

Rebekka Ritokallio

Tekoälysovellukset mielenterveyden hoidon tukena

Tietotekniikan kandidaatintutkielma

29. huhtikuuta 2020

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Rebekka Ritokallio

Yhteystiedot: rebecca.k.ritokallio@student.jyu.fi

Ohjaaja: Timo Tiihonen

Työn nimi: Tekoälysovellukset mielenterveyden hoidon tukena

Title in English: Artificial intelligence in mental health care

Työ: Kandidaatintutkielma

Sivumäärä: 29+0

Tiivistelmä: Mielenterveyden häiriöt ovat vakava ongelma sekä Suomessa että muualla Euroopassa, ja ne vaikuttavat ihmisten hyvinvoinnin lisäksi myös yhteiskunnan talouteen. Tässä kirjallisuuskatsauksessa kuvaillaan tekoälysovellusten potentiaalia mielenterveyden hoidon eri osa-alueilla ja esitellään potentiaalisten ratkaisujen taustalla olevia teknologioita. Tekoälyllä on paljon mahdollisuuksia mielenterveyden hoidon tukemisessa, mutta teknologioiden kehittämisessä on huomioitava useita rajoittavia tekijöitä. Tässä tutkielmassa kuvailtuja tekoälysovelluksia voidaan hyödyntää esimerkiksi mielenterveyden häiriöiden tunnistamiseen, vaihtoehtoisten hoitomahdollisuuksien tarjoamiseen ja potilaan itsenäisen elämän tukemiseen. Lisäksi tarkastellaan tekoälyn soveltamiseen liittyviä rajoitteita, jotka liittyvät muun muassa teknisiin ominaisuuksiin, eettisyyteen ja kliiniseen pätevyyteen.

Avainsanat: tekoäly, mielenterveys

Abstract: The burden of mental health problems is a serious issue in Finland and other European countries. Mental disorders have a negative impact on individuals' lives and the economic well-being of the countries. This literature review describes the potential of artificial intelligence in mental health care and the technologies behind different solutions. Artificial intelligence has a great potential in supporting mental health care, but there are several limitations that should be considered when developing the products.

Keywords: artificial intelligence, mental health

Kuviot

Kuvio 1. Psykiatrisen erikoissairaanhoidon potilaiden määrä vuosina 2006-2018 (Martikainen ja Järvelin 2019).....	4
---	---

Sisältö

1	JOHDANTO	1
2	YLEISIMMÄT MIELENTERVEYDEN HÄIRIÖT JA HOITOMUODOT	3
3	TEKOÄLYSOVELLUSTEN POTENTIAALI MIELENTERVEYDEN HOIDOSSA	5
3.1	Sairauksien ennakointi ja riskitekijöiden tunnistaminen	5
3.2	Matalan kynnyksen hoitomahdollisuudet	6
3.3	Lääkehoidon tehostaminen	7
3.4	Potilaan tilan seuraaminen ja itsenäisen elämän tukeminen.....	8
4	TEKOÄLYTEKNOLOGIAT	10
4.1	Datan kerääminen älylaitteiden avulla	10
4.2	Kuva-analyysi	11
4.3	Tekstianalyysi	12
4.4	Koneoppiminen.....	13
5	TEKOÄLYN SOVELTAMISEEN LIITTYVIÄ RAJOITTEITA	15
5.1	Tekniset ominaisuudet ja käyttäjien asenteet	15
5.2	Tietoturva ja eettisyys	16
6	YHTEENVETO.....	18
	LÄHTEET	20

1 Johdanto

Mielenterveyden ongelmat aiheuttavat Suomessa vuosittain yli 11 miljardin euron kulut, ja kaikissa EU-maissa kyseiset kulut ovat vuosittain yli 600 miljardia euroa (OECD ja EU 2018). OECD:n (2018) julkaiseman Health at a Glance: Europe 2018 -raportin mukaan Suomessa 18,8% väestöstä kärsii mielenterveyden ongelmista, mikä on enemmän kuin missään muussa EU-maassa. Raportin mukaan ero EU-maiden keskiarvoon on vain 1,5 prosenttiyksikköä, sillä keskimäärin EU-maiden kansalaisista 17,3% kärsii mielenterveyden ongelmista. Mielenterveyden häiriöt ovat vakava ongelma sekä Suomessa että kansainvälisesti.

Eläketurvakeskuksen (2018) tilastojen mukaan 51,5% kaikista suomalaisten työkyvyttömyyseläkkeistä on mielenterveysperusteisia. Vuonna 2000 mielenterveysperusteisella työkyvyttömyyseläkkeellä oli 6 301 alle 30-vuotiasta suomalaista, kun vuonna 2017 kyseinen luku oli 12 234 (Eläketurvakeskuksen tilastotietokanta 2020). Yli puolet kaikista suomalaisten työkyvyttömyyseläkkeistä on mielenterveysperusteisia ja niiden määrä on kasvanut viime vuosina merkittävästi.

Kiinnostus tekoälysovelluksia kohtaan on kasvanut, mikä näkyy muun muassa aloitteessa, jonka The International Telecommunication Union (ITU) ja World Health Organization (WHO) käynnistivät vuonna 2018 tekoälyn hyödyntämiseksi terveydenhuollossa (ITU 2018). Vaikka mielenkiinto on kasvanut, mielenterveyden häiriöiden hoidossa ei ole toistaiseksi hyödynnetty tekoälysovelluksia riittävän tehokkaasti, vaan esimerkiksi diagnosointi tehdään enimmäkseen psykologin subjektiivisen kokemuksen perusteella (Liu ym. 2019). On tärkeää selvittää, miten tekoälyn potentiaalia voidaan hyödyntää entistä tehokkaammin myös mielenterveyden hoidossa.

Maailmanlaajuisesti yksi ajankohtaisista mielenterveyteen vaikuttavista ilmiöistä on vuoden 2019 lopussa Kiinan Wuhanista alkunsa saanut koronaviruksen aiheuttama sairaus, COVID-19, joka julistettiin WHO:n toimesta pandemiaksi 11. maaliskuuta 2020 (WHO 2020). Sairauden leviämisen hillitseminen on aiheuttanut monissa maissa historiallisia toimia, joilla on ollut negatiivinen vaikutus myös ihmisten mielenterveyteen ja mielenterveyspalvelujen saatavuuteen (Jun Zhang ym. 2020). Sairauden leviäminen on rajoittanut kasvokkain tapahtuvan

keskusteluterapian tarjoamista, mikä on vaikeuttanut hoitojen etenemistä ja avun saamista. Mielenterveyspalveluiden suuren kysynnän ja huonon saatavuuden vuoksi taudin leviäminen on luonut entistä suuremman tarpeen teknologioiden avulla toteutettaville hoitomuodoille, sillä niiden avulla hoitoa voitaisiin tarjota myös etäpalveluna.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa kuvaillaan ja kartoitetaan tekoälyyn perustuvia teknologioita, joiden avulla edellä kuvattuja ongelmia voidaan ratkaista tai vähentää. Käsiteltävien sovellusten tavoitteena on muun muassa parantaa mielenterveyspalveluiden saatavuutta, tehostaa mielenterveyden häiriöiden diagnosointia ja tukea mielenterveyskuntoutujien itsenäistä elämää. Tekoälyn potentiaalia tarkastellaan useista mielenterveyden hoidon näkökulmista.

Toisessa luvussa käsitellään taustaa mielenterveyden ongelmista ja niiden hoidosta, sekä perustellaan tutkielman rajaus erityisesti mielenterveyden häiriöiden avohoidon tukemiseen. Kolmannessa luvussa käsitellään tekoälyyn pohjautuvien teknologioiden potentiaalia ja käytännön merkitystä mielenterveyden hoidossa. Neljännessä luvussa esitellään tekoälyteknologioita, jotka vaikuttavat edellisessä luvussa esiteltyjen sovellusten taustalla. Viidennessä luvussa keskitytään niihin rajoitteisiin, jotka vaikuttavat tekoälyn hyödyntämiseen.

2 Yleisimmät mielenterveyden häiriöt ja hoitomuodot

OECD:n (2018) julkaiseman Health at a Glance 2018 -raportin mukaan keskimäärin 17,3% EU-maiden väestöstä kärsii mielenterveyden häiriöistä, joista yleisimpiin kuuluvat masennus ja ahdistuneisuushäiriöt. Raportin mukaan ne kattavat yli puolet kaikista mielenterveyden ongelmista EU-maissa, joissa niistä kärsii yhteensä noin 46 miljoonaa ihmistä. Tässä luvussa monia aiheita käsitellään ahdistuneisuushäiriöiden ja masennuksen näkökulmasta niiden yleisyyden ja sitä kautta taloudellisen merkittävyyden vuoksi.

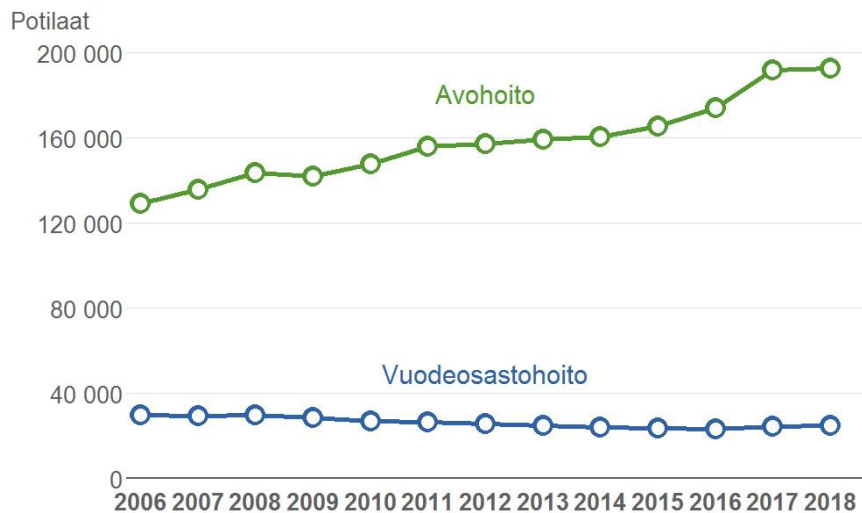
Mielenterveyden häiriön syntymiseen ei ole yhtä tarkkaa syytä, vaan sairauden puhkeaminen on yleensä monen tekijän summa. Kuka vain voi sairastua mielenterveyden häiriöön minkä ikäisenä tahansa, mutta 75% mielenterveyden häiriöistä alkaa ennen 24. ikävuotta (Kessler ym. 2005). Mielenterveyden häiriön puhkeamisen taustalla on usein kuormittava elämäntilanne, johon voivat vaikuttaa esimerkiksi ongelmat sosiaalisissa suhteissa (Moffitt ym. 2007), elämäntavoissa (Strine ym. 2008) tai taloudellisessa tilanteessa (Santiago, Wadsworth ja Stump 2011).

Mielenterveyden häiriöihin on saatavilla erilaisia hoitomuotoja. Esimerkiksi masennusta ja ahdistuneisuushäiriöitä hoidetaan ensisijaisesti lääkehoidon ja keskusteluterapian avulla, mutta potilaalle voidaan tarjota myös muun muassa hoitoa tukevaa ryhmätoimintaa sekä toiminnallisia hoitomuotoja (MIELI Suomen Mielenterveys ry 2020).

Mielenterveyden häiriöitä voidaan hoitaa joko avo- tai vuodeosastohoidossa. Avohoitoon kuuluu muun muassa potilaan tilan arviointi, sairauden hoitosuunnitelma, hoidon toteutus sekä asumiseen ja ihmissuhteisiin liittyvän tuen antaminen (Mielenterveystalo 2020). Avohoidon aikana pyritään siihen, että potilas asuu omassa kodissaan, eikä esimerkiksi sairaalan vuodeosastolla. Vuodeosastohoitoon ohjataan, jos avohoidon palvelut eivät riitä potilaan hyvinvoinnin edistämiseen (MIELI Suomen Mielenterveys ry 2020).

Vuodeosastohoidon osuutta mielenterveyden hoidossa on vähennetty merkittävästi, ja potilaita pyritään hoitamaan entistä enemmän avohoidossa (ks. kuvio 1). Psykiatrisen erikoissairaanhoidon vuodeosastohoidon menot ovat laskeneet Suomessa yli 10 vuoden ajan, mutta samaan aikaan avohoidon ja päiväosastohoidon kustannukset ovat nousseet (Matveinen

2019). Vuonna 2016 erikoissairaanhoidon psykiatrinen avo- ja laitoshoido kattoivat Suomen suurten kaupunkien kaikista terveydenhuollon kustannuksista 10%, josta avohoidon osuus oli 6% (Mikkola, Nemlander ja Tyni 2017).



Kuvio 1. Psykiatrisen erikoissairaanhoidon potilaiden määrä vuosina 2006-2018 (Martikainen ja Järvelin 2019) kuvaa avohoidon määrän kasvua Suomessa.

Mielenterveyspalvelujen suuren kysynnän vuoksi hoitoa voi joutua odottamaan pitkään. Muun muassa Pohjois-Pohjanmaan, Pirkanmaan ja Varsinais-Suomen sairaanhoitopiireissä yli 20% lasten ja nuorten erikoissairaanhoidon mielenterveyspalveluja hakeneista joutuivat odottamaan hoitoa yli 90 vuorokautta (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2019). Mielenterveyden häiriöihin tulisi saada hoitoa huomattavasti nopeammin, sillä ne aiheuttavat sairastuneelle vakavaa henkistä kuormitusta ja vaikeuksia esimerkiksi työelämässä (Halfin 2007).

Mielenterveyden avohoidon eri osa-alueita on tarpeellista kehittää ja tehostaa. Avohoidossa hoidetaan suurinta osaa mielenterveyden häiriöön sairastuneista, minkä vuoksi palvelut voivat ruuhkautua ja niiden saatavuus heikentyä. Avohoidon tehostaminen on tärkeää myös taloudellisesta näkökulmasta, sillä avohoidosta aiheutuvat terveydenhuollon kustannukset ovat merkittäviä. Erityisesti masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden hoitoa tulisi kehittää, sillä ne kattavat yli puolet kaikista mielenterveyden häiriöistä EU-maissa. Seuraavassa luvussa tarkastellaan, millaista potentiaalia tekoälyyn pohjautuvilla teknologioilla voisi olla mielenterveyden hoidon tukemisessa.

3 Tekoälysovellusten potentiaali mielenterveyden hoidossa

Tässä luvussa käsitellään tekoälysovellusten potentiaalia mielenterveyden hoidon tukena. Tekoälysovellusten luomia mahdollisuuksia käsitellään erityisesti masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden avohoidon näkökulmasta, mihin johtaneet syyt perusteltiin edellisessä luvussa. Tässä luvussa tekoälysovellusten potentiaalia tarkastellaan alkaen sairauksien ennakkoinnista ja riskitekijöiden tunnistamisesta edeten erilaisten hoitomuotojen ja potilaan itsenäisen elämän tukemiseen.

3.1 Sairauksien ennakointi ja riskitekijöiden tunnistaminen

Erilaiset teknologiat voivat tukea mielenterveyden häiriöiden varhaista tunnistamista, mikä voi mahdollistaa potilaan hoidon entistä aikaisemmin. Tekoälyn avulla on mahdollista kehittää mielenterveyden häiriöiden oireiden ennakoitua (Jinghe Zhang ym. 2015) ja sairauksien riskitekijöiden tunnistamista (De Choudhury ym. 2013; Reece ja Danforth 2017). Mielenterveyden häiriöiden tehokas hoito varhaisessa vaiheessa on tärkeää, sillä hoidon avulla voidaan ehkäistä sairauden uusiutumista sekä vähentää sairauteen liittyvää taloudellista ja henkistä kuormitusta (Halfin 2007).

Masennuksen riskitekijöitä on voitu tunnistaa sosiaaliseen mediaan ladatuista kuvista. Reecen ja Danforthin (2017) toteuttamassa tutkimuksessa selvisi, että masennusta ennustavat muun muassa kuvat, jotka ovat tummempia ja harmaampia kuin terveiden koehenkilöiden kuvat, ja joissa esiintyy vähemmän ihmisiä kuin terveiden koehenkilöiden kuvissa. Tutkimuksessa käytettyjen menetelmien avulla tunnistettiin masennuksesta kärsivät koehenkilöt 70% tarkkuudella. Sosiaaliseen mediaan ladattujen kuvien analysointi voi auttaa tunnistamaan masennuksesta kärsivän henkilön ja sitä kautta mahdollistaa avun tarjoamisen.

Myös sosiaaliseen mediaan julkaistujen tekstien analysointi voi mahdollistaa mielenterveyden häiriöiden tunnistamisen. Twitter-julkaisujen ja masennuksen välistä yhteyttä on tutkittu analysoimalla teksteistä muun muassa kirjoitustyyliä, käytettyä sanastoa ja välitettyjä tunnetiloja (De Choudhury ym. 2013). De Choudhuryn ym. (2013) toteuttaman tutkimuksen mukaan masennuksesta kärsivien julkaisut liittyivät usein muun muassa masennuksen oireisiin

ja hoitoon, tunteiden ilmaisuun ja ihmissuhteisiin. Tutkimuksessa saatiin lupaavia tuloksia siitä, että sosiaalisen median julkaisuista voidaan tekstianalyysin avulla tehdä päätelmiä ja ennustuksia henkilön henkisestä hyvinvoinnista.

Mielenterveyden häiriöiden puhkeamista on voitu ennustaa aikaisemmin kerätyn kliinisen datan perusteella. Potilaan hoitohistoriasta voidaan luoda malleja, jotka ennustavat mielen­terveyden häiriön puhkeamisen todennäköisyyttä (Jinghe Zhang ym. 2015; Huang ym. 2014). Ennustukset voivat perustua esimerkiksi potilaalle määrättyjen lääkkeiden, aiempien hoitojen etenemisen (Huang ym. 2014) tai fyysisten oireiden (Jinghe Zhang ym. 2015) analysointiin. Eri mallien avulla on voitu ennustaa mielen­terveyden häiriöiden puhkeamista kuukausia ennen varsinaista diagnoosia (Jinghe Zhang ym. 2015; Huang ym. 2014).

Edellä mainittuja teknologioita olisi mahdollista hyödyntää mielen­terveyden häiriöiden avo­hoidossa esimerkiksi potilaan tilan arvioinnin ja hoidon suunnittelun tukena. Teknologioi­den avulla voidaan arvioida potilaan mielialaa ja ennustaa mielen­terveyden tilassa tapahtu­via muutoksia. Lisäksi data-analyysin avulla voidaan erottaa sellaiset henkilöt, jotka eivät ole hakeneet apua, mutta saattavat kärsiä mielen­terveyden ongelmista. Oireiden ennakoin­nin ja tunnistamisen ansiosta potilaille olisi mahdollista tarjota hoitoa jo varhaisemmassa vaiheessa.

3.2 Matalan kynnyksen hoitomahdollisuudet

Tekoälyn avulla pyritään tarjoamaan matalan kynnyksen hoitomahdollisuuksia, jotka ovat helposti saatavilla hoitoa tarvitseville. Hoitoa halutaan tarjota tasapuolisesti kaikille fyysisistä tai psyykkisistä esteistä huolimatta. Fyysisiä esteitä hoidolle voivat olla esimerkiksi pitkä matka vastaanotolle tai fyysinen sairaus, kun taas henkisiä esteitä ovat esimerkiksi julkisten paikkojen pelko ja hoitoon liittyvä häpeä (Lovejoy 2019).

Älypuhelimiin asennettavat sovellukset voivat mahdollistaa matalan kynnyksen avun mie­len­terveyden häiriöistä kärsiville. Avun hakeminen on useimmille riskiryhmäläisille mah­dollista mobiilisovellusten kautta, sillä suurin riski sairastua mielen­terveyden häiriöihin on alle 24-vuotiailla (Kessler ym. 2005), joilla on usein käytössään älypuhelimet. Sovellusten avulla voidaan esimerkiksi tarjota tuki- ja kriisipalveluiden yhteystietoja, antaa luotettavaa

tietoa mielenterveyden häiriöistä (Bakker ym. 2016) tai tarjota keskusteluapua (Fitzpatrick, Darcy ja Vierhile 2017).

Kognitiivisen käyttäytymisterapian pohjalta suunniteltu Woebot-keskustelurobotti on luotu tarjoamaan pikaviestisovelluksen kautta matalan kynnyksen keskusteluapua henkilöille, joilla on mielenterveyden ongelmia (Fitzpatrick, Darcy ja Vierhile 2017). Häpeän tunne voi usein estää avun hakemisen, sillä henkilö voi pelätä sitä, että hänet nähdään mielenterveyden häiriön takia huonompana tai arvottomampana ihmisenä (Lovejoy 2019). Keskustelurobotin kanssa jutteleminen voi tuntua vähemmän häpeälliseltä kuin ihmisen kanssa keskustelu, mikä voi rohkaista ongelmista puhumiseen. Täysin automatisoitu Woebot tarjoaa apua sijainnista tai vuorokaudenajasta huolimatta, ja sen on tutkittu olevan käyttökelpoinen ja tehokas ratkaisu (Fitzpatrick, Darcy ja Vierhile 2017).

Teknologian avulla toteutettavat matalan kynnyksen hoitomahdollisuudet voisivat toimia apuna esimerkiksi mielenterveyspalveluiden ruuhkatilanteissa. Useissa Suomen maakunnissa voi olla mielenterveyspalveluihin yli 90 vuorokauden jonot, joten osa hoitoa hakevista voi joutua odottamaan hoitoa pitkään (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2019). Tekoälyyn perustuvat hoitomahdollisuudet voisivat mahdollistaa avun saamisen nopeammin, ja ne voisivat esimerkiksi toimia potilaan tukena ennen keskusteluterapiaan pääsyä.

3.3 Lääkehoidon tehostaminen

Tulevaisuudessa lääkehoitoa voidaan mahdollisesti tehostaa tekoälyn avulla esimerkiksi arvioimalla lääkkeen sopivuutta tietylle potilaalle. Tällä hetkellä potilaat voivat joutua kokeilemaan hoidon aikana useita eri lääkkeitä ennen sopivan lääkityksen löytymistä, mikä hidastaa hoidon etenemistä ja aiheuttaa merkittäviä lisäkuluja (Chekroud ym. 2017). Lääkehoito on keskusteluavun ohella ensisijainen hoitomuoto esimerkiksi masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden hoidossa (MIELI Suomen Mielenterveys ry 2020), minkä takia sen tehostaminen on tarpeellista.

Kliinisestä datasta voidaan löytää malleja, joiden avulla on mahdollista ennustaa masennuslääkkeiden tehokkuutta potilaalla (Chekroud ym. 2017). Chekroudin ym. (2017) toteuttamassa tutkimuksessa arvioitiin lääkkeiden tehokkuuden riippuvuutta masennuksen oireista, jot-

ka vaihtelevat potilaskohtaisesti. Tutkimuksessa selvisi, että tietyt masennuslääkkeet voivat tehotta paremmin tiettyihin oireryhmiin. Tutkimuksessa ei kuitenkaan saatu täysin aukoton-ta tietoa lääkkeiden sopivuuden ennustamisesta, joten menetelmän perusteella ei toistaiseksi voida jättää potilaan eri lääkekokeiluja tekemättä.

Mielenterveyden häiriöiden hoidon kannalta lääkehoidon tehostaminen on tärkeää. Ennuste-menetelmät voisivat vähentää turhia lääkekokeiluja, nopeuttaa potilaan tilan paranemista ja vähentää taloudellisia kustannuksia. Lääkehoidon avuksi kehitettävällä työkalulla voitaisiin tukea esimerkiksi masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden avohoitoon liittyvää lääkityksen suunnittelua ja toteutusta.

3.4 Potilaan tilan seuraaminen ja itsenäisen elämän tukeminen

Älylaitteita voidaan hyödyntää esimerkiksi masennuksesta tai ahdistuneisuushäiriöstä kärsivien potilaiden tilan seuraamiseen ja itsenäisen elämän tukemiseen. Potilaan tilan seuraaminen älylaitteen avulla voi tarjota puolueetonta tietoa potilaan hoidon tueksi ja vaikuttaa sitä kautta positiivisesti hoidon tuloksiin (Lovejoy 2019). Itsenäistä elämää voidaan tukea erilaisilla sovelluksilla, joiden avulla pyritään muun muassa lisäämään terveyttä edistävää käyttäytymistä (Price ym. 2014).

Potilaan tilaa voidaan arvioida monipuolisesti erilaisten älylaitteiden avulla, ja tietoa voidaan saada sekä fyysisestä että henkisestä tilasta. Erilaisten sensoreiden kautta kerätyn datan perusteella voidaan tehdä päätelmiä esimerkiksi potilaan sydämen sykkeestä (El-Amrawy ja Nounou 2015), liikkeistä (Sano ja Picard 2013) ja unen määrästä (Sano ym. 2015). Analysoimalla fyysisestä tilasta kerättyä dataa voidaan saada tietoa myös henkisestä tilasta, esimerkiksi henkilön mielialasta ja koetusta stressistä (Sano ym. 2015). Kehon fyysisillä reaktioilla on yhteys henkiseen tilaan, joten älylaitteiden avulla voidaan saada tietoa myös henkisestä kuormituksesta.

Mielenterveyskuntoutujien itsenäistä elämää voidaan tukea älypuheliin asennettavien sovellusten avulla. Mobiilisovellusten kautta potilas voi esimerkiksi saada muistutuksia lääkkeiden otosta, suosituksia erilaisista aktiviteeteista (Bakker ym. 2016) ja suorittaa terapeutin antamia kotitehtäviä (Price ym. 2014). Avohoidon aikana potilas asuu kotonaan, joten tek-

nologian kautta tarjottu tuki ja ohjeistus voivat auttaa arjessa selviytymistä. Mobiilisovellukset voivat tukea terveyttä edistävää käyttäytymistä ja vahvistaa sitoutumista hoitoon (Price ym. 2014).

Potilaan internetin käyttöä voidaan seurata älypuhelimien keräämän datan avulla. Internetin käyttöajan seuraaminen on tarpeellista, sillä liikakäyttö vähentää perheen ja ystävien kanssa vietettyä aikaa (Nie ym. 2002) sekä voi johtaa töiden, opiskelun ja muiden velvollisuuksien laiminlyöntiin (Akin ja Iskender 2011). Liikakäyttö voi aiheuttaa voimakasta yksinäisyyden tunnetta (Nie ym. 2002) ja lisätä ahdistusta, masennusta ja stressiä (Akin ja Iskender 2011). Monet älypuhelimet voivat seurata käyttäjän aktiivista ruutu-aikaa, kerätä tietoa käyttöön liittyvistä yksityiskohdista (Sano ym. 2015) ja niiden sovelluksiin voi asettaa käyttörajoituksia. Ruutuajan rajoittaminen ja kasvokkain tapahtuviin sosiaalisiin kohtaamisiin kannustaminen voivat lisätä potilaan henkistä hyvinvointia.

Liikunnan lisääminen on yksi merkittävä tavoite, johon pyritään myös mobiilisovellusten avulla. Masennuksesta tai ahdistuksesta kärsivät harrastavat vähemmän liikuntaa ja ovat todennäköisemmin ylipainoisia kuin ne, joilla ei ole diagnosoitu mielenterveyden häiriöitä (Strine ym. 2008). Mobiilisovellusten avulla voidaan esimerkiksi motivoida käyttäjiä liikuntaan säännöllisesti, antaa palautetta liikunnan määrästä ja tarjota vaihtoehtoisia liikuntamuotoja (Kranz ym. 2013). Fyysisellä hyvinvoinnilla on havaittu olevan selkeä yhteys henkiseen hyvinvointiin, minkä takia liikkumiseen kannustaminen on tärkeää.

Potilaan tilan seuraamista ja itsenäisen asumisen tukemista älylaitteiden avulla voisi olla mahdollista soveltaa laajemmin mielenterveyden häiriöiden avohoidossa. Avohoidon aikana potilas asuu omassa kodissaan, joten edellä esitettyjen teknologioiden avulla voitaisiin antaa tukea itsenäiseen asumiseen ja kannustaa potilasta terveyttä edistävään toimintaan. Lisäksi olisi mahdollista kerätä arvokasta tietoa potilaan toiminnasta sekä fyysisestä ja henkisestä tilasta myös muilla välineillä kuin potilaan omien raporttien kautta.

4 Tekoälyteknologiat

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin edellisessä luvussa kuvailtujen tekoälysovellusten toimintaperiaatteita. Tekoälysovellusten toiminta perustuu erilaisiin tekoälyteknologioihin, joista annetaan tässä luvussa tiivis kuvaus. Tässä luvussa kuvailtavat teknologiat ovat datan kerääminen älylaitteiden avulla, kuva- ja tekstianalyysi sekä koneoppiminen. Jokaisessa alaluvussa annetaan myös lyhyt esimerkki siitä, miten teknologiaa on mahdollista soveltaa mielenterveyden hoitoon.

4.1 Datan kerääminen älylaitteiden avulla

Älylaitteiden avulla voidaan kerätä monipuolista dataa erilaisilla menetelmillä. Dataa voidaan kerätä esimerkiksi kehon toiminnoista (El-Amrawy ja Nounou 2015), henkilön käyttäytymisestä (Sano ja Picard 2013) ja älylaitteen käyttöön liittyvistä tekijöistä, kuten älypuhelimien aktiivisesta käyttöajasta ja sen jakautumisesta eri sovellusten välille (Sano ym. 2015). Datan keräämiseen voidaan käyttää muun muassa älypuhelimia, -kelloja, ja -sormuksia.

Ihmisen fysiologiaa ja käyttäytymistä voidaan seurata hyödyntäen älylaitteiden sensoreita. Esimerkiksi ranteessa pidettävän älylaitteen avulla voidaan saada tietoa ihon sähkönjohtavuudesta mittaamalla sympaattisen hermoston aktiivisuutta, henkilön liikkeistä laitteen kiihtyvyyssantureiden kautta (Sano ja Picard 2013) ja sydämen sykkeestä sensoreiden keräämän datan perusteella (El-Amrawy ja Nounou 2015). Ihmisen fyysisestä tilasta ja aktiivisuudesta voidaan saada monipuolista tietoa erilaisten sensoreiden kautta, jota voidaan myös analysoida erilaisilla menetelmillä.

Käsittelemällä sensoreiden avulla kerättyä dataa voidaan saada kattavampi kuva henkilön tilasta. Esimerkiksi henkilön unen määrästä voidaan saada tietoa analysoimalla kiihtyvyyssanturin keräämää dataa Colen funktion ja Websterin algoritmin avulla (Cole ym. 1992). Toisaalta ihmisen henkisestä tilasta, esimerkiksi stressin määrästä, voidaan tehdä johtopäätöksiä analysoimalla unen määrää (Sano ym. 2015). Datan analysointi voi antaa tietoa sellaisista tekijöistä, joita ei voida mitata suoraan.

Useat älylaitteet voivat kerätä tietoa niiden aktiivisesta käyttöajasta ja käyttöön liittyvistä yksityiskohdista. Älypuhelimista voidaan saada käyttöajan lisäksi tietoa esimerkiksi soitetuista puheluista, lähetetyistä viesteistä, käyttöajan painottumisesta eri kellonaikoihin (Sano ja Picard 2013) ja eniten käytetyistä sovelluksista (Sano ym. 2015). Kerätyn datan perusteella saadaan tietoa siitä, mihin tarkoitukseen ja kuinka paljon henkilö käyttää laitettaan.

Datan keräämiseen soveltuvia teknologioita voidaan hyödyntää erityisesti potilaan tilan seuraamiseen ja itsenäisen elämän tukemiseen. Sensoreiden tuottaman datan perusteella potilas voi saada tarkempaa tietoa omasta tilastaan, esimerkiksi siitä, kuinka hyvin on nukkunut edellisenä yönä tai kuinka paljon on käyttänyt puhelintaan. Kerätty data auttaa myös terapeuttia saamaan puolueetonta tietoa potilaan tilasta ja toiminnasta.

4.2 Kuva-analyysi

Tekoälyyn pohjautuvan kuva-analyysin avulla voidaan tutkia yksittäisiä kuvia ja vertailla eri kuvien ominaisuuksia keskenään. Kuvien analysointia on mahdollista tehdä sekä pikselitasolla että laajemmalla, esimerkiksi kasvojentunnistuksen, tasolla. Kuva-analyysi hyödyntää kameroiden lisäksi konenäkötekniikoita ja koneoppimista (Tuominen ym. 2019).

Kuvia voidaan analysoida monipuolisesti, esimerkiksi värianalyysin (Reece ja Danforth 2017) ja kuvantunnistuksen (Tuominen ym. 2019) menetelmien avulla. Värianalyysia hyödyntämällä voidaan tutkia pikselitasolla esimerkiksi kuvien sävyä, värikylläisyyttä ja valon määrää (Reece ja Danforth 2017). Kuvantunnistamisen avulla puolestaan voidaan tehdä haastavia tunnistamistehtäviä, esimerkiksi tunnistaa kuvista automaattisesti muun muassa esineitä, ihmisiä tai kirjoitusta (Tuominen ym. 2019). Kuva-analyysin menetelmiä yhdistelemällä voidaan saada laaja käsitys kuvan sisällöstä ja vertailla kuvia keskenään.

Kuva-analyysiin liittyvät läheisesti myös kuvasta tallennetut metadatakomentit, jotka antavat lisätietoa kuvasta. Metadatakomentit voivat kertoa esimerkiksi kuvausajan, kuvaamiseen käytetyn laitteen ja tietoa kuvausasetuksista. Sosiaaliseen mediaan lisättyjen kuvien metadatakomponenteista voidaan lisäksi saada selville esimerkiksi niissä käytetyt filtrit sekä kommenttien ja tykkäyksien lukumäärä (Reece ja Danforth 2017). Kuvia ja metadataa analysoimalla voidaan saada kattavasti tietoa kuvien ominaisuuksista.

Kuva-analyysin perusteella on voitu tehdä ennustuksia mielenterveyden häiriöiden puhkeamisesta. Kuvapalvelu Instagramiin lisätyistä kuvista on voitu löytää merkkejä masennuksesta hyödyntämällä erilaisia kuva-analyysin menetelmiä, esimerkiksi värianalyysia ja kasvojen-tunnistusta (Reece ja Danforth 2017). Recen ja Danforthin (2017) toteuttamassa tutkimuksessa hyödynnettiin myös Instagram-kuvien metadatakomponentteja, jotka autoivat kuvien ominaisuuksien analysoinnissa.

4.3 Tekstianalyysi

Tekstianalyysi on luonnollisen kielen käsittelyn alakategoria, joka perustuu ainoastaan kirjoitetun tekstin käsittelyyn. Luonnollisen kielen analysointi kokonaisuudessaan kattaa laajemmin eri käsittelymenetelmiä, esimerkiksi puheen muuttamisen tekstiksi, puhutun kielen analysoinnin ja tekstin muuttamisen puheeksi (Nyrhinen 2019). Tekstianalyysia voidaan hyödyntää monipuolisesti tekstin tulkitsemiseen liittyvissä tehtävissä. Tekstianalyysi jaetaan usein kahteen kategoriaan, jotka ovat tilastollinen ja lingvistinen tekstianalyysi (Nyrhinen 2019).

Tilastollinen tekstianalyysi ei vaadi esitietoja kielestä, jota käsitellään (Lucas ym. 2015). Menetelmä perustuu tekstistä mitattavien muuttujien, esimerkiksi sanojen määrään, esiintyvyyteen tai sanaston monipuolisuuteen (Nyrhinen 2019). Tällaiset ominaisuudet ovat laskettavissa ilman esitietoja analysoitavasta kielestä. Tilastollinen tekstianalyysi voi vaatia aineiston esikäsitelyä, esimerkiksi joidenkin usein esiintyvien, mutta analysoinnin kannalta merkityksettömien, sanojen poistamista (Lucas ym. 2015).

Lingvistinen tekstianalyysi puolestaan perustuu esitietoon käsiteltävästä tekstistä. Tällaisia tarvittavia esitietoja voivat olla esimerkiksi ymmärrys kielen taivutusmuodoista ja siitä, miten erilaiset päätteet sitovat sanoja toisiinsa (Nyrhinen 2019). Lingvistisen tekstianalyysin avulla voidaan etsiä tekstistä esimerkiksi analyysin kannalta merkityksellisiä sanoja, persoonapronomineja tai apuverbejä (De Choudhury ym. 2013). Menetelmän käyttö ei ole mahdollista ilman esitietoja, sillä sanojen ja virkkeiden välisten merkitysten tulkitseminen on mahdotonta ilman tietoa kielestä.

Tekstianalyysin menetelmiä yhdistelemällä voidaan käsitellä kirjoitettua tekstiä monipuo-

lisesti (Suchanek, Ifrim ja Weikum 2006). Niiden avulla on voitu esimerkiksi muodostaa malleja, jotka ennustavat sosiaalisen median julkaisujen ja mielenterveyden häiriöiden välistä yhteyttä. Esimerkiksi Twitter-julkaisuista on voitu kartoittaa tiettyjen sanojen käyttöä ja lauseiden rakenteita, joiden perusteella on voitu tehdä ennusteita käyttäjän mielialasta (De Choudhury ym. 2013).

4.4 Koneoppiminen

Koneoppimisen tarkoituksena on, että ohjelmisto oppii datan ja toistuvien tapahtumien perusteella tulkitsemaan, luokittelemaan ja ennustamaan sille syötettyä tietoa automaattisesti (Niinimäki ym. 2019). Koneoppiminen on hyvin laaja käsite, joka luo pohjan myös osalle tässä luvussa esitellyille menetelmille, esimerkiksi kuva- ja tekstianalyysille (Alpaydin 2020). Koneoppiminen jaetaan usein kolmeen eri kategoriaan: ohjattuun oppimiseen (engl. *supervised learning*), ohjaamattomaan oppimiseen (engl. *unsupervised learning*) ja vahvistettuun oppimiseen (engl. *reinforcement learning*) (Niinimäki ym. 2019).

Ohjattu oppiminen tarkoittaa sitä, että ohjelmaa opetetaan annettujen syöte-tavoite-parien avulla toimimaan halutulla tavalla (Niinimäki ym. 2019). Ohjelma saa opetusvaiheessa oikeat vastaukset siitä, mitä tietynlainen syötedata tarkoittaa (Alpaydin 2020). Tavoitteena tällaisessa menetelmässä on, että ohjelma oppii lopulta automaattisesti tunnistamaan oikeat vastaukset samankaltaisesta aineistosta (Niinimäki ym. 2019).

Ohjaamaton oppiminen pohjautuu täysin annetun datan perusteella tapahtuvaan oppimiseen (Niinimäki ym. 2019). Ohjelma ei saa palautetta toiminnastaan, toisin sanoen sitä ei opeteta samalla tavalla kuin ohjatussa oppimisessa (Kotsiantis, Zaharakis ja Pintelas 2007). Ohjaamattoman oppimisen avulla pyritään tunnistamaan datasta sen rakenteen ominaisuuksia, esimerkiksi poikkeavuuksia tai säännöllisyyksiä (Alpaydin 2020).

Myöskään vahvistetussa oppimisessa ohjelmalle ei anneta oikeita syöte-tavoite-pareja. Vahvistetussa oppimisessa ohjelmalle annetaan positiivista tai negatiivista palautetta sen toiminnan perusteella, minkä avulla se oppii ja muuttaa toimintaansa (Kotsiantis, Zaharakis ja Pintelas 2007). Annetun palautteen perusteella ohjelma tekee muutoksia kehittääkseen toimintaansa siten, että positiivisen palautteen määrä kasvaa (Alpaydin 2020).

Yksi mielenterveyden hoitoon liittyvä koneoppimisen sovellus on lääkehoidon tehokkuuden ennustaminen. Lääkkeiden tehokkuutta on tutkittu potilaasta kerätyn kliinisen datan perusteella, josta on koneoppimisen avulla luotu hoidon tehokkuutta ennustavia malleja (Chekroud ym. 2017). Chekroud ym. (2017) hyödynsivät tutkimuksessaan koneoppimista, sillä sen avulla datasta voitiin löytää monimutkaisia ja moniulotteisia kaavoja, jotka auttoivat lääkehoidon tehokkuudesta kertovien ennusteiden tunnistamisessa.

5 Tekoälyn soveltamiseen liittyviä rajoitteita

Vaikka tekoälyteknologioiden soveltamisessa on paljon potentiaalia mielenterveyden hoidon eri osa-alueilla, sovelluksia täytyy tarkastella kriittisesti. Mielenterveyden hoitoon sovellettaisiin tekoälysovelluksiin liittyy rajoitteita, jotka vaikuttavat niiden käyttöönottoon ja käytettävyyteen. Tässä luvussa keskitytään erityisesti niihin rajoitteisiin, jotka koskevat tutkielmassa käsiteltyjä teknologioita. Käsiteltävät rajoitteet liittyvät ohjelmien teknisiin ominaisuuksiin, käyttäjien asenteisiin, tietoturvaan ja eettisiin kysymyksiin.

5.1 Tekniset ominaisuudet ja käyttäjien asenteet

Kehitysvaiheessa tehdyt valinnat sovellusten ominaisuuksista voivat vaikuttaa niiden käyttöönottoon. Esimerkiksi mobiilisovelluksissa (Brian ja Ben-Zeev 2014) ja tekstianalyysiin pohjautuvissa teknologioissa (Nyrhinen 2019) käytetty kieli voi vaikuttaa siihen, miten laajasti teknologioita voidaan hyödyntää. Englanninkielistä ohjelmaa voidaan kansainvälisesti käyttää huomattavasti laajemmin kuin suomenkielistä, mutta Suomessa se ei välttämättä ole kaikissa tilanteissa käyttökelpoinen. Kielen valinnassa on harkittava tarkkaan, mihin tarkoitukseen ja millaisille käyttäjille tuotetta kehitetään.

Myös muut kulttuuriin sidonnaiset tekijät vaikuttavat teknologioiden käyttöönottoon ja niiden teknisiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi joissain Aasian maissa ihmiset eivät käytä puhelimiaan yhtä aktiivisesti kuin esimerkiksi Euroopassa, sillä puhelinverkkojen toiminta ei ole yhtä edistynyttä ja puhelinten lataamiseen on rajalliset mahdollisuudet (Brian ja Ben-Zeev 2014). Osa teknologioista ei sovellu tällaisiin olosuhteisiin, jolloin niiden käyttöönotto on mahdotonta tai niille joudutaan kehittämään vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Ohjelmien toiminnan kannalta kriittisen datan saatavuus vaikuttaa sovellusten kehitykseen ja käyttöönottoon. Jos ohjelma perustuu esimerkiksi klinisen datan analysointiin, dataa voi olla vaikea saada käsiteltäväksi tietoturvakäytäntöjen vuoksi (Kotz 2011; Sun ja Medaglia 2019). Toisaalta esimerkiksi sosiaalisen median julkaisuja voidaan päästä käsittelemään helpommin, jolloin datan saatavuus on huomattavasti parempi, mutta se ei vastaa kuitenkaan kaikkiin kehitystarpeisiin (Vahteristo ja Kinnunen 2019). Datan käsittely on oleellinen osa

ohjelmien toimintaa, joten sen saatavuuteen pitää kiinnittää huomiota.

Kun teknologiat on saatu markkinoille, niissä esiintyvät tekniset ongelmat vaikuttavat niiden käytettävyyteen. Esimerkiksi Woebot-keskustelurobotin käyttöön ovat vaikuttaneet ongelmat luonnollisen keskustelun ylläpidossa ja sovelluksen tekniset häiriöt. Käyttäjät ovat raportoineet muun muassa painikkeiden toimimattomuudesta, itseään toistavista keskusteluista ja epäloogisista vastauksista (Fitzpatrick, Darcy ja Vierhile 2017). Tekniset ongelmat voivat vähentää teknologian käyttöä, herättää käyttäjissä negatiivisia tunteita ja saada sovelluksen tuntumaan epäluotettavalta (Sun ja Medaglia 2019).

Teknologioiden käyttöön ja tehokkuuteen vaikuttavat potilaiden asenteet teknologioita kohtaan. Jos potilas suhtautuu teknologiaan positiivisesti ja hyväksyvästi, hoitotulokset voivat olla parempia kuin sellaisella henkilöllä, joka suhtautuu teknologiaan negatiivisesti (Fitzpatrick, Darcy ja Vierhile 2017). Käyttäjä voi suhtautua negatiivisesti esimerkiksi silloin, jos teknologioiden hyödyntämät laitteet ovat käyttäjälle entuudestaan tuntemattomia tai niiden käyttö on koettu hankalaksi (Sun ja Medaglia 2019).

Terveydenhuollon ammattilaiset voivat suhtautua teknologioihin varautuneesti useista syistä. Jotkut voivat kokea, että tekoälyn tekemiin päätöksiin on vaikea luottaa, niiden tekemät virheet ovat hämmentäviä ja niissä esiintyviä teknisiä häiriöitä on vaikea korjata (Sun ja Medaglia 2019). Uusien teknologioiden käyttö voidaan kokea haastavaksi tai jopa uhkaavaksi, mikä voi rajoittaa niiden käyttöönottoa ja hyödyntämistä.

5.2 Tietoturva ja eettisyys

Tekoälysovellusten tietoturvan toteuttaminen on oleellinen osa ohjelmien kehitystä. Tavoitteena on varmistaa, että käyttäjien tietoja käsitellään vastuullisesti ja turvallisesti eikä tietoja luovuteta eteenpäin ilman käyttäjän suostumusta. Kansainvälisessä markkinoinnissa täytyy huomioida myös eri maiden tietoturvakäytännöt, joissa voi olla suuria eroavaisuuksia (Brian ja Ben-Zeev 2014). Sovellusten tietoturvaan täytyy kiinnittää erityistä huomiota, kun käsitellään arkaluontoista dataa käyttäjän terveydentilasta (Topol 2019).

Käyttäjien tietojen käsittely ei aina ole yksinkertaista, ja siihen voi liittyä myös eettisiä on-

gelmia. Joidenkin potilaiden selvästi heikentynyt mielenterveys voi vaikuttaa siihen, miten luotettavana suostumusta tietojen luovutukseen ja käyttöön voidaan pitää (Lovejoy 2019). Jos potilaan harkintakyky on heikentynyt, luovutettujen tietojen käyttämiseen liittyy vakavia eettisiä ongelmia.

Tekoälysovellusten kliinisen pätevyyden puute voi vaikuttaa teknologioiden käyttöönottoon ja niiden markkinoinnin eettisyyteen. Esimerkiksi isoa osaa markkinoilla olevista mobiilisovelluksista ei ole tutkittu riittävästi, mikä saattaa altistaa käyttäjän huonolaatuiselle informaatiolle ja vaikuttaa käyttäjän tilaan negatiivisesti (Lovejoy 2019). Tekoälysovellusten tulisi olla validoituja, objektiivisesti tutkittuja ja huolellisesti testattuja asianmukaisella datalla ennen niiden käyttöönottoa esimerkiksi sairaalaympäristössä (Topol 2019).

Teknologioiden soveltaminen erityisesti potilaan diagnosointiin ja lääkkeiden määräämiseen voivat herättää eettisiä kysymyksiä. Ohjelmien toiminnoissa voi esiintyä virheitä, jotka voivat vaikuttaa hoidettavan henkilön tilaan negatiivisesti (Topol 2019). Tällaisissa tilanteissa herää kysymys siitä, onko hoitovirheestä vastuussa esimerkiksi ohjelmoija, potilasta hoitava ihminen vai tuotetta kehittävä yritys. Täytyy harkita, miten suuri painoarvo teknologioiden tuottamalle tiedolle annetaan ja miten tietoa hyödynnetään esimerkiksi potilaan hoidossa (Vahteristo ja Kinnunen 2019).

6 Yhteenveto

Mielenterveyden häiriöt ovat vakava ja kasvava ongelma sekä Suomessa että kansainvälisesti. Mielenterveyden häiriöiden yleisyyden vuoksi mielenterveyspalveluille on suuri kysyntä, minkä takia ne voivat ruuhkautua ja hoitoa voi joutua odottamaan useita kuukausia. Tekoälyteknologioilla on potentiaalia tehostaa useita mielenterveyden hoidon osa-alueita ja mahdollistaa myös uusien etähoitopalvelujen tarjoaminen. Tällaisia hoitoa tukevia tekoälyteknologioita on olemassa ja ne ovat kohderyhmien tavoitettavissa, mutta niiden hyödyntämiseen liittyy useita rajoitteita.

Tässä tutkielmassa kuvailut teknologiat on valittu siten, että niiden potentiaalia voidaan hyödyntää ensisijaisesti mielenterveyden avohoidon tukena. Teknologioiden soveltamista on käsitelty erityisesti ahdistuneisuushäiriöiden ja masennuksen hoidon näkökulmista, mutta niiden soveltaminen voi olla mahdollista myös muiden mielenterveyden häiriöiden hoitoon. Tekoälysovellukset voivat auttaa muun muassa mielenterveyden häiriöiden puhkeamisen ennakoinnissa, erilaisten hoitomuotojen kehittämisessä ja potilaan itsenäisen elämän tukemisessa.

Useat käsitellyistä teknologioista perustuvat älylaitteiden, esimerkiksi älypuhelimien, käyttöön. Älylaitteiden käyttö on useimmille nuorille tuttua ja sujuvaa, joten sovellukset ovat heille helposti saatavilla ja niiden käyttö voi tuntua luontevalta. Tekoälysovelluksia halutaan kohdentaa erityisesti nuorille, sillä heillä on todettu suurin riski sairastua mielenterveyden häiriöihin.

Kuvailtujen tekoälysovellusten taustalla on erilaisia teknologioita. Tekoälysovellusten toiminta voi perustua esimerkiksi kuva- tai tekstianalyysiin, koneoppimiseen tai sensoreiden keräämän datan tulkitsemiseen. Yleensä sovellusten taustalla on useampi teknologia, jotka täydentävät toisiaan. Teknologian kehitys tarjoaa parempia mahdollisuuksia myös mielenterveyden hoidon tukemiseen.

Tekoälysovellusten hyödyntämisessä on huomioitava kehitykseen ja käyttöön liittyviä rajoitteita. Kehityksessä täytyy huomioida muun muassa käyttäjän yksityisyys, teknologioiden kliininen pätevyys ja sovellusten tekniset ominaisuudet. Teknologioiden käyttöön liittyy

useita eettisiä kysymyksiä, joita täytyy tarkastella huolellisesti. Tekoälysovellusten ominaisuuksilla voi olla suuri vaikutus siihen, miten laajasti kehitettyä ohjelmaa voidaan käyttää eri maissa ja ympäristöissä.

Vaikka tässä tutkielmassa käsiteltiin tekoälyn hyödyntämistä ensisijaisesti masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden näkökulmista, teknologiaa voidaan soveltaa myös muiden mielen-terveyden häiriöiden hoitoon. Esimerkiksi uhkapeliriippuvaisille on tarjolla nettiterapiaa (Peluri Peliklinikka 2020), skitsofreniaa voidaan ennustaa puheanalyysin avulla (Corcoran ym. 2018) ja erilaisiin fobioihin on saatavilla virtuaalitodellisuuteen perustuvaa terapiaa (Garcia-Palacios ym. 2002; Emmelkamp ym. 2001). Mielen-terveyden hoitoa tukevat tekoälysovellukset eivät rajoitu ainoastaan tutkielmassa esiteltyihin teknologioihin, vaan potentiaali on todellisuudessa vielä suurempi.

Lähteet

Akin, Ahmet, ja Murat Iskender. 2011. "Internet addiction and depression, anxiety and stress". *International online journal of educational sciences* 3 (1): 138–148.

Alpaydin, Ethem. 2020. *Introduction to machine learning*. MIT press.

El-Amrawy, Fatema, ja Mohamed Ismail Nounou. 2015. "Are currently available wearable devices for activity tracking and heart rate monitoring accurate, precise, and medically beneficial?" *Healthcare informatics research* 21 (4): 315–320.

Bakker, David, Nikolaos Kazantzis, Debra Rickwood ja Nikki Rickard. 2016. "Mental health smartphone apps: review and evidence-based recommendations for future developments". *JMIR mental health* 3 (1): e7.

Brian, Rachel M, ja Dror Ben-Zeev. 2014. "Mobile health (mHealth) for mental health in Asia: objectives, strategies, and limitations". *Asian journal of psychiatry* 10:96–100.

Chekroud, Adam M, Ralitza Gueorguieva, Harlan M Krumholz, Madhukar H Trivedi, John H Krystal ja Gregory McCarthy. 2017. "Reevaluating the efficacy and predictability of antidepressant treatments: a symptom clustering approach". *JAMA psychiatry* 74 (4): 370–378.

Cole, Roger J, Daniel F Kripke, William Gruen, Daniel J Mullaney ja J Christian Gillin. 1992. "Automatic sleep/wake identification from wrist activity". *Sleep* 15 (5): 461–469.

Corcoran, Cheryl M, Facundo Carrillo, Diego Fernández-Slezak, Gillinder Bedi, Casimir Klim, Daniel C Javitt, Carrie E Bearden ja Guillermo A Cecchi. 2018. "Prediction of psychosis across protocols and risk cohorts using automated language analysis". *World Psychiatry* 17 (1): 67–75.

De Choudhury, Munmun, Michael Gamon, Scott Counts ja Eric Horvitz. 2013. "Predicting depression via social media". Teoksessa *Seventh international AAAI conference on weblogs and social media*.

Eläketurvakeskuksen tilastotietokanta. 2020. *Työ- ja kansaneläkejärjestelmän työkyvyttömyyseläkkeensaajat sairauspääryhmittäin*. Viitattu 23.03.2020. https://tilastot.etk.fi/pxweb/fi/ETK/ETK__110kaikki_elakkeensaajat__10elakkeensaajien_lkm/elsa_k10_tk_diag.px/?rxid=5a711b22-5e63-4f03-bce4-156ead8a6c45.

Emmelkamp, Paul MG, Mary Bruynzeel, Leonie Drost ja Charles AP G van der Mast. 2001. "Virtual reality treatment in acrophobia: a comparison with exposure in vivo". *CyberPsychology & Behavior* 4 (3): 335–339.

Fitzpatrick, Kathleen Kara, Alison Darcy ja Molly Vierhile. 2017. "Delivering Cognitive Behavior Therapy to Young Adults With Symptoms of Depression and Anxiety Using a Fully Automated Conversational Agent (Woebot): A Randomized Controlled Trial". *JMIR Ment Health* 4, numero 2 (kesäkuu): e19. ISSN: 2368-7959. doi:10.2196/mental.7785. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28588005>.

Garcia-Palacios, Azucena, Hunter Hoffman, Albert Carlin, TA Furness Iii ja Cristina Botella. 2002. "Virtual reality in the treatment of spider phobia: a controlled study". *Behaviour research and therapy* 40 (9): 983–993.

Halfin, Aron. 2007. "Depression: the benefits of early and appropriate treatment." *The American journal of managed care* 13 (4 Suppl): S92–7.

Huang, Sandy H, Paea LePendou, Srinivasan V Iyer, Ming Tai-Seale, David Carrell ja Nigam H Shah. 2014. "Toward personalizing treatment for depression: predicting diagnosis and severity". *Journal of the American Medical Informatics Association* 21 (6): 1069–1075.

ITU. 2018. *ITU and WHO launch new initiative to leverage power of Artificial Intelligence for health*. Viitattu 07.03.2020. <https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/2018-pr18.aspx>.

Kessler, Ronald C, Patricia Berglund, Olga Demler, Robert Jin, Kathleen R Merikangas ja Ellen E Walters. 2005. "Lifetime prevalence and age-of-onset distributions of DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication". *Archives of general psychiatry* 62 (6): 593–602.

- Kotsiantis, Sotiris B, I Zaharakis ja P Pintelas. 2007. “Supervised machine learning: A review of classification techniques”. *Emerging artificial intelligence applications in computer engineering* 160:3–24.
- Kotz, David. 2011. “A threat taxonomy for mHealth privacy”. Teoksessa *2011 Third International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS 2011)*, 1–6. IEEE.
- Kranz, Matthias, Andreas MöLler, Nils Hammerla, Stefan Diewald, Thomas PlöTz, Patrick Olivier ja Luis Roalter. 2013. “The mobile fitness coach: Towards individualized skill assessment using personalized mobile devices”. *Pervasive and Mobile Computing* 9 (2): 203–215.
- Liu, Guang-Di, Yu-Chen Li, Wei Zhang ja Le Zhang. 2019. “A Brief Review of Artificial Intelligence Applications and Algorithms for Psychiatric Disorders”. *Engineering*. ISSN: 2095-8099. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.06.008>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809919300657>.
- Lovejoy, Christopher A. 2019. “Technology and mental health: The role of artificial intelligence”. *European Psychiatry* 55:1–3.
- Lucas, Christopher, Richard A Nielsen, Margaret E Roberts, Brandon M Stewart, Alex Storer ja Dustin Tingley. 2015. “Computer-assisted text analysis for comparative politics”. *Political Analysis* 23 (2): 254–277.
- Martikainen, Visa, ja Jutta Järvelin. 2019. “Psykiatrinen erikoissairaanhoito 2018”. Tilastoraportti 42/2019, *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*.
- Matveinen, Petri. 2019. “Terveydenhuollon menot ja rahoitus 2017”. Tilastoraportti 15/2019, *Terveyden ja hyvinvoinnin laitos*.
- Mielenterveystalo. 2020. *Sanasto*. Viitattu 07.03.2020. <https://www.mielenterveystalo.fi/aikuiset/Tietopankki/sanasto/Pages/default.aspx>.
- MIELI Suomen Mielenterveys ry. 2020. *Mielenterveyspalvelut*. Viitattu 07.03.2020. <https://mieli.fi/fi/tukea-ja-apua/apua-mielenterveyden-ongelmiin/mielenterveyspalvelut>.

- Mikkola, Teija, Anu Nemlander ja Tero Tyni. 2017. "Suurten kaupunkien terveydenhuollon kustannukset vuonna 2016". *Suomen Kuntaliitto*.
- Moffitt, Terrie E, Avshalom Caspi, Honalee Harrington, Barry J Milne, Maria Melchior, David Goldberg ja Richie Poulton. 2007. "Generalized anxiety disorder and depression: childhood risk factors in a birth cohort followed to age 32". *Psychological medicine* 37 (3): 441–452.
- Niinimäki, Esko, Ilkka Pölönen, Ilkka Rautiainen, Heli Tuominen ja Sami Äyrämö. 2019. "Luokittelu- ja ennustemenetelmät". Teoksessa Tuominen, Neittaanmäki, Niinimäki, Pölönen, Rautiainen, Äyrämö, Ruohonen, Nyrhinen, Ojalainen, Vähäkainu ym. 2019.
- Nyrhinen, Riku. 2019. "Tekstianalytiikka". Teoksessa Tuominen, Neittaanmäki, Niinimäki, Pölönen, Rautiainen, Äyrämö, Ruohonen, Nyrhinen, Ojalainen, Vähäkainu ym. 2019.
- OECD ja EU. 2018. *Health at a Glance: Europe 2018*. 212. doi:https://doi.org/https://doi.org/10.1787/health_glance_eur-2018-en. https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/health_glance_eur-2018-en.
- Peluuri Peliklinikka. 2020. *Peli poikki -ohjelma*. Viitattu 03.04.2020. https://peluuri.fi/fi/pelaajat/peluurin-valtakunnalliset-palvelut/peli-poikki-ohjelma?gclid=EAIaIQobChMI6sHHyfjL6AIVBKsYCh20bQWIEAAYASAAEgKxH_D_BwE.
- Price, Matthew, Erica K Yuen, Elizabeth M Goetter, James D Herbert, Evan M Forman, Ron Acierno ja Kenneth J Ruggiero. 2014. "mHealth: a mechanism to deliver more accessible, more effective mental health care". *Clinical psychology & psychotherapy* 21 (5): 427–436.
- Reece, Andrew G, ja Christopher M Danforth. 2017. "Instagram photos reveal predictive markers of depression". *EPJ Data Science* 6 (1): 1–12.

Sano, Akane, Andrew J Phillips, Z Yu Amy, Andrew W McHill, Sara Taylor, Natasha Jaques, Charles A Czeisler, Elizabeth B Klerman ja Rosalind W Picard. 2015. “Recognizing academic performance, sleep quality, stress level, and mental health using personality traits, wearable sensors and mobile phones”. Teoksessa *2015 IEEE 12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)*, 1–6. IEEE.

Sano, Akane, ja Rosalind W Picard. 2013. “Stress recognition using wearable sensors and mobile phones”. Teoksessa *2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, 671–676. IEEE.

Santiago, Catherine DeCarlo, Martha E Wadsworth ja Jessica Stump. 2011. “Socioeconomic status, neighborhood disadvantage, and poverty-related stress: Prospective effects on psychological syndromes among diverse low-income families”. *Journal of Economic Psychology* 32 (2): 218–230.

Strine, Tara W, Ali H Mokdad, Shanta R Dube, Lina S Balluz, Olinda Gonzalez, Joyce T Berry, Ron Manderscheid ja Kurt Kroenke. 2008. “The association of depression and anxiety with obesity and unhealthy behaviors among community-dwelling US adults”. *General hospital psychiatry* 30 (2): 127–137.

Suchanek, Fabian M, Georgiana Ifrim ja Gerhard Weikum. 2006. “Combining linguistic and statistical analysis to extract relations from web documents”. Teoksessa *Proceedings of the 12th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, 712–717.

Sun, Tara Qian, ja Rony Medaglia. 2019. “Mapping the challenges of Artificial Intelligence in the public sector: Evidence from public healthcare”. *Government Information Quarterly* 36 (2): 368–383.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2019. *Lasten ja nuorten mielenterveyspalvelut, tuottajaverailu*. Viitattu 07.03.2020. https://sampo.thl.fi/pivot/prod/fi/eshjono/psyka/summary_psykiatria02.

Topol, Eric J. 2019. “High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence”. *Nature medicine* 25 (1): 44–56.

Tuominen, Heli, Pekka Neittaanmäki, Esko Niinimäki, Ilkka Pölönen, Ilkka Rautiainen, Sami Äyrämö, Toni Ruohonen, Riku Nyrhinen, Anniina Ojalainen, Petri Vähäkainu ym., toimittaneet. 2019. *Tekoälyn perusteita ja sovelluksia*. Jyväskylän yliopiston Informaatioteknologian tiedekunta.

Vahteristo, Anna Marika Kristiina, ja Ulla-Mari Kinnunen. 2019. “Tekoälyn hyödyntäminen terveydenhuollossa terveystarkkailun ja riskitekijöiden tunnistamiseksi ja ennustamiseksi”. *Finnish Journal of eHealth and eWelfare* 11 (3): 198–209.

WHO. 2020. *Rolling updates on coronavirus disease COVID-19*. Viitattu 28.03.2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/events-as-they-happen>.

Zhang, Jinghe, Haoyi Xiong, Yu Huang, Hao Wu, Kevin Leach ja Laura E Barnes. 2015. “M-SEQ: Early detection of anxiety and depression via temporal orders of diagnoses in electronic health data”. Teoksessa *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2569–2577. IEEE.

Zhang, Jun, Weili Wu, Xin Zhao ja Wei Zhang. 2020. “Recommended psychological crisis intervention response to the 2019 novel coronavirus pneumonia outbreak in China: a model of West China Hospital”. *Precision Clinical Medicine*.