Tekoäly terveydenhuollossa

Professori Mark van Gils

Tampereen Yliopisto

Sisällys

Tekoäly terveydenhuollossa 3

Mistä on kyse 3

Tekoäly muutosvoimana 5

Viestit päättäjille ja kansalaisille, suositukset 6

Tekoäly terveydenhuollossa

Mistä on kyse

Terveydenhuolto on tekoälyteknologioiden luonnollinen sovellusalue. Terveydenhuollossa on monia vaativia ja/tai aikaa vieviä tehtäviä, prosesseja ja toimintoja, joissa kaikki apu on enemmän kuin tervetullutta. Kun hoitojärjestelmä ja sen henkilökunta ovat kasvavan paineen alla, apua haetaan yhä enemmän teknologisista ratkaisuista, ja siellä tekoäly on avainasemassa.

Tekoälystä voi olla hyötyä monenlaisissa terveydenhuoltopalveluissa. Muutamia esimerkkejä: neurologi, jonka on tehtävä diagnoosi potilaasta, jolla on epäselviä oireita, jotka viittaavat muistinmenetykseen; lääkäri, jonka on päätettävä, onko turvallista suorittaa leikkaus henkilölle, joka juuri saapui ensiapuun auto-onnettomuuden vuoksi; perusterveydenhuollon lääkäri, jonka on päätettävä, lähetetäänkö potilas erikoislääkärille; radiologi, jonka on tulkittava lääketieteellinen kuva; sairaanhoitaja, joka seuraa potilaan tilaa osastolla. Mutta myös keski-ikäinen terve mies, joka haluaa pysyä terveenä; henkilö, jolla on todettu tyypin 2 diabeteksen korkea riski ja joka haluaa vähentää riskitekijöitä; vanhus, jonka aikuiset lapset haluavat seurata etänä, jos kaikki on kunnossa. Edelleen: sairaalan johtoryhmä, joka haluaa seurata osastojen tehokkuutta; osastonhallinto, jonka on suunniteltava resurssien käyttöä, tai päättäjät, jotka arvioivat suunnitellun lainsäädännön tai investointien mahdollisia vaikutuksia.

Monet näistä tapauksista ovat monimutkaisia, ja ne käyttävät useita erilaisia tietolähteitä, eikä ole olemassa selkeitä oikeita tai vääriä vastauksia. Niillä kaikilla on merkittäviä seurauksia esimerkiksi ihmisten terveydelle, yhteiskunnalle aiheutuville kustannuksille sekä potilaiden, omaisten ja terveydenhuollon henkilöstön hyvinvoinnille.

Ajatus tekoälyn käyttämisestä terveydenhuollon päätöksenteon tueksi ei ole uusi. Ohjeita ja lääketieteellistä asiantuntemusta on käytetty sääntöpohjaisissa järjestelmissä (asiantuntijajärjestelmät) 1970-luvulta lähtien. Melko pian kuitenkin huomattiin, että nämä järjestelmät eivät kata kaikkea sitä hiljaista tietoa, jota asiantuntijat käyttävät työssään, eikä niitä voida helposti päivittää, kun alan uutta tietoa muodostuu. Datan saatavuuden, laskentatehon ja datapohjaisten tekoälyalgoritmien kehityttyä merkittävästi 'tekoäly terveydenhuollossa' on nyt usein synonyymi datapohjaiselle tekoälylle. On kuitenkin hyvä muistaa, että säännöt ja ohjeet ovat edelleen tarpeen esimerkiksi hoitosuositusten ja käytännön ohjeiden kohdalla.

Tekemässään selvityksessä Korhonen, Ermes ja Ahola[1] antoivat yleiskuvan tekoälyn mahdollisuuksista terveydenhuollossa Suomessa ja tunnistivat kuusi aluetta, joilla eniten hyötyjä on odotettavissa. Nämä ovat 1) personoitu hoito, 2): automaattinen terveystietoanalyysi ja 3) jatkuva kansalaiskeskeinen hoito. Näitä kolmea aihetta ohjaavat

[1] Korhonen, Ilkka, Miikka Ermes, and Jari Ahola. 2017. Strategic Research Agenda (SRA) on "Finnish Innovation Hub for Artificial Intelligence for Health (AI for Health)." VTT Technology. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.

erityisesti Suomessa olevat tietovarannot, resurssit ja osaaminen, ja niitä tukevat teollisuuden vahvat intressit. Kolme muuta osa-aluetta ovat 4) terveydenhuolto- ja sosiaalipalveluprosessien kehittäminen, 5) palvelujen automatisointi terveydenhuollossa ja sosiaalihuollossa ja 6) tietoon perustuvat kansanterveystyön päätösmekanismit. Näissä tekoälyn hyödyntäminen parantaa terveydenhoidon ja sosiaalitoimen tuottavuutta ja siten pienentää kustannuspaineita.

Sittemmin automaattinen terveystietoanalyysi on ottanut selkeitä edistysaskeleita varsinkin tehtävissä, joita voidaan pitää "kapeana tekoälynä". Hyvänä esimerkkinä tästä on lääketieteellisten kuvien automaattinen käsittely ja tulkinta lääketieteellisissä laitteissa tai järjestelmissä. Jatkuva kansalaiskeskeinen hoito, joka sisältää esimerkiksi henkilön fysiologisen tai vireystilan päivittäisen seurannan, on kasvanut nopeasti. Konkreettisesti tämä näkyy esim. älykellojen ja -sormusten suosiossa. Tutkimus laajenee voimakkaasti personoidun hoidon ja lääketieteen aloilla mm. biopankkien ja yleisöltä kerätyn datan ansiosta.

Toisessa ryhmässä (osa-alueet 4 – 6) konkreettisimmat askeleet on tehty palveluautomaatiossa, johon ”kapea tekoäly” sopii parhaiten. Esimerkiksi chatbotit hoitavat ensikontaktin potilaiden ja terveydenhoidon välillä. Chatbot-automaatio perustuu puheen tunnistuksessa ja luonnollisen kielen käsittelyssä (NLP) saavutettuun edistykseen. Kaksi muuta aihetta, prosessien kehittäminen ja tietoon perustuva päätöksenteko julkista terveydenhoitoa ja kansanterveyttä koskevissa asioissa, ovat luonteeltaan huomattavasti monimutkaisempia, ja ne, kuten vuonna 2017 ennustettiin, tuovat tuloksia vasta pidemmällä aikavälillä. Tämä ei ole pelkästään tilanne Suomessa, esimerkiksi äskettäin julkaistu tietokanta FDA: n hyväksymistä tekoälyä hyödyntävistä lääkinnällisistä laitteista osoittaa, että suurin osuus koskee radiologian, kardiologian, endokrinologian ja onkologian laitteiden diagnostiikkatehtäviä. Lopuksi on syytä todeta, että Covid-19 -pandemian myötä etälääketieteen hyödyntäminen sai melkoisen sysäyksen, ja etälääketiede, mm. telekonsultointi ja etävalvonta, otettiin rutiinikäyttöön tehtävissä, joissa se aiemmin nähtiin enimmäkseen tulevaisuuden lupauksena.

Tekoälyn käyttö terveydenhuollossa on kuitenkin hidasta verrattuna esimerkiksi teollisuuteen, liikenteeseen, finanssialaan ja mediasektoriin. Haasteeksi muodostuvat ainakin kolme asiaa. 1) Terveydenhuollon datan erityislaatuisuus: usein data on kohinaista, osin virheellistä ja yhteensopimatonta. Tämä tekee riittävän laadukkaiden datan hankkimisesta tekoälyn ”opettamista” varten vaikeaa. 2) Tekoälyalgoritmien opettamiseen liittyy terveydenhoidossa omat vaikeutensa: usein ei ole olemassa yksinkertaista "oikeaa tulosta", jota tarvittaisiin tekoälyn opettamisessa. Mittausdatan taustalla oleva tauti tai tieto potilaan tilan paranemisesta tai huononemisesta saadaan usein vasta monta vuotta mittauksia myöhemmin; dataan liittyviä selventäviä merkintöjä on niukasti, potilaan diagnoosi ei ole absoluuttisen oikea, ja terveydenhuollon asiantuntija A voi olla eri mieltä kuin asiantuntija B potilaan tilasta tai syistä, joista se johtuu. 3) Päätöstukijärjestelmän käyttöönotto jokapäiväiseen käyttöön edellyttää sopeutumista lukuisiin ei-teknisiin vaatimuksiin ja oletuksiin ja niiden noudattamista. Vakiintuneet prosessit, asenteet ja toimintakulttuuri vaativat, että järjestelmä sopeutuu niihin. Lainsäädännölliset, eettiset ja yksityisyyden suojaan liittyvät näkökohdat ja sääntelykysymykset vaikuttavat kaikkeen. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi tarvittavat ponnistelut aliarvioidaan usein karkeasti, koska ne edellyttävät todella monialaista ymmärrystä ja eri tahojen sitoutumista.

Tekoälyyn liittyvän tutkimuksen voidaan karkeasti jaotella kolmeen ryhmään, jotka vastaavat edellä kuvattuihin kolmeen haasteeseen. Tutkimuksella haetaan vastausta kysymykseen, kuinka käsitellä tehokkaammin huonolaatuista tai puutteellista dataa ja jäsentämättömiä tietoja. Jälkimmäiseen liittyviä menetelmiä ovat ohjaamaton ja puoliohjattuopetus (unsupervised and semi-supervised training). Kuva-analyysin kehittäminen jatkuu voimakkaasti ja laajenee lääketieteellisen kuvantamisen sovelluksista uusiin alueisiin. Eri tietolähteiden yhdistäminen on välttämätöntä, jotta saadaan kokonaisvaltainen näkemys potilaasta, ja tämä antaa erityisen panoksen tekoälyn lähestymistapoihin, joissa käytetään monenlaisia datalähteitä, kuvista ja –'omiikka datoista' strukturoimattomiin muistiinpanoihin. Merkittäviä tutkimuspanoksia kohdistuu datassa tai algoritmeissa olevien vääristymien (bias) havaitsemiseen ja poistamiseen; yksityisyyden säilyttäminen sekä tekoälymenetelmien luotettavuuteen, läpinäkyvyyteen ja eettisiin kysymyksiin. Ponnistelua tarvitaan myös terveyslukutaidon parantamiseksi ja terveyteen liittyvän disinformaation torjumiseksi – esimerkkinä rokotteisiin liittyvä disinformaatio. Tekoäly voi auttaa myös näissä. Vaikka monet näistä aiheista eivät sinänsä ole ainutlaatuisia terveydenhuollon alalle, niillä on suurempi rooli kuin monilla muilla sovellusalueilla.

Näiden alueiden lisäksi vahvaa tutkimusta tehdään muun muassa lääkekehityksessä, lisätyssä ja virtuaalitodellisuudessa (esim. koulutus, kuntoutus ja kirurgia), eksoskeletoneissa, sekä henkilökuntaa avustavassa ja potilaiden kuntoutusta tukevassa robotiikassa.

Tekoäly muutosvoimana

Lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä tekoälyä hyödynnetään terveydenhoidon osa-alueilla, joissa olemme jo päästy liikkeelle. Näitä ovat a) diagnostiikka ja hoidon suunnittelu varsinkin kohteissa, joissa dataa on runsaasti saatavilla, ja b) työläiden, rutiiniomaisten tehtävien keventämisessä automaatiolla. Näitä ovat "back-office-automatisointi" toiminnan tehostamiseksi: automaattinen resurssisuunnittelu, puheen muuttaminen tekstiksi ja muistiinpanojen tuottaminen sekä logististen prosessien optimointi. Robotiikka logistiikkaa ja prosessien optimointia varten edistyy; lohkoketjuteknologiat toimitusketjun hallintaan lääketeollisuudessa; ja chatbotit potilaan hoitopolkujen tukena. Konsulttiyritys McKinsey näkee kansainvälisillä markkinoilla tekoälyn kannalta lupaaviksi seuraavat osa-alueet: tarkkuuslääketiede, etäpotilastuki ja digitaaliset apteekit ja päätöksenteko. Kuten edellä mainittiin, etälääketiede on nyt tulossa rutiinikäyttöön. Ennen vuotta 2020 telelääketieteen käyntien osuus maailmanlaajuisesti oli alle 2 prosenttia kaikista avohoidon käynnistä, mikä on noussut 30 prosenttiin Covid-19 -pandemian aikana. Tekoälypohjaiset älykkäät kotivalvontajärjestelmät, etäkonsultointi ja etävalvonta ovat lisänneet voimakkaasti. Nyt kun nämä tekniikat ovat tullee tutuiksi ja hyväksytyiksi, niiden käyttö tulee yhä laajemmaksi.

Väestörakenteen muutos, erityisesti odotetun eliniän piteneminen, lisää kalliiden kroonisten sairauksien esiintyvyyttä. Niiden ehkäiseminen tai ainakin viivästyminen on tehokkain tapa hillitä kustannuksia terveydenhuoltojärjestelmässä. Tämä korostaa erityisesti ennaltaehkäisevää hoitoa ja riskien vähentämistä mm. elämäntapamuutoksilla.

Tekoälyä voidaan hyödyntää tukemaan elämäntapamuutoksia (ohjelmat ja appsit, älykellot, puettavat laitteet), etävalvonnassa sekä etälääketieteen ratkaisuissa.

Eri ikäryhmät käyttävät tekniikkaa eri tavoin. Myös monikulttuurisuus, yksilöllistyminen ja sosiaalinen syrjäytyminen ovat yhä näkyvämpiä ilmiöitä, jotka voivat tehdä tekoälypohjaisten teknisten ratkaisujen omaksumisen ja soveltamisen monimutkaisemmaksi ja vaatia huolellista tarkastelua kehitys- ja käyttöönottovaiheessa. On siis tärkeää tutkia tekoälypohjaisia ratkaisuja vuorovaikutuksessa käyttäjien kanssa ja ottaa alusta asti huomioon erilaiset tarpeet. Ei ole yhtä ratkaisua, joka sopii kaikille.

Kestävän kehityksen näkökulmat on syytä ottaa huomioon. Tehokkaammat tekoälyalgoritmit, jotka tarvitsevat yhä tehokkaampaa laskentaa ja suurempia datamääriä, lisäävät suorituskykyä, mutta samalla myös niiden sähkönkäyttö ja hiilijalanjälki kasvavat eksponentiaalisesti[2]. Tämäntyyppiset näkökohdat vaikuttavat kustannustehokkuuden arviointiin – meidän on pohdittava, millä kustannustehokkuudella ja ympäristövaikutuksilla saadaan esimerkiksi 5 prosentin lisätarkkuus diagnostiikkaan tekoälyn avulla, kun siihen tarvitaan valtava määrä dataa ja laskentaresursseja. Tarve katkaista suorituskyvyn ja hiilijalanjäljen riippuvuus tekoälyä kehitettäessä on yhä tärkeämpää.

Viestit päättäjille ja kansalaisille, suositukset

Yhteenvetona voidaan todeta, että terveydenhuolto ja tekoäly muodostavat yhdistelmän, jolla on valtava potentiaali. Mutta tämän potentiaalin hyödyntäminen on monimutkaista ja vaativaa. Kehityshankkeiden tavoitteiden asettaminen ja niiden tulosten arviointi ovat monimutkaista, ja ympäristö, jossa menetelmiä käytetään, on usein vieläkin kompleksisempi. Yksi johtopäätös tästä on, että tekoälyä ei tuota pikavoittoja terveydenhuoltohankkeissa. Investointien on oltava pitkäjänteisiä, ja on hyväksyttävä, että investointien tuotto voi ilmetä vasta monien vuosien kuluttua. Tämä edellyttää pitkän aikavälin suunnittelua investoinneille, rahoitusjärjestelyille ja poliittiselle päätöksenteolle, koska panostusten hyödyt eivät ole välittömästi näkyvissä. Toinen edellytys onnistumisille on yhteistyö: tutkijat, potilaat, ammattilaiset, teollisuus, poliittiset päättäjät, sääntelyelimet: kaikki on otettava huomioon alusta alkaen, jotta voidaan toivoa todellista menestystä.

Yhteisten aloitteiden tarve on tunnistettu hyvin, ja toimia toteutetaan. EU:n tutkimusohjelmilla (Horizon Europe), Business Finlandilla ja Suomen Akatemialla on tärkeitä välineitä, jotka on erityisesti tarkoitettu laajalle yhteistyölle ja ekosysteemien kehittämiseen. Tietojen jakamisaloitteet ovat keskeisessä roolissa, ja ne ulottuvat kansallisista biopankkiyhteistyöistä ja data-altaista (data lake) laaja-alaisempiin toimiin, kuten eurooppalaiseen terveystietoa koskevaan aloitteeseen (European Health Data Space). Näihin liittyviä hankkeita ovat mm. SITRA:n TEHDAS Joint Action ja GAIA-X, turvallinen datainfrahanke, joka kattaa monia sektoreita, mukaan lukien terveyssektorin.

Kansainvälisen tason lainsäädäntö, kuten GDPR:n, ja Suomessa terveystietojen toissijaista käyttöä koskeva laki, avaavat mahdollisuuksia, vaikka niiden täytäntöönpanossa

[2] Deep Learning's Diminishing Returns. 2021. IEEE Spectrum. September 24, 2021.

ja vaikutuksissa esiintyvien vielä horjuvien tulkintojen takia on haasteita, joihin tarvitaan resurssit ja lisää yhteistyötä. EU:n tekoälyä koskevalla koordinaatiosuunnitelmalla on merkitystä tekoälyn kannalta myös terveydenhuollossa. Tutkimusyhteisön yleinen suhtautuminen koordinaatiosuunnitelmaan on myönteinen, mutta siihen toivotaan silti tiettyjä parannuksia. Huolenaiheisiin lukeutuvat komission käyttämä hieman epämääräinen tekoälyn määritelmä, sekä tutkimus- ja kehitystyöhön varatun rahoituksen määrä suhteissa tavoitteisiin. Lisäksi innovaatiojärjestelmiä on koordinoitava paremmin ja ne on linkitettävä muiden tieteenalojen kokemuksiin (esim. ”Privacy and Safety by Design” mallia voitaisiin käyttää esikuvana, kun luodaan tekoälyn eettisiä ohjeistuksia). CLAIREn (Euroopan tekoälytutkimuksen laboratorioiden yhteistyöelin) jäsenet antoivat yksityiskohtaista palautetta, joka olisi hyvä huomioida.

Tärkeää on lopulta uuden (tekoälypohjaisen) lähestymistavan aikaansaama todellinen vaikutus, olipa kyse sitten potilaiden hoitojaksojen pituudesta, euroista potilasta kohden vuodessa, potilastyytyväisyydestä, osastobudjetin käytöstä tai potilaan elämänlaadusta. Vaikutusten mitattava, numeerinen määrittäminen tehokkaasti ja mittausten käyttö tavoiteprosessien ja -palvelujen parantamiseksi, olivatpa ne tekoälypohjaisia tai eivät, on lopulta ratkaisevaa. Tämä on laajalti tunnustettu yhteisössä, mistä esimerkkinä ovat yliopistojen tutkimushankkeet[3] ja laajalti tuetut suositukset kansallisen Vaikuttavuuskeskuksen perustamisesta[4].

Yhdistämällä nämä toimet meillä on kaikki mahdollisuudet hyödyntää tekoälyn valtava potentiaali terveydenhuollossa.

Terveydenhuolto ja tekoäly – kolme haastetta, joihin tarvitaan apua

Terveydenhuollon **datan erityislaatuisuus**: usein data on kohinaista, osin virheellistä ja yhteensopimatonta. Ja vaikeasti saatavilla.

Usein **ei ole olemassa yksinkertaista "oikeaa tulosta"**, jota tarvittaisiin tekoälyn opettamisessa. Tulokset (esim. lopullinen diagnoosi, kustannukset tai potilaan elämän laatu) voivat tulla pitkällä viiveellä ja ovat hankalasti mitattavissa.

Päätöstukijärjestelmän **käyttöönotto jokapäiväiseen käyttöön edellyttää sopeutumista lukuisiin ei-teknisiin oletuksiin ja vaatimuksiin sekä niiden noudattamista**. Organisaatioiden vakiintuneet prosessit, asenteet ja toimintakulttuurit vaikuttavat siihen, kuinka tekoälyn hyödyntämiseen suhtaudutaan. Lisäksi lainsäädännölliset sekä eettiset ja yksityisyyden suojaan liittyvät näkökohdat ja sääntelykysymykset vaikuttavat kaikkeen.

[3] Esim. Tampereen yliopiston tutkimusalusta TRANSFORM (Towards Effective and Equitable Welfare Services: Translating Scientific Knowledge into Improved Practices and Outcomes)

[4] Vaikuttavuuden vuosikymmentä rakentamassa - Kansallinen sosiaali- ja terveydenhuollon vaikuttavuuskeskus -selvitys, Itä-Suomen yliopisto ja Helsingin yliopisto, 2021