Pattou, F. 2023. Development and validation of an interpretable machine learning-based calculator for predicting 5-year weight trajectories after bariatric surgery: a multinational retrospective cohort SOPHIA study. *Lancet Digital Health*, 5(10), e692–e702. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00135-8](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00135-8). Luettu: 29.1.2025.

Schwalbe, N. & Wahl, B. 2020. Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, 395(10236), 1579–1586. Luettavissa: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30226-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30226-9). Luettu: 26.1.2025.

Seppänen, A. 2024. Tekoäly mullistaa lääkärin vastaanoton. *Lääkärilehti*. Luettavissa: <https://www.laakarilehti.fi/terveydenhuolto/tekoaly-mullistaa-laakarin-vas-taanoton/>. Luettu: 30.11.2024.

Simplilearn. 2024. Supervised Machine Learning: All You Need to Know (kuva, muokattu versio). Luettavissa: <https://www.simplilearn.com/tutorials/machine-learning-tutorial/supervised-machine-learning>. Luettu: 1.1.2025.

Sitra. 2024. Tekoäly sote-palveluissa. Luettavissa: <https://www.sitra.fi/hankkeet/tekoaly-sote-palveluissa/>. Luettu: 26.12.2024.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Torraco, R.J. 2016. Writing Integrative Literature Reviews: Using the Past and Present to Explore the Future. *Human Resource Development Review*, 15(4), 404–428. Luettavissa: <https://doi.org/10.1177/1534484316671606>. Luettu: 3.11.2024.

Tzelves, L., Manolitsis, I., Varkarakis, I., Ivanovic, M., Kokkonidis, M., Useros, C.S. & Valachis, A. 2022. Artificial intelligence supporting cancer patients across Europe – The ASCAPE project. *PLoS One*, 17(4), e0265127. Luettavissa: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265127>. Luettu: 11.1.2025.

Wikipedia. 2024. Neural network (kuva, muokattu versio). Luettavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Neural_network. Luettu: 1.1.2025.

Tekijä(t), vuosi	Artikkeli	Keskeisimmät löydökset	Tutkimus-tyyppi	JBI- arvosana
Saha ym., 2024	Artificial intelligence and radiologists in prostate cancer detection on MRI (PI-CAI): an international, paired, non-inferiority, confirmatory study	Tekoäly parantaa eturauhassyövän havaitsemisen tarkkuutta verrattuna radiologeihin.	Kliininen tutkimus	8/10
Bachtiger ym., 2022	Point-of-care screening for heart failure with reduced ejection fraction using artificial intelligence during ECG-enabled stethoscope examination in London, UK: a prospective, observational, multicentre study	AI-ECG tunnistaa vähentyneen ejektiofraktion (LVEF ≤ 40%) ECG-yhteensopivalla stetoskoopilla	Prospektiivinen havainnointitutkimus	8/10

Pavel ym., 2020	A machine-learning algorithm for neonatal seizure recognition: a multicentre, randomised, controlled trial	ANSeR-algoritmi tunnistaa tarkasti neonataaliset kouristukset ja parantaa kouristustuntien tunnistusta	Monikeskustutkimus, satunnaistettu, kontrolloitu tutkimus	9/10
Rastogi ym., 2024	Deep-learning-based reconstruction of undersampled MRI to reduce scan times: a multicentre, retrospective, cohort study	Deep convolutional neural network (dCNN) - optimointimenetelmällä voidaan merkittävästi vähentää MRI-skannausten aikaa säilyttäen korkean kuvanlaadun ja tarkkuuden onkologisten kuvantamisbiomarkkereiden arvioinnissa.	Monikeskuksinen retrospektiivinen kohorttitutkimus	9/10
Lisspers ym., 2021	Developing a short-term prediction model for asthma exacerbations from Swedish primary care patients' data using	Tutkimus kehitti koneoppimismallin ennustamaan astman pahenemisvaiheita 15 päivän aikana ruotsalaisten perusterveydenhuollon potilaiden tiedoista. Mallin	Havainnointitutkimus, kohorttitutkimus	8/10

	machine learning - Based on the ARCTIC study	tärkeimmät ennustavat tekijät olivat oheissairauksien määrä ja aiemmat pahenemisvaiheet. Mallin suorituskyky ei ollut riittävä, ja parannuksia tarvitaan lisäämällä ympäristötekijöitä ja puettavia antureita.		
Perfalk ym., 2024	Patient trust in the use of machine learning-based clinical decision support systems in psychiatric services: A randomized survey	Perustiedot ML-pohjaisista kliinisen päätöksenteon tukijärjestelmistä lisäsivät potilaiden luottamusta järjestelmiin psykiatrisissa palveluissa. Interventio lisäsi luottamusta ML-pohjaisiin CDSS-järjestelmiin verrattuna aktiiviseen ja passiiviseen kontrolliin sekä vähensi epäluottamusta verrattuna	Satunnaistettu kyselytutkimus	8/10

		aktiiviseen ja passiiviseen kontrolliin.		
Satchwell ym., 2022	Development of machine learning support for reading whole body diffusion-weighted MRI (WB-MRI) in myeloma for the detection and quantification of the extent of disease before and after treatment (MALIMAR): protocol for a cross-sectional diagnostic test accuracy study	Tutkimus kehittää ja validoi koneoppimisalgoritmin, joka parantaa radiologien herkkyyttä tunnistaa aktiivinen myelooma ennen ja jälkeen hoidon. Algoritmi parantaa toistettavuutta ja vähentää lukuaikaa verrattuna perinteiseen radiologiseen tulkintaan.	Poikkileikkaustutkimus, diagnostinen testitarkkuustutkimus	8/10
Tzelves ym., 2022	Artificial intelligence supporting cancer patients across Europe - The ASCAPE project	ASCAPE-projekti kehitti tekoälypohjaisen alustan, joka ennustaa elämänlaatuongelmia rintasyöpä- ja eturauhassyöpäpotilailla sekä ehdottaa mahdollisia	Monikeskustutkimus, prospektiivinen pitkittäistutkimus	8/10

		interventioita. Tämä alusta auttaa parantamaan potilaiden elämänlaatua ja tarjoaa lääkäreille henkilökohtaisia suosituksia potilaiden hoidon parantamiseksi.		
Haavisto ym., 2023	Mielenterveysdiagnooseja voidaan ennustaa koneoppimisen avulla	Tutkimus analysoi työterveyskyselyn vastausten ja mielenterveysdiagnoosien välistä yhteyttä koneoppimiseen perustuvalla luokittelulla. Sekä kaikkiin kyselyn kysymyksiin että seitsemään tärkeimpään kysymykseen perustuvat mallit ennustivat diagnooseja selvästi paremmin kuin ikään ja sukupuoleen perustuva	Havainnointitutkimus, koneoppimisalgoritmeihin perustuva luokittelututkimus	8/10

		triviaalimalli tai satunnaisluokittelija.		
--	--	---	--	--

Laatikainen ym., 2022	Rakenteettoman tiedon hyödyntäminen terveydenhuollossa - pilottitutkimus erikoissairaanhoidosta	Tutkimuksessa kehitettiin NLP-menetelmä, jonka avulla lääkehoitoihin liittyvää tietoa voidaan louhia ja kategorisoida ATC-koodien mukaisesti rakenteettomasta datasta. Menetelmä kykeni luokittelemaan kaikki HaiPro-ilmoituksissa esiintyneet lääkenimet ja vaikuttavien aineiden nimet tarkkuustason mukaisesti.	Pilottitutkimus	8/10
Sahsten ym., 2020	Diabeettisen retinopatian ja makulaturvotuksen	Syväoppiva tekoälyjärjestelmä saavutti korkean herkkyuden ja	Rekisteritutkimus, luokittelututkimus	8/10

	luokittelu syväoppivan tekoälyjärjestelmän avulla	tarkkuuden retinopatian ja makulaturvotuksen luokittelussa. Tekoälymenetelmä tunnistaa silmänpohjan diabetesmuutosten vaikeuden suurella tarkkuudella.		
Rogers, W.A., Draper, H., Carter, S.M., 2021	Evaluation of artificial intelligence clinical applications: Detailed case analyses show value of healthcare ethics approach in identifying patient care issues	Tutkimus analysoi tekoälyyn (AI) perustuvien kliinisten sovellusten eettisiä vaikutuksia Painchek® ja IDx-DR -esimerkkien kautta. Eettiset haasteet liittyivät harhaanjohtaviin lupauksiin, potilaiden ja yleisön osallistumisen puutteeseen sekä AI:n vaikutusten huomioimatta jättämiseen terveydenhuollon suhteissa. Tutkimuksessa korostettiin, että eettisissä	Tapaustutkimus	9/10

		arviointikehyksissä tulisi olla selkeät vertailuarvot, ja jokainen sovellus vaatii tarkastelua AI:n elinkaaren aikana terveydenhuoltoon liittyvien eettisten ongelmien tunnistamiseksi.		
Saux ym., 2023	Development and validation of an interpretable machine learning-based calculator for predicting 5-year weight trajectories after bariatric surgery: a multinational retrospective cohort SOPHIA study	Tutkimus kehitti ja validoi koneoppimiseen perustuvan laskurin, joka ennustaa yksilölliset 5 vuoden painonkehitykset bariatrisen leikkauksen jälkeen. Malli perustuu seitsemään preoperatiiviseen muuttajaan ja validoitiin kansainvälisesti. Malli on integroitu verkkopohjaiseen työkaluun, joka tarjoaa yksilöllisen ennusteen postoperatiivisesta painonkehityksestä.	Monikeskuksinen retrospektiivinen kohorttitutkimus	9/10

Dembrower ym., 2023	Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study	Tutkimus arvioi tekoälyn (AI) käyttöä seulontamammografioiden itsenäisenä lukijana. Tulokset osoittivat, että AI:n käyttö yhden radiologin kanssa oli ei-huonompi kuin kahden radiologin kaksoisluku syövän havaitsemisessa. AI:n ja yhden radiologin yhdistelmä lisäsi syövän havaitsemisprosenttia 4 % verrattuna kahden radiologin kaksoislukuun.	Prospektiivinen, väestöpohjainen, parilukija, ei-huonommuustutkimus	9/10
Rockenschaub ym., 2024	The Impact of Multi-Institution Datasets on the Generalizability of Machine Learning Prediction Models in the ICU	Tutkimuksessa arvioitiin syväoppimismallien siirrettävyyttä uusiin sairaaloihin varhaisessa vaiheessa tapahtuvien haittataaphtumien havaitsemiseksi. Neljästä	Retrospektiivinen havainnointitutkimus, monikeskuksinen kohorttitutkimus	8/10

		julkisesta datasetistä kerätyn harmonisoidun tehohoidon datan avulla analysoitiin 334 812 ICU-oleskelua. Tulokset osoittivat, että mallien suorituskyky laski, kun niitä sovellettiin uusiin sairaaloihin, mutta monikeskusmallit suoriutuivat lähes yhtä hyvin kuin parhaan yksittäisen keskuksen mallit. Yleisesti ottaen mallien suorituskyky parani, kun käytössä oli enemmän monikeskusdataa.		
McSweeney ym., 2023	External Validation of SpineNet, an Open-Source Deep Learning Model for Grading Lumbar Disk	Tutkimus validoi ulkoisesti SpineNet-nimisen syväoppimismallin, joka automaattisesti luokittelee nikamavälilevyjen	Retrospektiivinen havainnointitutkimus	8/10

	<p>Degeneration MRI Features, Using the Northern Finland Birth Cohort 1966</p>	<p>rappeutumista (DD) magneettikuvista (MRI). SpineNet saavutti korkean herkkyden ja tarkkuuden DD-luokittelussa ja Modic-muutosten tunnistamisessa, ja sen suoriutuminen oli verrattavissa asiantuntijaradiologeihin.</p>		