

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Neittaanmäki, Pekka; Kaasalainen, Karoliina

Title: Tutkimusperustaiset interventiot osaksi uudistuvaa sosiaali- ja terveydenhuollon kehitysohjelmaa ja kansansairauksien ennaltaehkäisyä

Year: 2019

Version: Published version

Copyright: © 2019 Edistyksellinen tiedeliitto

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

Neittaanmäki, P., & Kaasalainen, K. (2019). Tutkimusperustaiset interventiot osaksi uudistuvaa sosiaali- ja terveydenhuollon kehitysohjelmaa ja kansansairauksien ennaltaehkäisyä. *Tiedepolitiikka*, 44(3), 29-42.



Tutkimusperustaiset interventiot osaksi uudistuvaa sosiaali- ja terveydenhuollon kehitysohjelmaa ja kansansairauksien ennaltaehkäisyä

Pekka Neittaanmäki ja Karoliina Kaasalainen

Tekoöly puhuttaa ihmisiä jatkuvasti. Usein puheenaiheet liittyvät pelkoihin tekoölyn lisääntyvistä vaikutuksista, jotka ovat negatiivisia ihmisten kannalta. Pekka Neittaanmäki ja Karoliina Kaasalainen tarkastelevat artikkelissaan niitä mahdollisuuksia, joita tekoöly tarjoaa erityisesti ennalta ehkäisevän terveydenhuollon kehittämiseen. Erityiskohteina kirjoittajilla ovat mahdollisuudet tekoölysovellusten käyttöön kansansairauksien hoidossa. Tekstissä on nostettu esiin myös monenlaisia esteitä tekoölyn soveltamiselle. Artikkelin aineisto pohjautuu kirjoittajien toteuttamaan Tekoöly ja terveydenhuolto Suomessa -hankkeeseen.

Johdanto

Suomalainen terveydenhuolto on kansainvälisesti vertailtuna laadukasta ja kustannustehokasta (OECD 2019). Kehitettävää on kuitenkin sairauksia ennaltaehkäisevässä työssä ja palvelujen yhdenvertaisuuden parantamisessa (OECD 2019). Terveyden eriarvoisuus on ollut pitkään yksi suomalaisen terveystalouden kipukohdista (Manderbacka ym. 2017, THL 2019). Väestön ikääntyminen, kansansairaudet ja mielenterveyden häiriöt ovat merkittäviä sosiaali- ja terveyspalveluiden resurssien käyttöön vaikuttavia tekijöitä. Ikääntyneiden palveluihin liittyvät kustannukset ovat kasvaneet vuosittain noin 2,5 prosentilla (Matveinen 2019). Ikääntyminen heijastuu myös kansansairauksien kustannusten kasvuun (OECD 2019).

Kansansairauksien, kuten diabeteksen ja sydän- ja verisuonitautien kustannukset yhteiskunnalle ovat vuosittain miljardeja euroja (Vasankari ym. 2018). OECD:n arvion mukaan yksin mielenterveyden häiriöt maksavat yhteiskunnalle 11

miljardia euroa (OECD 2018). Tupakointi, epäterveellinen ravitsemus, vyötärölihavuus, korkea verenpaine, liian vähäinen liikunta ja runsas alkoholinkäyttö ovat riskitekijöitä, joiden arvioidaan aiheuttavan yli puolet kansansairauksiin liittyvistä ennenaikaisista kuolemista (Müller ym. 2016). Kansansairauksien yleistyminen voi pysäyttää väestön terveydentilan pitkään jatkuneen suotuisan kehityksen (OECD 2019). Noin 70 prosenttia suomalaisista aikuisista on ylipainoisia ja myös nuorten lihavuus yleistyy (THL 2019). Toinen huolestuttava suuntaus, etenkin nuorten ja työikäisten keskuudessa, on syrjäytyminen ja mielenterveyden häiriöihin liittyvien sairauspäivärahojen ja työkyvyttömyyseläkkeiden lisääntyminen (Kela 2018, VNK 2018, Hilli ym. 2017). Riskiä syrjäytymiselle voidaan vähentää koulutuksella, osallisuudella ja työllistymistä edistävillä palveluilla sekä mielenterveyspalveluiden saatavuutta parantamalla (Hilli ym. 2017, VNK 2018).

Sairauksien ennaltaehkäisy ja peruspalveluihin investoiminen tukee sekä terveyserojen kaven-

tamista että kustannusten kasvun taittamisen tavoitteita (STM 2016). Väestö toivoo sosiaali- ja terveyspalveluilta erityisesti yhdenvertaista saatavuutta ja peruspalveluiden toimivuutta (Aalto ym. 2019). Hallituksen päätavoitteet sosiaali- ja terveydenhuollon uudistukselle liittyvät ennaltaehkäisevän toiminnan kehittämiseen, palvelujen saatavuuden, sujuvuuden ja laadun parantamiseen sekä kustannusten kasvun hillitsemiseen (Hallitusohjelma 2019). Rakenteellisten uudistusten ohella pyritään digitalisaation hyödyntämällä vastaamaan niihin haasteisiin, joita väestön ikääntyminen, työvoiman väheneminen ja kroonisten sairauksien yleistyminen asettavat sosiaali- ja terveydenhuollon palvelujärjestelmälle (STM 2016).

Vuonna 2014 julkaistussa Sote-tieto hyötykäyttöön- strategiassa asetettiin tavoitteet digitaalisten palveluiden kehittämiseksi vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteena oli lisätä kansalaisten osallistumista ja terveyden edistämiseksi ja avuksi sekä helpottaa vuorovaikutusta ammattilaisten kanssa (STM 2014). Ammattilaisten työn tueksi suunniteltiin työnkulkua ja tiedon liikkumista edistäviä järjestelmiä, sovelluksia ja päätöksenteon tukityökaluja. Tavoitteena on ollut yhtenäisten tietojärjestelmien kehittäminen ja kansallisten tiedonhallintapalveluiden käyttöönotto (STM 2014). Vuonna 2016 julkaistussa linjauksissa esitetään, että toimiva ja skaalautuva tiedonhallinta-arkkitehtuuri ja tietojärjestelmäkokonaisuus ovat edellytyksiä digitaalisten palveluiden kehittämiseksi (STM 2014, 2016).

Digitalisaatioon ja uusiin teknologioihin kohdistuu paljon odotuksia, mutta näyttää onnistuneista toimintamallien muutoksista ja palveluiden vaikuttavuudesta on vaihtelevasti (Seppälä & Puranen 2019). Sote-tieto hyötykäyttöön 2020-strategian väliarvioinnin mukaan digitaalisen palveluinfrastruktuurin kehittäminen on mennyt eteenpäin, mutta työtä tulee edelleen jatkaa (Sep-

pälä & Puranen 2019). Painokkaampia toimia kaivataan erityisesti kehitystyön koordinoituihin, kansalaisten ja ammattilaisten osallisuuden lisäämiseen, digitaalisten alustojen ja palveluekosysteemin kehittämiseen sekä seurantamittareiden ja keskitettyjen tiedonhallintaratkaisujen rakentamiseen (Seppälä & Puranen 2019). Arviointiraportin mukaan strategisten tavoitteiden toteutumista on ollut vaikea arvioida, eikä yhtenäisten kokonaisuuksien kehittäminen ole edennyt tavoitellusti. Haasteeksi voikin jatkossa muodostua se, että kehitteillä on useita kilpailevia ratkaisuja, jolloin palveluiden kokonaiskuva hämärtyy. Toisaalta tekoäly, robotiikka ja muut kehittyvät teknologiat vaativat strategian päivittämistä, uudenlaista osaamista ja resursseja (STM 2016, Ailisto ym. 2019).

Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa – tutkimusprojektin tavoitteet ja menetelmät

Tässä artikkelissa tarkastelemme informaatioteknologian ja tekoälyn mahdollisuuksia terveyden edistämisen ja kansansairauksia ennaltaehkäisevien palveluiden kehittämisessä. Tulokset perustuvat Jyväskylän yliopistossa vuosina 2016–2019 toteutetun *Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa- hankkeen tuloksiin* (Neittaanmäki ym. 2019a). Projektin tutkimuskysymykset liittyivät tekoälyn hyödyntämiseen palvelujen kehittämisessä, kustannusvaikuttavien palveluiden ja interventioiden suunnitteluun, sote-tietojen hyödyntämiseen, tietojärjestelmien kehittämiseen sekä kyberturvallisuuteen (Neittaanmäki ym. 2019a). Hankkeessa käytettiin useita työskentelytapoja ja tutkimusmenetelmiä. Projektissa tehtiin taustoittavia kirjallisuuskatsauksia, kyselyitä, haastatteluja ja pilottitutkimuksia sekä toteutettiin sidosryhmien kanssa työpajoja. Lisäksi analysoitiin sosiaali- ja terveydenhuollon rekisteri-

RAKENTEELLISTEN UUDISTUSTEN OHELLA PYRITÄÄN DIGITALISAATION HYÖDYNTÄMÄLLÄ VASTAAMAAN NIIHIN HAASTEISIIN, JOITA VÄESTÖN IKÄÄNTYMINEN, TYÖVOIMAN VÄHENEMINEN JA KROONISTEN SAIRAUKSIEN YLEISTYMINEN ASETTAVAT SOSIAALI- JA TERVEYDENHUOLLON PALVELUJÄRJESTELMÄLLE (STM 2016).

neistoja, testattiin koneoppimis-, tekstianalytiikka- ja simulointimenetelmiä sekä kehitettiin tekoälypohjaisia prototyyppisovelluksia (Neittaanmäki ym. 2019a).

Hankkeen päättyessä voitiin todeta, että toimivia tekoälysovelluksia on käytössä useammin lääketieteessä (Mustonen 2019), mutta terveyden edistämisen ja ennaltaehkäisevän terveydenhuollon sovelluksista tiedetään vähemmän (Kaasalainen & Neittaanmäki 2018). Tämän artikkelin esimerkit liittyvät terveyden edistämisen ja kanssairauksien ennaltaehkäisyyn sovelluksiin.

Tekoäly terveyden edistämässä

Digitalisaation ja tekoälyn mahdollisuudet terveys- ja hyvinvointisovelluksissa

Monet viimeaikaiset tekoälyn sovellukset perustuvat siihen, että koneoppimisen avulla voidaan luokitella ja ryhmitellä dataa sekä ennustaa tapahtumien todennäköisyyksiä (Äyrämö 2019). Toisaalta syväoppimiseen liittyvä kehitys, kuten luonnollisen kielen analyysi ja kuvantunnistus, mahdollistavat strukturoimattoman tiedon, kuten tekstin, puheen ja kuvien, käsittelyn aikaisempaa tehokkaammin. Tekoälypohjaisille järjestelmille on ominaista mukautuvuus, eli järjestelmiin ei tarvitse ohjelmoida ennalta määriteltäviä sääntöjä kaikkia tehtäviä varten. Toisaalta, oppivat järjestelmät pystyvät parantamaan suorituskykyä datan tuottaman palautteen perusteella. Tekoälyä voidaan hyödyntää esimerkiksi monissa optimointitehtävissä ja suosittelujärjestelmissä (Neittaanmäki ym. 2019a).

Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa- hankkeen osatutkimuksissa kartoitettiin terveyden edistämiseen soveltuvia tekoälyn käyttötapauksia (Talvitie-Lamberg ym. 2018). Yhtenä esi-

merkkinä ovat elämäntapamuutoksia tukevat yksilölliset terveysteknologiasovellukset, jotka hyödyntävät käyttäjän tallentamaa tietoa, ennakkoivat tulevaa toimintaa ja tarjoavat yksilöllisiä suosituksia (Kaasalainen & Neittaanmäki 2018, Talvitie-Lamberg ym. 2018). Tekoälypohjaiset sovellukset voivat periaatteessa toimia itsenäisesti tai osana muiden digitaalisten ja fyysisten palvelujen kokonaisuutta (mm. virtuaalinen hyvinvointivalmennus, sähköiset omahoitopalvelut, etälääkäri). Sovellusten hyötyinä suhteessa aikaisempiin teknologioihin pidetään yksilöllisyyttä ja reaaliaikaista palautetta sekä mahdollisuutta kommunikoida luonnollisella kielellä (Talvitie-Lamberg ym. 2018).

Aikaisempien tutkimusten mukaan lupaavia tuloksia koneoppimissovelluksista on saatu esimerkiksi painonhallinnassa ja liikunnan edistämässä (Block ym. 2015, Everett ym. 2018, Hardeman ym. 2019). Koneoppimissovelluksia hyödyntävien interventioiden seurantajaksot ovat kuitenkin olleet lyhyitä ja käyttäjät ovat olleet valikoituneita (Block ym. 2015, Everett ym. 2018, Hardemann ym. 2019). Lisäksi

koneoppimismallien opetusdata on ollut kapea-alaista ja sovellusten toimivuudessa on ollut puutteita (Hardeman ym. 2019).

Kaikkiaan terveyttä edistävien ja omahoitoa tukevien tekoälysovellusten vaikuttavuudesta on vielä vähän tutkimustietoa (Triantafydylis ym. 2019). Lisätutkimusta tarvitaan ennen kuin voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, miten käytettynä, milloin ja kenelle sovelluksista on hyötyä (Hardemann ym. 2019).

Terveydennäköisyyden kehittymiseen vaikuttavat useat yksilöön ja elinympäristöön liittyvät tekijät, joten teknologian vaikuttavuutta arvioitaessa keskeistä on tiedostaa, millä mekanismeilla teknologiasovellusten odotetaan vaikuttavan käyttäytymiseen (Michie ym. 2011, Oinas-Kukkonen ym. 2014). Tähän mennessä

KAIKKIAAN TERVEYTTÄ
EDISTÄVIEN JA OMAHOITOA
TUKEVIEN TEKÖÄLYSOVEL-
LUSTEN VAIKUTTAVUUDESTA
ON VIELÄ VÄHÄN TUTKIMUS-
TIETOA (TRIANAFYDYLLIS
YM. 2019). LISÄTUTKIMUSTA
TARVITAAN ENNEN KUIN
VOIDAAN TEHDÄ JOHTOPÄÄ-
TÖKSIÄ SIITÄ, MITEN KÄYTET-
TYNÄ, MILLOIN JA KENELLE
SOVELLUKSISTA ON HYÖTYÄ
(HARDEMAN YM. 2019).

teknologian suunnittelussa vähemmän painoarvoa on saanut psykologisiin tekijöihin, kuten tunteisiin ja asenteisiin liittyvän tiedon hyödyntäminen, vaikka tiedetään, että näillä tekijöillä on huomattava vaikutus käyttäytymisvalinnoille (Rhodes & Kates 2015).

Teknologian kehityksessä mahdollisuuksia tulee lisää, mutta kaiken teknologian ei tarvitse tarkoittaa tekoälypohjaisia sovelluksia. Olennaisempaa on vastata kohderyhmän tarpeisiin. Perinteisilläkin ratkaisuilla on hyödyntämätöntä käyttöpotentiaalia. Jyväskylän yliopiston hankkeessa tehtiin pilottitutkimus, jossa selvitettiin, voiko radiovälitteinen liikuntaohjaus kannustaa ikäihmisiä arjen aktivointiin. Tutkimus toteutettiin maaliskuun 2019 aikana yhteistyössä Järviradion kanssa. Pilottia varten suunniteltiin 12-osainen liikuntaohjelmasarja, jonka yksi jakso kesti 5–8 minuuttia. Liikuntatuokioita lähetettiin kolmena päivänä viikossa. Kuuntelijoilta kerättiin palautetta verkkokyselyllä, johon saatiin 126 vastausta. (Kekki ym. 2019.)

Palautteen perusteella radiovälitteinen liikuntaohjaus näyttäisi sopivan yhtenä menetelmänä ikääntyneen väestön liikunta-aktiivisuuden tukemiseen. Tulokset ovat suuntaa-antavia, sillä kerätty palaute oli lyhyeltä ajanjaksolta ja valikoituneelta vastaajajoukolta. Pilottitutkimuksessa ei myöskään arvioitu muutosta fyysisessä aktiivisuudessa, vaan ennemmin ohjelman hyväksyttävyyttä. Johtopäätöksenä voidaan kuitenkin todeta, että sekä ikäihmisten että muiden kohderyhmien päivittäisen aktiivisuuden edistämässä radio voisi laajan tavoittavuuden vuoksi olla varteenotettava väylä, ja kannustaa etenkin paikallaanolon vähentämiseen (Kekki ym. 2019). Aikaisemmista ikääntyneiden liikunta-aktiivisuutta ja toimintakykyä arvioineista tutkimuksista tiedetään, että jo kerran viikossa tehty voimaharjoitus voi edistää päivittäistoiminnoista selviämistä ja ehkäistä toimintakyvyn heikkenemistä (Turpela ym. 2017).

Liian vähäisen liikunnan kustannukset yhteiskunnalle ovat vuosittain 4–7 miljardia euroa (Vasankari ym. 2018), joten kalliiden teknologioiden rinnalle liikunnan edistämiseen kaivataan helppoja ja arkeen soveltuvia ratkaisuja.

Digitaaliset palvelut ja tekoäly asiakaslähöisten palveluiden kehittämisessä

Kansalliset ja kansainväliset arviointiraportit korostavat tarvetta vahvistaa asiakkaiden osallistumista palveluiden kehittämiseen (Seppälä & Puranen 2019, OECD 2019). Toistaiseksi palvelut eivät ole näyttäneet asiakkaille yhtenäisinä kokonaisuuksina ja etenkin sosiaali- ja terveystieteiden välinen rajapinta on ollut jyrkkä (Rötsä ym. 2015, Duodecim 2017, Seppälä & Puranen 2019). Yksi tapa edistää palveluiden yhteentoimivuutta on ottaa käyttöön asiakaskohdainen kokonaissuunnitelma. Suunnitelman avulla voidaan parantaa esimerkiksi paljon palveluita tarvitsevien hoitoa ja helpottaa sektorirajoja ylittävää työskentelyä (STM 2014). Toistaiseksi arviointitietoa asiakassuunnitelmien käytöstä ja vaikutuksista hoitotuloksiin on kuitenkin vähän (Seppälä & Puranen 2019).

Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa- tutkimusprojektissa arvioitiin Hämeenlinnassa vuonna 2012 käyttöön otetun moniammatillisen asiakassuunnitelman (hoitosuunnitelma) vaikutuksia pitkäaikaissairaiden terveydentilan kehitykseen ja palvelujen käyttökustannuksiin (Korpela & Ruohonen 2019). Suunnitelman tekovaiheessa asiakkaat asettivat hoidon tavoitteet yhdessä ammattilaisten kanssa, ja omahoitoa tuettiin sähköisten palveluiden kautta. Hoitosuunnitelma tehtiin noin 1500 asiakkaalle, ja sen vaikutuksia seurattiin vuosina 2012–2016. Rekisteritietojen pohjalta tehdyt analyysit osoittivat, että hoitosuunnitelman saaneilla asiakkailla terveys koheni ja palveluiden tarve väheni

kolmen vuoden seurannan aikana. Asiakaskoh-
taiset kustannukset laskivat noin 20 prosenttia
lähtötilanteesta (Korpela & Ruohonen 2019).

Tutkimuksen tulokset ovat lupaavia ja perus-
televat tarvetta kehittää palveluja kokonaisuuk-
sina. Suunnitelman merkitys korostuu erityisesti
niillä asiakasryhmillä, joilla palvelutarpeet ovat
toistuvia ja moniammatillisia. Vaikuttavuus-
tietoa asiakassuunnitelmien käytöstä tarvitaan
kuitenkin lisää erilaisista toimintaympäristöistä.
Suunnitelman toimivuutta tulisi arvioida erityi-
sesti sellaisissa tapauksissa, joissa sosiaalihuolto
on vahvemmin mukana. Kansansairauksien
ennaltaehkäisyä ajatellen asiakassuunnitelma
voisi edistää moniammatillisen
elintapa- ja liikuntaneuvonnan
toteuttamista. Liikuntaneuvon-
nassa osallisena ovat usein sekä
terveydenhuollon ulkopuolella
toimivat liikunta-alan ammat-
tilaiset että terveydenhuollon
toimijat (Kivimäki, Turunen &
Ansaharju 2019). Tähän men-
nessä moniammatillista liikuntaneuvonnan pal-
veluketjua on tutkittu jonkin verran, mutta digi-
taalista teknologiaa hyödyntävää ohjausmallia ei
ole vielä laajasti käytetty (Kivimäki, Turunen &
Ansaharju 2019).

Kokonaissuunnitelman käyttö edellyttää, että
asiakas on antanut kaikille osapuolille luvan tieto-
jen katseluun (STM 2016). Jatkossa Omatietova-
rantaan tallennettujen mittaustietojen hyödyntä-
minen voi tuoda lisätyökalun elintapaohjauksen
toteuttamiseen. Keskeinen kysymys hyvinvoin-
titietojen keruussa on kuitenkin se, kuka vastaa
kerätyn datan tulkinnasta ja antaa palautetta.
Omaseurannan tiedetään olevan hyödyllistä,
mutta yksin se harvoin riittää kannustamaan
käyttäytymisen muutoksiin (Webb ym. 2010,
Michie ym. 2011). Tiedon lisäksi tarvitaan sään-
nöllistä palautetta ja vuorovaikutusta. Tulevaisuu-
dessa selvitettäväksi jää, voidaanko Omatietova-
rannon ja Kanta-palvelujen yhteyteen kehittää
automatisoituja sovelluksia, jotka tuottavat asiaka-
kaan kokonaistilanteen huomioivaa palautetta ja
tukevat vuorovaikutusta ammattilaisten kanssa.

Tällaisten ominaisuuksien kehittäminen edellyt-
täisi useita tietolähteitä integroivan data-alustan
kehittämistä ja siihen sisältyviä analytiikkaomi-
naisuuksia (Neittaanmäki ym. 2019b, 85).

Tekstianalytiikka on syväoppimiseen perustuva
tekoälyn sovellus, josta odotetaan hyötyjä sekä
vuorovaikutteisiin sovelluksiin että tiedolla johta-
misen työkaluihin (Talvitie-Lamberg ym. 2018).
Tekstianalytiikalla voidaan esimerkiksi muodos-
taa aineiston sisällöstä arkkityyppejä, etsiä tren-
dejä, tehdä tiivistelmiä ja tunnistaa merkityksiä
(Nyrhinen ym. 2018). Tekoäly ja terveydenhuolto
Suomessa -tutkimusprojektissa testattiin teks-
tianalytiikkaa Keski-Suomen sosiaaliamiehen
keräämän asiakaspalautteen
analysoinnissa (Nyrhinen ym.
2018). Analyysin perusteella
tunnistettiin syitä asiakkaiden
tyytymättömyydelle, koot-
tiin yhteydenottojen keskeisiä
aiheita ja tehtiin automaattisia
tiivistelmiä. Jatkossa vastaavaa
teknologiaa voidaan käyttää

KAIKKIAAN TEKSTIANALY-
TIIKAN AVULLA VOIDAAN
AIKAISEMPAA TEHOKKAAMMIN
SAADA TIETOA PALVELUIDEN
TOIMIVUUDESTA JA KERÄTÄ
TIETOA PALVELUPROSES-
SIEN VAIKUTTAVUUDESTA.

asiakaslähtöisempien palveluiden kehittämiseen,
palautteen läpikäymisen automatisointiin ja
ongelmakohtien havaitsemiseen (Nyrhinen ym.
2018). Kaikkiaan tekstianalytiikan avulla voidaan
aikaisempaa tehokkaammin saada tietoa palve-
luiden toimivuudesta ja kerätä tietoa palvelupros-
sessien vaikuttavuudesta. Sovelluksista voisi olla
hyötyä erityisesti sosiaalihuollossa, jossa raken-
teista kirjaamista on tehty terveydenhuollon pros-
sesseihin verrattuna vähemmän (Neittaanmäki
ym. 2019b, 55). Tekstianalytiikan soveltamisesta
ennaltaehkäisevän mielenterveystyön tukena
on saatu kansainvälisissä tutkimuksissa lupaavia
tuloksia (Näslund ym. 2019).

Terveyden edistämisen vaikuttavuuden arviointi ja tiedolla johtaminen

Terveyden edistämisen ja sairauksien ennaltaeh-
käisyn hyödyt ovat kiistattomia, mutta suurempi
kysymys on se, miten valitaan kustannusvaikutta-
vimmat menetelmät, kun käytössä on rajallisesti
resursseja (WHO 2015). Tekoälyn vahvuudet

tulevat esille suurten tietomassojen käsittelyssä ja tehtävissä, joissa datasta halutaan tunnistaa ja ennustaa ilmiöitä (Neittaanmäki ym. 2019a). Tiedolla johtamisessa tekoälymenetelmien tuottamat ennusteet voivat edistää vaikuttavien toimenpiteiden valitsemista. Ennaltaehkäisevän työn tarve tulee korostumaan tulevaisuudessa entisestään, kun väestö vanhenee. Tunnistamalla ajoissa ennaltaehkäistävien sairauksien riskitekijät ja tarjoamalla palveluita oikea-aikaisesti, on mahdollista vähentää sairastuneiden määrää tai ainakin siirtää sairauden puhkeamista. Samalla voidaan vaikuttaa myös kustannuskehitykseen (WHO 2015, Duodecim 2017).

Ennaltaehkäisevien interventioiden kohdentamista ja resurssien tarkoituksenmukaista käyttöä varten tarvitaan tilannekuva terveydentilasta sekä resurssien käytöstä. Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa - hankkeessa yhtenä tavoitteena oli selvittää, miten kansansairauksien kustannukset jakautuvat eri asiakasryhmien ja palvelunkäyttöluokkien mukaan (Ruohonen ym. 2018). Tutkimuksen aineistona käytettiin sosiaali- ja terveydenhuollon rekisteridatata Keski-Suomesta, Kainuusta ja Hämeenlinnasta vuosilta 2013–2014. Tulokset osoittivat, että tarkasteluvuosina kirjaamiskattavuus perusterveydenhuollossa oli vähäistä, sillä lähes 80 prosenttia tapahtumatiedoista oli ilman diagnoosia. Näin ollen käytettävissä olevien tietojen perusteella oli vaikea arvioida, mitkä käynnit liittyvät kansansairauksiin ja mitkä olivat sairauksien hoidon kokonaiskustannukset.

Jatkossa tarvitaan kattavammat tiedot erityisesti perusterveydenhuollon diagnooseista, suoritekustannuksista ja palvelutapahtumista, jotta voidaan hyödyntää edistyneempiä analytiikkamenetelmiä (Ruohonen ym. 2018). Myös aineistojen esikäsittelyyn vaadittavaa aikaa voisi lyhentää, jos tietojärjestelmät tukisivat raken-

teisen tiedon kirjaamista. Näin tieto palveluiden vaikuttavuudesta olisi nopeammin käytössä toiminnan kehittämiseen.

Palveluiden vaikuttavuuden ja kustannusvaikuttavuuden arviointi on ollut vaikeaa tietojen hajanaisuuden ja arviointimittareiden puutteen vuoksi. Jatkossa laatumittareiden yhtenäistämisen, tiedonkeruutapojen ja kansallisten tietovarastoratkaisujen kehittäminen sekä tiedon toissijaisen käytön mahdollistava laki voivat vähentää tietojen hyödyntämiseen liittyviä esteitä (Seppälä & Puranen 2018). Tiedon kerääminen ei kuitenkaan saisi olla itseisarvo tai rasite sosiaali- ja terveydenhuollon työntekijöille, vaan kirjaamisen tulisi olla mahdollisimman helppoa ja mielekästä. Esimerkiksi tieto omalla alueella elintapaohjausta saaneista asiakkaista ja heidän terveydentilan kehityksestä voisi tuoda työn kannalta merkityksellistä palautetta ennaltaehkäisyyn vaikuttavuudesta (vrt. Kunnamo 2018). Terveyden edistämiseen käytetään OECD:n arvion mukaan Euroopan maissa keskimäärin vain noin

kolme prosenttia terveydenhuoltomenoista (OECD 2010). Tarve painopisteen muuttamiselle korjaavista toimita ennaltaehkäisyyn on laajasti tunnistettu (Duodecim 2017).

Kuten edellä kuvattu esimerkki osoitti, terveydenhuollon rekistereistä saadaan hyvin vähän tietoa asiakkaiden terveystietäytymisestä ja ennaltaehkäisevän toiminnan toteutumisesta. Vaikka hyvinvointisovellusten, mittareiden ja sosiaalisen median käytön yleistyessä digitaalisessa muodossa olevan tiedon määrä

lisääntyy, tekoälymenetelmien käyttöä rajoittaa datan heikko saatavuus ja laatu (Mooney ym. 2018). Ilman riittävän kattavaa ja laadukasta dataa, päätöksentekoa tukevien mallien kehittäminen ei ole mahdollista (Mooney ym. 2018). Tekoälyyn pohjautuvien oppivien sovellusten hyödyntäminen terveyden edistämässä on vielä

VAIKKA HYVINVOINTISOVELLUSTEN, MITTAREIDEN JA SOSIAALISEN MEDIAN KÄYTÖN YLEISTYESSÄ DIGITAALISISSA MUODOSSA OLEVAN TIEDON MÄÄRÄ LISÄÄNTYY, TEKÖÄLYMENETELMIEN KÄYTTÖÄ RAJOITTA DATAN HEIKKO SAATAVUUS JA LAATU (MOONEY YM. 2018). ILMAN RIITTÄVÄN KATTAVAA JA LAADUKASTA DATAA, PÄÄTÖKSENTEKOA TUKEVIEN MALLIEN KEHITTÄMINEN EI OLE MAHDOLLISTA (MOONEY YM. 2018).

alkuvaiheissa. Sen sijaan systeemimallien hyödyntäminen tiedolla johtamisessa on viime vuosina yleistynyt (Luke & Stamakis 2012, Lee 2016).

Systeemimalleilla tarkoitetaan esimerkiksi simulaatioita ja verkkomalleja, joilla yksilötason tarkastelun sijasta voidaan mallintaa yksilön ja ympäristön vuorovaikutusta (Lee 2016). Simulointiin perustuen voidaan tehdä ennakoivia analyyseja interventioiden vaikutuksista, tuoda esille toimeenpanon kannalta keskeisiä kehityskohtia sekä auttaa valitsemaan kustannusvaikuttavimmat menetelmät (Lee 2016). Ennakoarvioinnin tärkeyttä korostaa se, että terveyden edistämisestä vaikuttavuustietoa kertyy hitaasti ja systeemitasen vaikutukset ovat hajanaisten tietojen perusteella vaikeasti tunnistettavissa (Luke & Stamakis 2012, Lee 2016). Interventioiden testaaminen virtuaalisesti ennen toimeenpanoa voi auttaa välttämään kalliit yrityksen ja erehdyksen kautta tehdyt kokeilut (Lee 2016).

Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa -hankkeessa mallinnettiin tapahtumapohjaisella simuloinnilla diabetesta ehkäisevien interventioiden säästöpotentiaalia (Ruohonen ym. 2019). Mallin tavoitteena oli arvioida, millaisia kustannushyötyjä saavutetaan, jos viisi prosenttia tyypin 2 diabeteksen riskiryhmään kuuluvista osallisuisi elintapaohjausta sisältäviin interventioihin. Mallissa verrattiin perinteisen kasvokkain tapahtuvan ohjauksen, digitaalisen valmennuksen ja kokonaan automatisoidun elintapaohjauksen vaikutuksia diabeteksen sairastavuuteen. Mallinnus osoitti, että laskennallisesti interventiot tuottaisivat noin puolet pienemmät kustannukset verrattuna siihen, että interventiota ei ole lainkaan tarjolla. Suotuisin toteutusvaihtoehto oli tilanne, jossa käytössä oli sekä kasvokkain toteutettu ohjaus, digitaalinen valmennus että tekoälypohjainen sovellus. Tapahtumapohjainen simulointi soveltui menetelmänä hyvin interventiovaikutusten ennakoarviointiin, mutta tulosten validiteettia reaali maailmaan tulee jatkossa parantaa. Tämä edellyttää sitä, että käy-

tettävissä on tarkemmat lähtötiedot interventioiden toteutuskustannuksista ja vaikuttavuudesta sekä siitä, miten halukkaita osallistujat ovat valitsemaan erilaisia interventiovaihtoehtoja (Ruohonen ym. 2019).

Tulokset interventioiden kustannusvaikutuksista ja säästöpotentiaalista ovat suuntaa antavia, koska mallin rakentamiseen käytetyt tiedot kerättiin useista tutkimuksista, eivätkä ne ole täysin yhteismitallisia (Ruohonen ym. 2019). Mallinnus toi kuitenkin esille tärkeitä interventioiden vaikuttavuusarviointin ja tiedonkeruun kehityskohteita. Jatkossa mallin kehittämistä jatketaan, ja se on tarkoitus validoida käyttämällä realistista interventiodataa. Mallia voidaan laajentaa soveltuvaan myös muita kansansairauksia ennaltaehkäisevien interventioiden ennakoarviointiin.

Yhteenveto ja kehitysehdotukset

Tekoäly ja digitaalinen teknologia yleistyvät ja arkipäiväistyvät, mutta toimintamallien muutok-

TEKOÄLY JA DIGITAALINEN
TEKNOLOGIA YLEISTYVÄT JA
ARKIPÄIVÄISTYVÄT, MUTTA
TOIMINTAMALLIEN MUUTOK-
SISTA JA TEKNOLOGIAN LISÄ-
ARVOSTA KERTY Y HITAASTI
VAIKUTTAVUUSTIETOA.

sista ja teknologian lisäarvosta kertyy hitaasti vaikuttavuustietoa. Tämän artikkelin tarkoituksena oli kuvata Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa -tutkimusprojektin tulosten avulla, millaisia mahdollisuuksia informaatioteknologia ja tekoäly tuovat terveyden edistämisen

ja kansansairauksien ennaltaehkäisyn interventioiden kehittämiseen. Esimerkkeinä olivat tekoälypohjaiset hyvinvointisovellukset, digitaalinen asiakassuunnitelma, tekstianalytiikka asiakaspalutteen analysoinnissa sekä tapahtumapohjainen simulatio interventioiden ennakoarvioinnin työkaluna.

Digitaaliset terveyssovellukset ja tekoäly ovat saaneet yhä enemmän jalansijaa myös Suomessa. Vuosien 2018–2019 aikana on otettu käyttöön sähköisiä oirearvioita, terveystarkastuksia ja hyvinvointivalmennusta tarjoava *Omaolo-palvelu* (Kuntaliitto 2018). Diabeteksen ennaltaehkäisyyn on kehitetty *Pienet teot-sovellus*, joka kannustaa terveyttä edistäviin valintoihin arjessa (Harjumaa

2017). Tekoälypohjaisista sovelluksista yhtenä esimerkkinä on alkoholiriippuvuuden hoitoon kehitetty *Previct* (A-Klinikkasäätiö 2019). Sovelluksen avulla voidaan tunnistaa riskikäyttö ja tarjota tukea ennakoivasti. Tekoälyn käytöstä perusterveydenhuollon palveluohjauksessa on myös saatu lupaavia tuloksia (Tenhunen ym. 2018). Vuonna 2018 julkaistussa Aalto-yliopiston tutkimuksessa todettiin, että oirearviointia tekevä sovellus tuotti teknologiaa käyttäneiden asiakkaiden hoitoonohjauksessa 14 prosentin säästöt. Kuitenkin vain 4 prosenttia asiakkaista käytti palveluohjauksen tekoälytyökalua (Tenhunen ym. 2018).

Digitaalisten palvelujen käyttö ja digitaalisen kehittäminen

Digitaalisten sovellusten toimivuuteen ja vaikuttavuuteen liittyy epävarmuutta, ja toisaalta palvelut pirstaloituvat ja muuttuvat jatkuvasti. Yksi haaste onkin kansalaisten ja ammattilaisten heikko tietämys uusista digitaalisista palveluista ja niiden käytöstä. Palveluiden käyttöönottoon tarvitaan koulutusta ammattilaisille, jotta uusia palveluita osataan hyödyntää ja tarjota niitä asiakkaille perinteisten vaihtoehtojen rinnalla (Vehko ym. 2019). Sote-uudistus koskee noin 250 000 ammattilaista ja kaikkia kansalaisia. Suomessa on monipuolinen koulutus- ja tutkimusinfrastruktuuri, mikä antaa hyvät edellytykset myös uusien menetelmien ja toimintatapojen käyttöönotolle. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla käyttää sote-menoista prosentti, eli noin 200 miljoonaa euroa ammattilaisten uuteen koulutukseen ja tutkimukseen. Koulutusohjelma voidaan toteuttaa maakunnittain alueellisen sairaanhoidopiiriin, yliopistollisen keskussairaalan, oppilaitosten ja yliopistojen yhteistyönä ja osittain valtakunnallisesti. Tutkimus- ja kehitystoimintaa voidaan hyödyntää vielä paljon nykyistä enemmän vaikuttavuuden arvioinnissa ja päätöksenteon tukena (Neittaanmäki ym. 2019b).

YHTENÄ VAIHTOEHTONA
VOISI OLLA KÄYTTÄÄ
SOTE-MENOISTA PROSENTTI,
ELI NOIN 200 MILJOONAA
EUROA AMMATTILAISTEN
UUTEEN KOULUTUKSEEN
JA TUTKIMUKSEEN.

Myös kansalaisten terveys- ja digiosaamista tulisi kehittää palvelujärjestelmän uudistuessa. Erityisesti tarvetta on sähköisten palveluiden tunnettuuden ja saavutettavuuden lisäämisessä sekä käytön opastuksessa (Hyppönen ym. 2018). Puolet kansalaista on arvioinut, että heillä on esteitä digitaalisten terveyspalveluiden käytössä (Hyppönen ym. 2018). Kansalaisille tulisi tarjota yhteiset neuvontapalvelut (Esim. SUOMI.fi, virtuaalisairaala), joihin voidaan liittää yksilöllinen tekoälytuettu päätöksentuki- ja ohjausjärjestelmä (Neittaanmäki 2019b). Kansalaisten käyttöön tarvitaan keskeiset julkiset palvelut kokoava alusta, joka tukee osallisuutta, terveyden edistämistä ja palveluiden saavutettavuutta eri ikäryhmissä ja elämänvaiheissa (Neittaanmäki ym. 2019b).

Suomessa terveys on epätasaisesti jakautunut sekä alueellisesti että sosioekonomisten ryhmien välillä (Manderbacka ym. 2017, THL 2019). Kehittyvä tiedonhallinta ja tietovarastojen parempi hyödyntäminen esimerkiksi massadatan käsittelytyökalujen avulla, voisi auttaa tuomaan näkyväksi myös syrjäytymistä, terveyden epätasaista jakautumista ja eriarvoisuutta sosiaali- ja terveyspalveluiden käytössä (Lumme 2017, VNK 2018).

Toimintamallien ja tietojärjestelmien integraatio voisi mahdollistaa sen, että sosiaali- ja terveyspalveluiden yhteisten asiakkaiden palveluiden koordinaatio olisi sujuvaa. Tiedonhallinnan yhtenäistäminen auttaisi hahmottamaan palveluprosessit kokonaisuuksina, mikä edistää myös ennaltaehkäisevän toiminnan kehittämistä (Neittaanmäki ym. 2019b).

Jotta digitaalinen teknologia edistäisi tavoitteiden mukaisesti palvelujen yhdenvertaista saavutettavuutta, toimivat fyysiset palvelut ovat tärkeitä erityisesti niille ryhmille, joilla ei ole mahdollisuutta tai halukkuutta käyttää digitaalisia palveluja (Tilles-Tirkkonen ym. 2018). Toisaalta tietoliikenneinfrastruktuurin kehittäminen edistää sitä, että digitaaliset palvelut ovat toimivia ja tasavertaisesti saavutettavissa.

Suomen pitkät etäisyydet puoltavat etähoidon lisäämistä. Etäpalvelut voivat tuoda myös kustannussäästöjä, joista yksi esimerkki on diabeteksen hoitoon liittyvien seurantamittausten toteuttaminen osittain etänä (Leminen ym. 2018).

Terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseen tarvitaan osallisiksi kaikki yhteiskunnan sektorit, mukaan lukien koulutusjärjestelmä, työyhteisöt, kauppa, liikenneinfrastruktuuri ja ympäristösuunnittelu sekä viestintä- ja media-ala. Esimerkiksi isoilla kauppaketjuilla on kokonaiskuva asiakkaidensa elintavoista. Kertyneen datan perustella kauppaketjut voisivat nykyistä enemmän tukea asiakkaitaan terveellisempiin elämäntapoihin (Nevalainen ym. 2018, Aiello ym. 2019). Myös myyntiä ja verotusta koskevat ohjaustoimet voivat olla perusteltuja terveyden edistämisen keinoja (WHO 2015, Erkkola ym. 2018). Esimerkiksi tuotantoprosessien uudistaminen ja ravitsemussisältöjen kehittäminen ovat olleet kustannusvaikuttavia tapoja suolan käytön vähentämisessä, kun elintarviketeollisuus on saatu mukaan terveyttä edistävän toiminnan tukemiseen (WHO 2015). Ostosdatan analysointi yhdessä muiden aineistolähteiden kanssa tuo uudenlaisia mahdollisuuksia myös ravitsemuspolitiikan ja -interventioiden suunnitteluun.

Kustannuskehitys

Odotusarvo digitaalisten palveluiden säästö-potentiaalista muodostuu toisaalta palveluprosessien skaalautuvuudesta ja toisaalta vaikuttavuudesta. Taloudellisia säästöjä voidaan saavuttaa, jos digitaalisia palveluita käytetään, käyttö johtaa muutoksiin yksilöiden terveydentilassa ja tarve käyttää kalliimpia terveydenhuollon palveluja vähenee. Digitaalisten palveluiden kehittäminen ja käyttöönotto sitoo resursseja, joten toimintamallien muutokset ja teknologian käyttöönotto eivät todennäköisesti heti alkuvaiheessa laske kustannuksia, vaan vaikutus voi olla myös päinvastainen. Omahoitointerventioista saatujen havaintojen mukaan, alkuinvestointeihin liittyvät kustannukset palautuvat tavallisesti 3–6 vuoden sisällä, jos

lisääntynyt aktiivisuus oman terveyden edistämässä heijastuu myös palvelujen käyttöön (Kaasalainen ym. 2019). Toisaalta tiedetään, että esimerkiksi pitkälle automatisoituihin palveluihin perustuva painonhallintavalmennus ei ole tuottanut yhtä hyviä tuloksia kuin henkilökohtainen ohjaus. Kustannusten näkökulmasta hyödyt tulevat skaalautuvuuden kautta, jos saavutetaan pieniäkin terveysvaikutuksia laajoissa väestöryhmissä (Ruohonen ym. 2019).

Tekoäly Suomen terveydenhuollossa -hankkeessa tehdyn arvion mukaan sote-kustannusten kasvua voidaan hillitä kehittämisohjelmalla, jossa hyödynnetään uusinta informaatio- ja tekoälyteknologiaa ja lääketieteellistä tutkimustietoa, kehitetään terveydenhuollon teknologioita ja toimintamalleja, koulutetaan ammattilaisia sekä opastetaan ja kannustetaan kansalaisia huolehtimaan omasta terveydestään (Neittaanmäki & Kaasalainen 2018).

Kaikkia osa-alueita tarvitaan, sillä pitkän aikavälin kustannuskehitykseen voidaan vaikuttaa vain kalliiden palveluiden tarvetta vähentämällä. Terveyden edistämisen vaikutukset voivat näkyä laajemmin vasta vuosien kuluessa toimenpiteistä, kun taas palveluprosessien tehostamisella kustannuksiin voidaan vaikuttaa nopeammin. Toimenpiteiden ennakoarviointi on tärkeää, jotta terveyden edistämisen kustannuksella ei haeta nopeita säästöjä (Sundqvist & Oulasvirta 2011, 15). Laki tiedon toissijaisesta käytöstä (HE 159/2017) voi antaa jatkossa entistä paremmat edellytykset tiedon hyödyntämiselle, tutkimustoiminnalle ja interventioiden vaikuttavuuden arvioinnille. Järjestelmätasolla keskitetyn tiedonhallinnan myötä on odotettavissa vaikuttavuus- ja kustannushyötyjä, jos sadoista kuntakohtaisista tietojärjestelmistä siirrytään keskitetympään maakunnalliseen ja kansalliseen tiedonhallintaan (Neittaanmäki ym. 2019b).

Yhteenveto

Terveyden edistämällä ja sairauksien ennaltaehkäisyllä on mahdollista tuottaa hyvinvointi-

pääomaa ja saavuttaa merkittäviä taloudellisia säästöjä. Toivottujen tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan painopisteen muutosta, monialaista yhteistyötä sekä uuden teknologian käyttöönottoa. Data-analytiikan ja tekoälymenetelmien avulla saatava tieto voi auttaa arvioimaan:

1. Miten poliittiset ohjaustoimet vaikuttavat terveydentilan kehitykseen (sääntely, rajoitukset jne..)?
2. Millaisia ovat alueelliset erot hyvinvoinnissa, palvelujärjestelmässä, hoitokäytännöissä ja sairastavuudessa?
3. Miten terveyden edistämisen interventiot vaikuttavat terveystuloksiin ja sote-kustannuksiin?
4. Miten tulisi kohdentaa resursointia?

Vaikka tekoälyllä on terveyden edistämässä ja palveluiden kehittämisessä potentiaalia, dataan perustuvien menetelmien soveltaminen ei ole ongelmaton. Tekoälymallien sovellusarvo rajoittuu toimintaympäristöön, josta data on kerätty. Esimerkiksi terveyden eriarvoisuuteen liittyvissä kysymyksissä on otettava huomioon, miten edustavia mallit ovat, ja voidaanko olettaa, että suunniteltu interventio toimii toivotusti kohdeväestössä (Panch ym. 2019). Terveyskäytännön edistämiseen liittyvien interventioiden on katsottu jopa voivan lisätä terveyseroja, jos ne kohdennetaan niin, että hyötyjinä ovat pääasiassa hyvätuloiset ja sosioekonomisesti menestyvät ryhmät (Sihto 2016, 48). On myös esitetty, että käytettävissä olevan terveystietojen esille tuomat ilmiöt eivät kerro yhtäläisesti heikommassa asemassa olevien ryhmien palvelutarpeista (Panch ym. 2019). Kotimaiset tutkimukset osoittavat, että heikommassa sosioekonomisessa asemassa olevat käyttävät vähiten ennalta ehkäiseviä terveyspalveluita (Manderbacka ym. 2017). Myös sähköisten terveyspalvelujen käytössä on eroja sosioekonomisten ryhmien välillä (Tilles-Tirkkonen ym. 2018). Datan reiluudesta laaditut linjaukset ovatkin tulleet entistä tärkeämmiksi, kun tekoälymenetelmien käyttö ja dataan perustuva päätöksenteko yleistyvät (European Commission 2018). Tärkeänä osana tekoälypohjaisten

järjestelmien ja interventioiden kehitystä on ymmärrys siitä, mihin tarpeeseen palveluita suunnitellaan ja millaiseen tietoon oletukset vaikuttavuudesta perustuvat. ■

Lähteet

- AALTO, A-M, MANDERBACKA K, MUURI A, SINERVO T, PEKURINEN M. (2019). Sosiaali- ja terveydenhuollon uudistaminen – mitä tavoitteita väestö pitää tärkeinä? Tutkimuksesta tiiviisti 10/2019. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki.
- AIELLO, L. M., SCHIFANELLA, R., QUERCIA, D., & DEL PRETE, L. (2019). Large-scale and high-resolution analysis of food purchases and health outcomes. *EPJ Data Science*, 8(1), 14.
- AALISTO, H., HEIKKILÄ, E., HELAAKOSKI, H., NEUVONEN, A., & SEPPÄLÄ, T. (2018). Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 46/2018.
- BLOCK, G., AZAR, K.M., ROMANELLI, R.J., BLOCK, T.J., HOPKINS, D., CARPENTER, H.A., DOLGINSKY, M.S., HUDES, M.L., PALANIAPPAN, L.P. & BLOCK, C. H. (2015). Diabetes prevention and weight loss with a fully automated behavioral intervention by email, web, and mobile phone: a randomized controlled trial among persons with prediabetes. *Journal of medical Internet research*, 17(10), e240.
- DUODECIM (2017). Painopiste preventioon. Konsensuslausuma tarttumattomien sairauksien ehkäisystä 2017. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. <https://www.duodecim.fi/wp-content/uploads/sites/9/2017/04/Konsensuslausuma-2017.pdf> (viitattu 28.5.2019)
- ERKKOLA, M., FOGELHOLM, M., KONTTINEN, H., LAAMANEN, J. P., MÄENPÄÄ, E., NEVALAINEN, J., ... & SAARIJÄRVI, H. (2019). Ruokaympäristön osatekijät ja ohjauskeinot.
- EUROPEAN COMMISSION 2019. Ethics guidelines for trustworthy AI. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines#Top> (viitattu 28.5.2019)
- EVERETT, E., KANE, B., YOO, A., DOBS, A., & MATHIOUDAKIS, N. (2018). A Novel Approach for Fully Auto-

- mated, Personalized Health Coaching for Adults with Prediabetes: Pilot Clinical Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 20(2), e72.: <http://doi.org/10.2196/jmir.9723> (viitattu 28.5.2019)
- HALLITUSOHJELMA 2019. Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:23. Pääministeri Antti Rinteen hallituksen ohjelma 6.6.2019.
- HARDEMAN, W., HOUGHTON, J., LANE, K., JONES, A., & NAUGHTON, F. (2019). A systematic review of just-in-time adaptive interventions (JITAI) to promote physical activity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16(1), 31.
- HARJUMAA, M. (2017). Pienet teot- sovellus. Esit-ysmateriaali. Saatavilla 20.11.2018.: https://www.vtt.fi/Documents/tapahtumat/Ennasemma%202017/Sto-pDia_Pienet%20teot.pdf
- HE. 2017b. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi sosiaali- ja terveystietojen toissijaisesta käytöstä sekä eräiksi siihen liittyviksi laeiksi. HE HE 159/2017 vp. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_159+2017.pdf (viitattu 28.5.2019)
- HILLI P., STÅHL T., MERIKUKKA M., RISTIKARI T. (2017). Syrjäytymisen hinta – case investoinnin kannattavuuslaskemasta. *Yhteiskuntapolitiikka* 82 (6), 663–675. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/135714/YP1706_Hilliyym.pdf?sequence=2. (viitattu 28.5.2019)
- HYPPÖNEN, H., AALTO, A.-M., REPONEN, J., KANGAS, M., KUUSISTO-NIEMI, S., HEPONIEMI, T. (2018). Kansalainen – pystyn itse? Kokemuksia sosiaali- ja terveydenhuollon sähköisistä palveluista kansalaisille. Tutkimuksesta tiiviisti 2, tammikuu 2018. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki
- KAASALAINEN K, RUOHONEN T. & NEITTAANMÄKI P. (2019) Interventiot ja tekoäly terveydenhuollossa. Watson Health Cloud Finland (WHC) -hankkeiden (2016–2019) loppuraportti, Vol. 3. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta. Yliopistopaino 2019.
- KEKKI K, HIIRIKOSKI R, KETTULA A, KAASALAINEN K, NEITTAANMÄKI P. Radiovalitteisen liikuntaohjauksen tavoitavuus ja soveltavuus ikäihmisten liikunta-aktiivisuuden edistämiseen - pilottitutkimuksen loppuraportti. (2019). Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta 2019. https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/radiovalitteisen_liikuntaohjauksen_tavoitavuus_ja_soveltavuus_ikaihmissen_liikunta_aktiivisuuden_edistamiseen_pilottitutkimuksen_loppuraportti.pdf (viitattu 28.5.2019)
- KELA (2019). Sairauspoissaolot. <https://www.kela.fi/sairauspoissaolojen-tutkimus>
- KIVIMÄKI S, TURUNEN M, ANSAHARJU A.(2019). Liikuntaneuvonnan onnistumisen edellytykset kunnissa -Kyselyn tulokset. KKI-ohjelma 2019. https://www.kkiiohjelma.fi/filebank/2948-Liikuntaneuvonnan_onnistumisen_edellytykset_kunnissa_raportti.pdf (viitattu 28.5.2019)
- KORPELA J & RUOHONEN T. (2019). Terveystyömalliin perustuvan hoitosuunnitelman vaikutus yksilön terveyteen ja kustannuksiin Hämeenlinnassa 2012–2016. Teoksessa Kaasalainen K, Ruohonen T. & Neittaanmäki P. Interventiot ja tekoäly terveydenhuollossa. Watson Health Cloud Finland (WHC) -hankkeiden (2016–2019) loppuraportti, Vol. 3. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta. Yliopistopaino 2019.
- KUNTALIITTO 2018. ODA: Omat digiajan hyvinvointi-palvelut-projekti. Saatavilla 25.11.2018: <https://www.kuntaliitto.fi/asiatuntijapalvelut/sosiaali-ja-terveysasiat/akusti/akusti-projektit/oda> (viitattu 28.5.2019)
- KUNNAMO, I. (2018). Care gap and health benefit – tools for value-based care. Teoksessa Sirkka A (eds.) *From Big Data to Myhealth–Data analytics as a tool for human-driven well-being*. Sitra studies 141. <https://media.sitra.fi/2018/11/28145403/from-big-data-to-myhealth.pdf>
- LEE, B. Y., BARTSCH, S. M., MUI, Y., HAIDARI, L. A., SPIKER, M. L., & GITTELSON, J. (2017). A systems approach to obesity. *Nutrition reviews*, 75(suppl_1), 94–106.
- LEHTOARO YM. (2019). Sähköiset palvelut ja palvelujen integraatio haastavat osaamisen – Sote-ammattilaisten näkemyksiä tulevaisuuden osaamistarpeista. Tutkimuksesta tiiviisti 2019_003. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki
- LEMINEEN, A., TYKKYLÄINEN, M., & LAATIKAINEN, T. (2018). Self-monitoring induced savings on type 2 diabetes patients' travel and healthcare costs. *International journal of medical informatics*, 115, 120–127.
- LUKE, D. A., & STAMATAKIS, K. A. (2012). Systems

- science methods in public health: dynamics, networks, and agents. *Annual review of public health*, 33, 357–376.
- LUMME S. (2017). Developing methodology of measuring socioeconomic equity in health care using register data. University of Helsinki, Faculty of Medicine, Hjelt Institute, Department of Public Health National Institute for Health and Welfare, Helsinki, Finland, <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/181360> (viitattu 28.5.2019)
- MANDERBACKA K, AALTO A, KESTILÄ L, MUURI A & HÄKKINEN U. (2017). Eriarvoisuus somaattisissa terveyspalveluissa. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Tutkimuksesta tiiviisti 9/2017.
- MATVEINEN P. (2018). Terveydenhuollon menot ja rahoitus 2017. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Tilastoraportti 15/2019.
- MICHIE, S., VAN STRALEN, M. M., & WEST, R. (2011). The behaviour change wheel: a new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation science*, 6(1), 42.
- MOONEY, S. J., & PEJAVER, V. (2018). Big data in public health: terminology, machine learning, and privacy. *Annual review of public health*, 39, 95–112.
- MULLER, D. C., MURPHY, N., JOHANSSON, M., FERRARI, P., TSILIDIS, K. K., BOUTRON-ROUAULT, M. C. et al. (2016). Modifiable causes of premature death in middle-age in Western Europe: results from the EPIC co-hort study. *BMC medicine*, 14(1), 87. <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12916-016-0630-6> (viitattu 28.5.2019)
- MUSTONEN P. (2019). Historiallinen käänne lääkäriammattissa. Teoksessa Neittaanmäki P, Tuominen H, Äyrämö S, Vähäkainu P. Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa. Watson Health Cloud Finland (WHC) -hankkeiden (2016–2019) loppuraportti, Vol. 1. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta. Yliopistopaino 2019.
- NEITTAANMÄKI P, TUOMINEN H, ÄYRÄMÖ S, VÄHÄKAINU P. (2019a). Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa. Watson Health Cloud Finland (WHC) -hankkeiden (2016–2019) loppuraportti, Vol. 1. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta. Yliopistopaino 2019.
- NEITTAANMÄKI P, LEHTO M, RUOHONEN T, KAASALAINEN K, KARLA T. (2019b). Suomen terveysdata ja sen hyödyntäminen. Watson Health Cloud Finland (WHC) -hankkeiden (2016–2019) loppuraportti, Vol. 1. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta. Yliopistopaino 2019.
- NEITTAANMÄKI P. & KAASALAINEN K. (2018). SOTE-toimintojen tehostaminen IT:n avulla – Kehittämispotentiaali ja toimenpideohjelma. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunnan julkaisuja 51/2018.
- NEVALAINEN, J., ERKKOLA, M., SAARIJÄRVI, H., NÄPILÄ, T., & FOGELHOLM, M. (2018). Large-scale loyalty card data in health research. *Digital health*, 4, 2055207618816898.
- NYRHINEN R, HIEKKA E, SILVENNOINEN M, TALVENSOOLA S, TALVITIE-LAMBERG K. (2018) Sosiaalinen hyvinvointi tekoälyn luonnollisen kielen testiesimerkinä. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja.72/2018
- NÄSLUND, J. A., GONSALVES, P. P., GRUEBNER, O., PENDSE, S. R., SMITH, S. L., SHARMA, A., & RAVIOLA, G. Digital Innovations for Global Mental Health: Opportunities for Data Science, Task Sharing, and Early Intervention. *Current Treatment Options in Psychiatry*, 1–15.
- OECD (2010) Health at glance: Europe 2010, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2010-en (viitattu 28.5.2019)
- OECD (2019), Health at a Glance 2019: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/4dd50c09-en>. (viitattu 10.11.2019)
- OECD/EU (2018), Health at a Glance: Europe 2018: State of Health in the EU Cycle, OECD Publishing, Paris/EU, Brussels, https://doi.org/10.1787/health_glance_eur-2018-en. (viitattu 10.11.2019)
- OINAS-KUKKONEN, H., & HARJUMAA, M. (2009). Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24(1), 28.
- PANCH T & GREAVES F. (2019) Artificial intelligence: opportunities and risks for public health. *Lancet digital Health*. 1 (1) e13.
- RHODES, R. E., & KATES, A. (2015). Can the affective response to exercise predict future motives and physical activity behavior? A systematic review of published evidence. *Annals of Behavioral Medicine*, 49(5), 715–731.
- RUOHONEN T, KAASALAINEN K, KALMARI J, RISSANEN V, KARHU A. (2019). Tapahtumapohjainen simulaa-

- tio diabetesta ennaltaehkäisevien interventioiden kustannusvaikutuksista. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja 82/2019
- RUOHONEN T, KAASALAINEN K, KORPELA J, KARHU A, RISSANEN V, HASSEL H. (2019) Julkisen sosiaali- ja terveydenhuollon kulujen jakautuminen Keski-Suomessa, Kainuussa ja Hämeenlinnassa. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja 74/2018.
- RÖTSÄ M, BERGLIND M, HUOVILA M, HYPÖNEN K, PEKSIEV T & MYKKÄNEN J. (2010). Sosiaalihuollon valtakunnallisten tietojärjestelmäpalveluiden ja määrämuotoisen kirjaamisen toimeenpanohanke (Kansa-hanke). Hankesuunnitelma 2016–2020. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). 10/2016. 73 sivua. Helsinki 2016. http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/130563/URN_ISBN_978-952-302-660-5.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (viitattu 10.11.2019)
- SEPPÄLÄ A & PURANEN K. (2019). Sote-tieto hyötykäyttöön 2020 strategian väliarviointi. Sosiaali- ja terveysministeriön raportteja ja muistioita 2019:1.
- SIHTO, M., PALOSUO, H., TOPO, P., VUORENKOSKI, L., & LEPPÖ, K. (2013). Terveyspolitiikan perusta ja käytännöt. Sosiaali- ja terveysministeriö (STM). 2018. Sosiaali- ja terveystietojen toissijainen käyttö. <https://stm.fi/sote-tiedon-hyodyntaminen> (viitattu 28.5.2019)
- STM (2016). Digitalisaatio terveyden ja hyvinvoinnin tukena. Sosiaali- ja terveysministeriön digitalisaatiolinjaukset 2025. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja. 2016:5
- STM (2014). Tieto hyvinvoinnin ja uudistuvien palvelujen tukena: Sote-tieto hyötykäyttöön -strategia. http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/70321/URN_ISBN_978-952-00-3548-8.pdf (viitattu 10.11.2019)
- SUNDQUIST S & OULASVIRTA L. (2011). Vaikutusten ennakoarviointi kunnallisessa päätöksenteossa. Suomen Kuntaliitto. http://shop.kuntaliitto.fi/product_details.php?p=2572 (viitattu 10.11.2019)
- TALVITIE-LAMBERG K, SILVENNOINEN M, ALA-KITULA A, KÄRKKÄINEN S, TYRVÄINEN P, KUOREMÄKI R, KINNUNEN P, MUNNUKKA J, ALLONEN S, PUHILAS P, VÄHÄKAINU P. Tekoälyn soveltaminen terveydenhuollossa ja hyvinvoinnissa. Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja. 54/2018 Saatavilla 13.11.2018: https://www.jyu.fi/it/fi/tutkimus/julkaisut/tekes-raportteja/tekoalyn_soveltaminen_terveydenhuollossa_ja_hyvinvoinnissa.pdf
- TENHUNEN, H., HIRVONEN, P., LINNA, M., HALMINEN, O. & HÖRHAMMER, I. (2018). Intelligent Patient Flow Management System at a Primary Healthcare Center – the Effect on Service Use and Costs. *Stud Health Technol Inform.* 2018;255:142–146.
- THL (2019). THL:n sairastavuusindeksi 2014–2016. Tilastoraportti 30/2019.
- TILLES-TIRKKONEN T, LAPPI J, KARHUNEN L, HARTUMAA M, ABSETZ P & PIHLAJAMÄKI, J. (2018). Sosioekonomisesti heikommassa asemassa olevien kiinnostus ja mahdollisuudet digitaalisten terveyspalveluiden käyttöön Yhteiskuntapolitiikka 83:3, 317–323.
- TRIANTAFYLIDIS, A. K., & TSANAS, A. (2019). Applications of machine learning in real-life digital health interventions: Review of the literature. *Journal of medical Internet research*, 21(4), e12286.
- TURPELA, M., HÄKKINEN, K., HAFF, G. G., & WALKER, S. (2017). Effects of different strength training frequencies on maximum strength, body composition and functional capacity in healthy older individuals. *Experimental gerontology*, 98, 13–21.
- VALTIONEUVOSTON KANSLIA (VNK). 2018. Eriarvoisuutta käsittelevän työryhmän loppuraportti. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 1/2018. s. 29-30 http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160706/01_2018_Eriarvoisuutta%20kasittelevan%20tryn%20loppuraportti_kansilla_nettili.pdf?sequence=1&isAllowed=y (viitattu 28.5.2019)
- VASANKARI T. ym. Liikkumattomuuden lasku kasvaa – vähäisen fyysisen aktiivisuuden ja heikon fyysisen kunnan yhteiskunnalliset kustannukset. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 31/2018. <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=25902>
- WEBB, T. L., JOSEPH, J., YARDLEY, L. & MICHIE, S. 2010. Using the internet to promote health behavior change: a systematic review and meta-analysis of the impact of theoretical basis, use of behavior change techniques, and mode of delivery on efficacy. *Journal of medical Internet research*, 12(1), e4.

VEHKO T, HYPÖNEN H, RYHÄNEN TOMPURI M, HEPO-
niemi T. (2019). Miten tietojärjestelmät palvelevat
terveydenhuollon ammattilaisten työtä? Vaikutuk-
set työhön ja työhyvinvointiin. Digityö ja stressi
-hankkeen loppuraportti. Terveyden ja hyvinvoinnin
laitos. Työpaperi 4/2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). (2015). Pro-
moting Health, Preventing Disease the Economic
Case: The Economic Case. OECD Publishing.

ÄYRÄMÖ S. Koneoppiminen ja tekoäly. (2019). Neit-
taanmäki P, Tuominen H, Äyrämö S, Vähäkainu
P. Tekoäly ja terveydenhuolto Suomessa. Watson
Health Cloud Finland (WHC) -hankkeiden (2016-
2019) loppuraportti, Vol. 1. Jyväskylän yliopiston
IT-tiedekunta. Yliopistopaino 2018.