



Eetu Haverinen

Terveysteknologian mahdollisuudet Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

Insinöörityö

29.4.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Eetu Haverinen
Otsikko:	Terveysteknologian mahdollisuudet Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa
Sivumäärä:	36 sivua + 2 liitettä
Aika:	29.4.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine:	Hyvinvointi- ja terveysteknologia
Ohjaajat:	Lehtori Juha Havukumpu

Tämän insinööriyön tavoitteena oli kartoittaa terveysteknologian mahdollisuuksia Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa. Alzheimerin tauti on merkittävä kansanterveydellinen haaste, jonka varhainen diagnosointi mahdollistaa oikea-aikaisen hoidon aloittamisen sekä potilaan ja hänen läheistensä elämänlaadun parantamisen. Työssä tarkasteltiin erityisesti digitaalisten mobiili- ja verkkopohjaisten ratkaisujen (mHealth ja eHealth) hyödyntämistä taudin havaitsemisessa.

Työ toteutettiin narratiivisena kirjallisuuskatsauksena, jonka aineistona käytettiin 19 vertaisarvioitua tutkimusartikkelia vuosilta 2015–2025. Aineisto analysoitiin kriittisellä lukemisella suhteessa tutkimuskysymyksiin. Huomiota kiinnitettiin erityisesti tutkimusten luotettavuuteen, menetelmällisiin vahvuuksiin sekä teknologioiden sovellettavuuteen käytännössä. Analysoidut tutkimukset käsittelivät muun muassa digitaalisia kognitiivisia testejä, mobiilisovelluksia sekä passiivisia mittausmenetelmiä.

Keskeiset tulokset osoittavat, että digitaalisten terveysteknologian avulla Alzheimerin taudin varhaista tunnistamista voidaan merkittävästi tehostaa. Digitaaliset kognitiiviset testit tarjosivat lupaavia tuloksia varhaisvaiheen oireiden tunnistamisessa. Mobiilisovellukset ja passiiviset seurantamenetelmät mahdollistivat käyttäjälähtöisen, huomaamattoman ja jatkuvan kognition arvioinnin arkielämän yhteydessä, mikä voi auttaa havaitsemaan muutokset varhaisessa vaiheessa.

Vaikka tulokset tarjoavat lupaavia mahdollisuuksia, niiden laajamittaisessa käyttöönotossa on vielä ratkaistavia haasteita, kuten menetelmien standardointi, käytettävyyden erityisesti iäkkäillä käyttäjillä sekä tietosuojakysymykset. Tulevaisuudessa tutkimusta tulisi suunnata pitkäaikaisiin seurantatutkimuksiin ja teknologian integrointiin osaksi terveydenhuollon palvelurakenteita. Työn tuloksia voivat hyödyntää terveydenhuollon ammattilaiset, teknologiayritykset sekä tutkimusyhteisöt Alzheimerin taudin diagnostiikan kehittämisessä.

Avainsanat: alzheimerin tauti, terveysteknologia, mHealth, eHealth, varhainen tunnistaminen, digitaaliset terveysteknologiat.

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Eetu Haverinen
Title: Opportunities of Health Technology in Early Detection of Alzheimer's Disease
Number of Pages: 36 pages + 2 appendices
Date: 29 April 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Information and Communication Technology
Professional Major: Health Technology
Supervisor: Juha Havukumpu, Senior Lecturer

The aim of the study was to explore the potential of health technology in the early detection of Alzheimer's disease. Alzheimer's disease is a significant public health challenge, and its early diagnosis enables timely treatment initiation, improving the quality of life for patients and their families. The thesis specifically examines the application of digital mobile and web-based solutions (mHealth and eHealth) in detecting the disease.

This study was conducted as a narrative literature review, analysing 19 peer-reviewed research articles published between 2015 and 2025. The material was critically reviewed in relation to the research questions, with particular attention to the reliability of the studies, methodological strengths, and the practical applicability of technologies. The analysed research covered areas such as digital cognitive tests, mobile applications, and passive measurement methods.

The key findings indicate that digital health solutions can significantly enhance the early detection of Alzheimer's disease. Digital cognitive tests showed promising results in identifying early-stage symptoms. Mobile applications and passive monitoring methods enabled user-centric, unobtrusive, and continuous cognitive assessments during daily activities, facilitating early detection of cognitive changes.

Although the results highlight promising opportunities, there are still challenges to overcome before widespread implementation. They include standardizing methods, ensuring usability—especially among older adults—and addressing privacy concerns. Future research should focus on longitudinal studies and the integration of these technologies into healthcare service frameworks.

Keywords: Alzheimer's disease, health technology, mHealth, eHealth, early detection, digital health solutions

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Alzheimerin tauti	2
2.1	Taudin kulku	3
2.2	Varhaisen havaitsemisen merkitys	5
2.3	Diagnostiset menetelmät	6
3	Terveysteknologia	8
3.1	mHealth	9
3.2	eHealth	10
4	Kirjallisuuskatsaus	11
4.1	Narratiivinen kirjallisuuskatsaus	12
4.2	Tavoitteet ja tutkimuskysymykset	13
4.3	Tiedonhaku	14
4.4	Lähdemateriaalin rajausta ja valinta	16
4.5	Aineiston analysointi	18
5	Tulokset	18
5.1	Digitaaliset kognitiivisten testit	19
5.2	Mobiilisovellukset ja passiiviset mittausmenetelmät	22
6	Pohdinta	25
6.1	Tulosten tarkastelu	25
6.2	Johtopäätökset ja tulevaisuuden kehityssuunnat	27
6.3	Työn eettisyys ja luotettavuus	28
7	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1: Kirjallisuuskatsauksen tutkimusartikkelit

Liite 2. Arviointikriteerit narratiiviselle tekstille

Lyhenteet

- AT: Alzheimerin tauti.
- ASRT: Automatic Story Recall Task, automaattinen tarinankerrontatehtävä. Digitaalinen testi episodisen muistin arviointiin.
- BRANCH: Boston Remote Assessment for Neurocognitive Health. Monipäiväinen muistiarviointitesti, joka keskittyy muistin ja oppimiskyvyn mittaamiseen.
- eHealth: electronic health, digitaalinen terveydenhuolto.
- GPS: Global Positioning System. Globaali paikannusjärjestelmä, jota käytetään mobiilisovelluksissa sijaintiin ja liikkumiseen perustuvien mitausten tekemiseen.
- mHealth: mobile health, terveysalan mobiilisovellukset tai m-terveyspalvelut.
- MMSE: Mini-Mental State Examination. Laajasti käytetty lyhyt kognitiivisen toimintakyvyn arviointitesti.
- CERAD: Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease. Neuropsykologisten testien kokonaisuus, joka on kehitetty Alzheimerin taudin kliiniseen arviointiin ja varhaiseen tunnistamiseen.
- SANRA: Scale for the Assessment of Narrative Review Articles. Mittari narratiivisten kirjallisuuskatsausten laadun arviointiin.
- WHO: World Health Organization, maailman terveysjärjestö.

1 Johdanto

Muistisairaudet, erityisesti Alzheimerin tauti (AT), ovat yksi merkittävimmistä kansanterveydellisistä haasteista. Tiedonkäsittelyn ongelmat yleistyvät iän myötä, ja yli 65-vuotiaista jopa joka kolmas kokee jonkinasteisia kognitiivisia häiriöitä. Suomessa diagnosoidaan vuosittain noin 23 000 uutta muistisairautta ja kokonaisuudessaan yli 150 000 henkilöllä on diagnosoitu muistisairaus [1]. Alzheimerin tauti on yksin tai yhdessä muiden aivosairauksien kanssa yleisin muistisairauden aiheuttaja, mikä aiheuttaa jopa 70–80 % kaikista muistisairauksista [2]. Kuitenkin suuri osa muistisairauksista jää diagnosoimatta, mikä vaikeuttaa oikea-aikaisen hoidon aloittamista ja voi aiheuttaa potilaan sekä hänen lähipiirinsä elämänlaatuun merkittävästi.

Nykyiset muistisairauksien diagnosointimenetelmät perustuvat kliiniseen haastatteluun ja tutkimukseen, muistikyselyihin ja -testeihin, laboratoriotutkimuksiin ja aivojen kuvantamiseen [1]. Kuitenkin monilla potilailla oireet havaitaan vasta, kun sairaus on jo edennyt pidemmälle. Varhainen tunnistaminen edellyttää terveydenhuollon henkilökunnalta sairauden ensioireiden tunnistamista ja tietoa tutkimusmenetelmistä. Taudin varhaisen tunnistamisen edellytyksenä on myös se, että potilas hakeutuu tai hänet ohjataan terveydenhuollon piiriin mahdollisimman ajoissa, mutta haastetta lisää se, että usein potilaiden on haastavaa itse tunnistaa oireitaan tai niitä pyritään tietoisesti peittelemään. [3.]

Terveysteknologian rooli sairauksien varhaisessa tunnistamisessa on kasvanut merkittävästi viime vuosina. Digitaalisten työkalujen, sensorien, tekoälypohjaisten ratkaisujen ja kuvantamismenetelmien kehitys on ollut nopeaa. Tässä työssä terveysteknologialla tarkoitetaan ensisijaisesti digitaalisia ratkaisuja, kuten mobiili- ja verkkopohjaisia sovelluksia. Erityisesti Alzheimerin taudin kohdalla näiden teknologioiden hyödyntäminen voi tarjota merkittäviä mahdollisuuksia taudin varhaiseen havaitsemiseen ja oikea-aikaisen hoidon aloittamiseen.

Tämän insinööriyön tavoitteena on kartoittaa terveysteknologian tarjoamia mahdollisuuksia Alzheimerin taudin varhaisen tunnistamisen tueksi. Erityinen

painopiste työssä on digitaalisissa mobiili- ja verkkopohjaisissa (mHealth ja eHealth) terveysratkaisuissa, joiden rooli terveydenhuollossa on kasvanut merkittävästi viime vuosina. Työssä tarkastellaan alan kirjallisuutta ja analysoidaan aiempia tutkimuksia narratiivisen kirjallisuuskatsauksen menetelmin. Erityistä huomiota kiinnitetään teknisten ratkaisujen kehityssuuntiin, kliniseen näyttöön niiden vaikuttavuudesta ja käyttöönoton haasteisiin.

2 Alzheimerin tauti

Alzheimerin tauti on yleisin muistioireiden ja dementian aiheuttaja ja on taustalla yli 60 % tapauksista kaikissa etenevissä muistisairauksissa. Taudissa aivojen hermoradat ja solut vaurioituvat asteittain, mikä johtuu tietyistä mikroskooppisista muutoksista aivoissa. Taudin ensimmäiset aivomuutokset ilmaantuvat oppimisen ja muistin kannalta merkittävillä alueilla ohimolohkon sisäosiin, minkä takia oppimiseen ja muistamiseen liittyvät vaikeudet ovat valtaosassa tapauksissa taudin varhaisimmat kliiniset oireet. Ohimolohkon sisäosista muutokset etenevät vähitellen laajemmalle aivokuoren alueille, mikä johtaa laaja-alaisempaan toimintakyvyn heikkenemiseen. [1; 2.]

Usein Alzheimerin tauti mielletään iäkkäiden ihmisten sairautena, sillä sen esiintyvyys kasvaa voimakkaasti vanhetessa. Työikäisillä, alle 65-vuotiailla diagnoosi on harvinaisempi, vaikka sekään ei ole poissuljettu. Yli 85-vuotiailla esiintyvyys nousee kuitenkin jo 15–20 prosenttiin. Sairauden puhkeamiseen ei tunneta yhtä yksittäistä syytä, vaan yleensä on kyse monitekijäisestä kokonaisuudesta. Vaikuttavimpia riskitekijöitä ovat korkea ikä, sydän- ja verisuonitautien riskitekijät (kuten kohonnut verenpaine, korkea kolesteroli, ylipaino ja tupakointi) sekä mahdollisesti myös suvussa esiintyvät muistisairaudet. Silti perinnöllisyys Alzheimerin taudissa koskee vain pientä vähemmistöä tapauksista. [2.]

Taudin etenemiseen vaikuttavat lisäksi henkilön yleinen terveydentila ja aivoja suojaavat tekijät, joihin lukeutuvat esimerkiksi säännöllinen liikunta, terveellinen ruokavalio sekä psyykkiset ja sosiaaliset aktiviteetit. On havaittu, että aivojen monipuolinen käyttö ja vireänä pitäminen, kuten opiskelu, harrastukset tai

työelämän haasteet, saattavat lykätä oireiden puhkeamista myöhäisempään ajankohtaan. [1; 2.]

2.1 Taudin kulku

Alzheimerin tauti etenee yleensä rauhallisesti vaihe vaiheelta. Vaikka taudin etenemisnopeus ja eri oireiden painottuminen on yksilöllistä, sen kehittyminen noudattaa usein melko ennustettavaa kaavaa. Tyypillisessä tapauksessa ensimmäiset häiriöt ilmenevät muistin alueella, erityisesti uuden tiedon oppimisessa ja mieleen painamisessa [1]. Suurin osa, noin 85 % Alzheimer-potilaista, kuuluu tähän niin sanottuun muistipainotteiseen muotoon, jossa muistin ongelmat ovat koko sairauden ajan selkeimmin esillä [1; 4]. Taulukko 1 havainnollistaa taudin päävaiheiden keskeisiä piirteitä.

Taulukko 1. Alzheimerin taudin eri vaiheet ja niiden keskeiset oireet [1; 4]

Vaihe	Keskeiset muistioireet	Muut kognitiiviset oireet	Neuropsykiatriset oireet	Toimintakyky ja avun tarve
Oireeton (prekliininen) vaihe	Ei selkeitä muistioireita, mahdollisia satunnaisia unohteluja.	Voi esiintyä hyvin lieviä kielellisiä tai toiminnanohjauksen häiriöitä, ei yleensä arjen ongelmia.	Yleensä ei erityisiä neuropsykiatrisia oireita.	Selviytyy itsenäisesti, ei avun tarvetta.
Varhainen (lievä) vaihe	Uuden tiedon oppiminen heikentynyt, toistuvat unohtelut ja esim. samojen asioiden kysely.	Sanojen löytämisen vaikeudet, hitaampi toiminnanohjaus, keskittymisen ajoittainen hankaluus.	Voi esiintyä ärtynyttä, lievää ahdistuneisuutta tai masennusta. Havaittavissa harhaluuloisuutta.	Selviytyy vielä yksin kotona, mutta voi tarvita jo päivittäistä ohjausta.
Keskivaikea vaihe	Vaikeuksia painaa mieleen tärkeitäkin asioita, lähimuisti erittäin heikko.	Puheen ymmärtämisen ja tuottamisen vaikeudet, hahmottamis- ja suunnittelukyky heikenee.	Käyttöoireita kuten levottomuutta, harhaluuloisuutta, masennusta tai ahdistuneisuutta. Uni-valverytmin häiriöt.	Kyky suoriutua päivittäisistä toimista heikentynyt huomattavasti, tarvitsee päivittäistä tukea, ohjausta ja valvontaa.

Vaikea vaihe	Muisti toimii enää satunnaisesti.	Syvä kielellinen heikentyminen, puheen tuotto ja ymmärtäminen vähäistä, huomattavat ongelmat hahmottamisessa ja toiminnanohjauksessa.	Voi esiintyä vaikeaa levottomuutta, vaeltelua ja vastustelua käytöstä. Apatiaa ja masennusta.	Täysin riippuvainen ympärivuorokautisesta avusta. Tarvitsee jatkuvaa hoivaa perustoinnoissa (pukeutuminen, syöminen, pesytyminen)
--------------	-----------------------------------	---	---	---

Alkuvaiheessa oireet voivat olla vähäisiä ja sairastunut saattaa huomata vain yksittäisiä muistikatkoksia tai hankaluutta oppia uusia nimiä ja asioita. Virallisesti diagnoosia ei välttämättä vielä tehdä, jos kognitiivisten ongelmien taso ei täytä dementian kriteerejä. Tällaista varhaista vaihetta kutsutaan joskus prekliiniseksi vaiheeksi tai lieväksi kognitiiviseksi heikentymiseksi, jolloin magneettikuvassa tai muissa tutkimuksissa voidaan havaita esimerkiksi ohimolohkon sisäosien eli sisemmän ohimolohkon alkavia muutoksia, mutta toimintakyky on vielä suhteellisen hyvä. [4.]

Kun tauti etenee kohti lievän Alzheimerin taudin dementiavaihetta, muistiongelmat yleistyvät ja tulevat ilmeisemmiksi arjessa. Henkilö voi esimerkiksi unohtaa usein sovittuja tapaamisia tai toistaa samoja kysymyksiä. Oireita täydentävät lisäksi muut kognitiiviset ongelmat, kuten sanojen löytämisen vaikeus, puheen tai lukemisen ymmärtämisen hankaluus sekä toiminnanohjauksen hidastuminen. [1.] Tässä vaiheessa potilaat saattavat edelleen selviytyä suurelta osin itsenäisesti, mutta he tarvitsevat ajoittaista ohjausta ja tukea päivittäisissä toimissaan.

Keskivaikeassa vaiheessa muistiongelmat syvenevät niin, että tärkeidenkin asioiden mieleen painaminen on jatkuvasti vaikeaa. Tässä kohtaa kielelliset ja hahmottamiseen liittyvät pulmat korostuvat ja myös suunnitelmallisuus sekä ajanhallinta käyvät yhä hankalammiksi. Neuropsykiatriset oireet, kuten mielialan lasku, levottomuus, harhaluuloisuus tai muu käytöksen muuttuminen, ovat varsin tavallisia. [4.] Tällöin potilas tarvitsee yleensä säännöllistä ulkopuolista apua arjesta selvitäkseen.

Taudin vaikeassa vaiheessa toiminnanohjaus on laskenut merkittävästi. Puheen tuottaminen ja ymmärtäminen on usein hyvin rajoittunutta, muistitoiminnot ovat erittäin heikkoja ja kognitiivinen sekä fyysinen toimintakyky on muutenkin merkittävästi alentunut. Ympäri vuorokautinen hoito on tässä vaiheessa usein tarpeen, sillä perustoiminnoista huolehtiminen, kuten syöminen, peseytyminen ja pukeutuminen, eivät enää onnistu ilman toisen ihmisen tukea. [4.]

2.2 Varhaisen havaitsemisen merkitys

Alzheimerin tauti kehittyy yleensä asteittain pitkän oireettoman vaiheen kautta, jolloin aivoissa on jo käynnissä taudille ominaisia muutoksia, vaikka selvää oireilua ei vielä esiintyisikään [4]. Kun tiedonkäsittelyn ongelmat alkavat lisääntyä, kyse voi olla varhaisesta Alzheimerin taudista, jossa henkilöllä on lieviä, joka-päiväisessä arjessa havaittavia kognitiivisia vaikeuksia (Lievä tiedonkäsittelyn heikentyminen, engl. mild cognitive impairment, MCI) [3]. Monet näistä vaikeuksista ilmenevät muistamisen, oppimisen tai keskittymisen ongelmina, vaikka varhaiset oireet voivat tietyissä tapauksissa kohdistua myös kielellisiin toimintoihin tai näönvaraiseen hahmottamiseen. Neuropsykologisissa tutkimuksissa todettu lievä tiedonkäsittelyn heikentyminen johtaa vuoden seurannan jälkeen noin 10–15 %:lla ja 5 vuoden jälkeen noin 50–75 %:lla kliinisesti varmaan Alzheimerin tautiin. [4.]

Varhainen tunnistaminen on tärkeää monesta syystä. Jos oireet havaitaan aikaisessa vaiheessa, voidaan tarvittavat tutkimukset ja diagnoosin varmistaminen käynnistää mahdollisimman varhain. Tyypillisesti perusterveydenhuollossa käytetään CERAD-tehtäväsarjaa seulomaan lieviä muistihäiriöitä, sillä esimerkiksi pelkkä Mini-Mental State Examination (MMSE) -testi ei aina tunnista lieviä kognitiivisia muutoksia riittävän herkällä tasolla. Jos alkavaa Alzheimerin tautia ei voida sulkea pois, tutkimuksia jatketaan muisti- tai neurologian erikoispoliklinikalla. Magneettikuvauksella etsitään usein varhaisia, sisemmän ohimolohkon atrofiaan viittaavia muutoksia ja tarvittaessa käytetään muita tutkimusmenetelmiä, kuten selkäydinnesteenäytteen biomarkkereita (beeta-amyloidi, tau, fos-tau) sekä FDG-PET- tai amyloidi-PET-kuvausta. [3.]

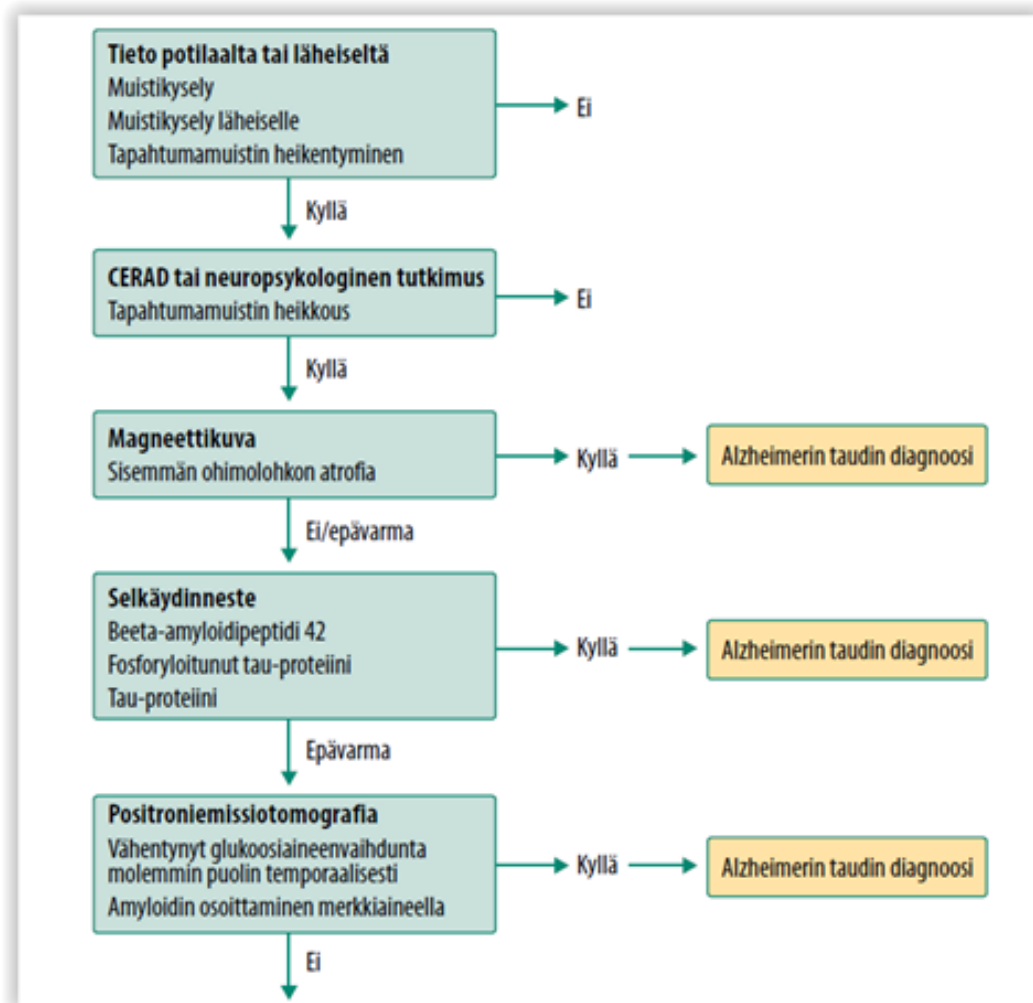
Toinen merkittävä etu varhaisessa tunnistamisessa on se, että potilas ja hänen läheisensä voivat saada tukea, ohjausta ja hoitoa oikea-aikaisesti. Alzheimerin tautiin suunnatut lääkehoidot (esimerkiksi asetyylikoliiniesteraasin estäjät) aloitetaan parhaan hyödyn saavuttamiseksi jo taudin alku- tai lievässä keskivaiheessa [1]. Tällöin voidaan lievittää muistioireita ja hidastaa sairauden etenemistä, mikä puolestaan auttaa potilasta säilyttämään toiminnallista itsenäisyyttä pidempään [2]. Lisäksi varhaisessa vaiheessa on mahdollista puuttua elintapoihin sekä suunnitella potilaan hoitoa, kuntoutusta ja sosiaalista tukea.

Merkittävänä haasteena varhaiselle tunnistamiselle on se, että monet henkilöt eivät itse tiedosta tai myönnä muistioireitaan ja voivat pyrkiä peittelemään niitä. Henkilön työkaverit tai perheenjäsenet voivat havaita muutoksia esimerkiksi työssä suoriutumisessa tai arjen haasteissa. Usein läheisten huomiot unohtelusta tai muuttuneesta käytöksestä ovat ratkaisevia siinä, että muistitutkimukset käynnistyvät. Ammattilaisilta edellytetäänkin kykyä havaita varhain Alzheimerin taudin ensimerkkejä ja rohkeutta ohjata potilas jatkotutkimuksiin, vaikka diagnoosi ei vielä olisikaan selkeä. [3; 4.]

Varhainen tunnistaminen tarjoaa lisäksi enemmän aikaa suunnitella tulevaa. Diagnostisessa vaiheessa potilaalla on yleensä vielä riittävästi kognitiivista toimintakykyä hoitotahdon ja mahdollisten edunvalvontajärjestelyjen pohtimiseen, mikä auttaa sekä potilasta että läheisiä varautumaan taudin etenemiseen.

2.3 Diagnostiset menetelmät

Alzheimerin taudin diagnosoimiseksi hyödynnetään useita rinnakkaisia menetelmiä, joilla pyritään kartoittamaan potilaan kognitiivista tilaa, poissulkemaan muut vastaavanlaisia oireita aiheuttavat sairaudet ja varmistamaan aivoissa havaittavat taudille ominaiset muutokset. Prosessi käynnistyy yleensä tilanteessa, jossa potilas tai hänen läheisensä on huomannut muistiongelmia tai muita tiedonkäsittelyn häiriöitä ja yhteys terveydenhuoltoon otetaan lisäselvityksiä varten [1; 3]. Kuva 1 havainnollistaa diagnoosiprosessin tavanomaisia vaiheita.



Kuva 1. Taudin diagnostisten tutkimisten eteneminen [3.]

Ensimmäisinä askelina tehdään tyypillisesti kognitiivisia seulontatestejä, kuten esimerkiksi Mini-Mental State Examination (MMSE) tai laajempaa CERAD-tehtäväsarjaa, joiden avulla saadaan käsitys muistin, tarkkaavaisuuden, kielellisten toimintojen ja muiden kognitiivisten kykyjen tilasta [1; 3]. Myös haastattelut potilaan ja hänen läheistensä kanssa ovat usein keskeisiä, sillä ne valottavat muistiongelmien vaikutusta arjessa ja auttavat erottamaan Alzheimerin taudin muista muistihäiriöiden syistä. Potilaan sairaushistoria ja mahdolliset muut sairaudet huomioidaan, koska esimerkiksi masennus tai kilpirauhasen vajaatoiminta voivat aiheuttaa samankaltaisia oireita. [1.]

Mikäli kliiniset testit ja arvioinnit tukevat Alzheimerin taudin epäilyä, diagnoosia pyritään vahvistamaan aivokuvantamisella ja laboratoriokokeilla. Magneettikuvaus (MRI) on keskeinen menetelmä, sillä se paljastaa aivojen rakenteellisia muutoksia, kuten ohimolohkon sisäosan eli hippokampuksen surkastumaa [3]. Joskus käytetään tietokonetomografiaa (TT), mutta MRI tarjoaa tarkemman kuvan erityisesti varhaisista atrofiaoireista. Lisäksi PET-kuvaus (positroniemissiotomografia) voi tuoda lisätietoa esimerkiksi aivojen glukoosiaineenvaihdunnasta tai amyloidin kertymisestä, mikä vahvistaa Alzheimer-tyyppisen aivomuutoksen todennäköisyyttä [1; 3].

Laboratoriokokeissa selkäydinnestenäyte on perinteisesti ollut tärkeä tutkimus, sillä sen avulla voidaan mitata Alzheimerille tunnusomaisia biomarkkereita, kuten esimerkiksi beeta-amyloidia ja fosforyloitunutta tau-proteiinia. Poikkeavat tulokset tukevat Alzheimer-diagnoosia [1].

Uusimpana menetelmänä prosessin rinnalle on otettu käyttöön myös uusi verinäytetesti, jossa tarkastellaan plasman p-tau-proteiinin pitoisuutta. Plasman pTau217-testissä mitataan veren Tau-proteiinin erästä fosforyloitunutta muotoa, jonka kohoaminen viittaa aivoissa tapahtuviin Alzheimer-tyyppisiin muutoksiin. Tämän testin toivotaan jatkossa helpottavan ja nopeuttavan Alzheimerin taudin varhaisdiagnostiikkaa, vaikka toistaiseksi se vain täydentää olemassa olevia menetelmiä tukemalla Alzheimerin taudin tunnistamista. Verinäyte soveltuu käytettäväksi tilanteissa, joissa potilaalla on jo viitteitä muistihäiriöistä, mutta tulosten tulkinta perustuu aina tutkimusten kokonaisarvioon, eikä positiivinen löytö yksin riitä diagnoosin varmistamiseen. [5.]

3 Terveysteknologia

Terveysteknologialla tarkoitetaan erilaisia teknisiä ratkaisuja, sovelluksia ja järjestelmiä, joiden avulla pyritään edistämään terveyttä, ennaltaehkäisemään sairauksia sekä tukemaan diagnostiikkaa, hoitoa ja kuntoutusta [6]. Viime vuosina terveysteknologian merkitys on kasvanut merkittävästi erityisesti digitalisaation ansiosta. Digitaalisten ratkaisujen yleistymisen tarjoaa uusia mahdollisuuksia

sekä terveydenhuollon ammattilaisille että palveluiden käyttäjille. Teknologialla voidaan parantaa hoidon saatavuutta ja laatua, helpottaa tiedonkulkua sekä mahdollistaa kustannussäästöjä tehostamalla terveydenhuollon prosesseja.

Digitaalisen terveydenhuollon kehittämistä ohjaavat vahvasti myös kansainväliset suuntaviivat. Maailman terveysjärjestö (WHO) ja Euroopan unioni ovat nostaneet digitaalisen transformaation yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi sosiaali- ja terveyspalveluissa, jotta kasvavaan palvelutarpeeseen pystytään vastaamaan entistä rajallisemmilla henkilöstöresursseilla. [7.]

3.1 mHealth

mHealth (mobile health) eli terveysalan mobiilisovellukset tai m-terveyspalvelut kattavat mobiililaitteiden kuten älypuhelimien ja tablettien avulla tuotetut terveyspalvelut ja sovellukset. Se on osa laajempaa digitaalista terveydenhuollon kokonaisuutta (eHealth), mutta keskittyy erityisesti mobiililaitteiden tarjoamiin mahdollisuuksiin. mHealth-ratkaisuilla voidaan seurata terveydentilaa, tarjota omahoitoa ja neuvontaa, toteuttaa etävastaanottoja sekä kerätä ja analysoida terveystietoja ajasta ja paikasta riippumatta. Mobiililaitteiden käytön laaja yleistymisen mahdollistaa terveyspalveluiden tarjoamisen entistä joustavammin ja yksilöllisemmin käyttäjien tarpeiden mukaisesti. [8.]

mHealthin erityisiä etuja ovat matala käyttökynnys, saavutettavuus ja mahdollisuus jatkuvaan seurantaan. Mobiililaitteet tarjoavat käyttäjälle mahdollisuuden palveluun pääsylle paikasta riippumatta [8]. Esimerkiksi Alzheimerin taudin ja muiden muistisairauksien kohdalla mobiiliteknologia voi mahdollistaa muistioireiden ja kognitiivisen toimintakyvyn seuranta kotiloissa. Sovellukset voisivat sisältää digitaalisia muistitestejä, jotka tarjoavat nopean alustavan arvion muistitoiminnoista ja voivat tarvittaessa ohjata käyttäjän jatkotutkimuksiin. Lisäksi mobiililaitteet mahdollistavat erilaisen sensoridatan hyödyntämisen, kuten puheanalytiikan tai käyttäjän toiminnan seurannan, jolloin kognitiiviset muutokset voidaan tunnistaa mahdollisesti jo hyvin varhaisessa vaiheessa.

Yksi esimerkki muistisairauksiin liittyvistä mobiilipohjaisesta mHealth-sovelluksesta on dementian riskiä annustava CAIDE Dementia Risk Score -mobiilisovellus. Sovellus perustuu tieteellisesti validoituun ja kansainvälisesti tutkittuun riskinarviointimalliin, jonka avulla käyttäjät voivat arvioida omaa dementiariskiään seuraavan 20 vuoden aikana antamalla tietoja keski-ikässä mitattavista verisuoniperäisistä riskitekijöistä, kuten iästä, verenpaineesta, kolesterolista, liikunnasta ja koulutustasosta. Sovellus antaa käyttäjälle selkeän graafisen esityksen hänen riskitasostaan, tarjoaa yksilöllisiä ohjeita riskitekijöiden vähentämiseksi sekä suosittelee tarvittaessa ottamaan yhteyttä terveydenhuollon ammattilaiseen tarkempien toimenpiteiden suunnittelemiseksi. [9.]

Suomessa mobiiliteknologiaa hyödynnetään jo laajalti esimerkiksi terveydenhuollon etävastaanotoissa sekä kansalaisten erilaisten sairauksien omahoidon tukemisessa. Tulevaisuudessa mHealth-ratkaisujen odotetaan kehittyvän entistä monipuolisemmiksi ja niiden sisällyttäminen osaksi perinteistä terveydenhuoltoa tulee lisääntymään [8]. Tämä edellyttää kuitenkin huomiota sovellusten helppokäyttöisyyteen, tietoturvaan ja eettisiin kysymyksiin, erityisesti haavoittuvien käyttäjäryhmien kuten muistisairaiden kohdalla.

3.2 eHealth

eHealth (electronic health) eli sähköinen terveydenhuolto tarkoittaa laajasti kaikkia tietoteknologiaan perustuvia ratkaisuja ja palveluita, jotka tukevat terveyden edistämistä, sairauksien ennaltaehkäisyä, diagnostiikkaa, hoitoa ja kuntoutusta. Käsitteen alle kuuluvat esimerkiksi sähköiset potilastietojärjestelmät, sähköiset reseptit, telelääketiede sekä erilaiset verkkopohjaiset omahoitopalvelut ja -ohjelmat [10]. Sähköisten palveluiden tarkoituksena on tarjota laadukkaita terveyspalveluita ajasta ja paikasta riippumatta, parantaa palvelujen saatavuutta sekä tehostaa terveydenhuollon resurssien käyttöä.

Suomessa eHealth-palveluiden käyttöönotto on edennyt voimakkaasti viime vuosina. Esimerkiksi Omakanta on valtakunnallinen verkkopalvelu, jonka kautta kansalaiset voivat tarkastella omia terveystietojaan, kuten hoitokirjauksia,

laboratoriotuloksia ja reseptejä. Palvelussa voi myös pyytää reseptin uusimista, tallentaa hoito- ja elinluovutustahdon sekä hallita tietojen luovutuslupia. Omakannan tavoitteena on lisätä kansalaisten osallistumista oman terveytensä ja hyvinvointinsa edistämiseen sekä hoitoon. [11.]

Toinen keskeinen kotimainen sähköinen terveystalvelu on Terveyskylä, joka tarjoaa asiantuntijoiden tuottamaa tietoa, tukea ja ohjausta eri sairauksista kärsiville potilaille ja heidän läheisilleen. Terveyskylän Aivotalo-osiossa on myös muistisairauksiin, kuten Alzheimerin tautiin, liittyvää sisältöä. Sivustolla käsitellään muun muassa sairauden oireita, diagnostiikkaa, hoitoa ja arjessa selviytymistä. Lisäksi tarjotaan vinkkejä turvalliseen kotona asumiseen muistisairaalle, kuten esimerkiksi oikeanlaisen valaistuksen merkityksestä vuorokausirytmien tutkimiseksi ja värikontrastien hyödyntämisestä kodin hahmottamisen helpottamiseksi. [12.]

Alzheimerin taudin ja muiden muistisairauksien kohdalla eHealth-ratkaisut voisivat tukea varhaista tunnistamista ja seurantaa esimerkiksi tarjoamalla verkkopohjaisia seulontatestauksia sekä ohjaamalla käyttäjiä tarvittaessa terveydenhuollon piiriin jatkotutkimuksiin. Etäterveydenhuolto voi mahdollistaa myös ammattilaisten ja potilaiden välisen yhteydenpidon ilman fyysisiä vastaanottokäyn- tejä, mikä on erityisen tärkeää muistisairaiden kohdalla, joiden liikkuminen voi olla hankalaa.

4 Kirjallisuuskatsaus

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyössä käytetty tutkimusmenetelmä, narratiivinen kirjallisuuskatsaus. Menetelmän kuvauksen lisäksi avataan katsauksen suorittamiseen liittyvät vaiheet, joita ovat tiedonhaun toteutus, lähdemateriaalin rajaus- ja valintaperusteet sekä aineiston analysoinnin periaatteet.

4.1 Narratiivinen kirjallisuuskatsaus

Narratiivinen kirjallisuuskatsaus on kevyin kirjallisuuskatsauksen muoto, jonka tavoitteena on muodostaa yleiskuva tutkittavasta aiheesta aikaisemman tutkimustiedon perusteella. Se soveltuu hyvin tilanteisiin, joissa tarkastellaan monimuotoista ja osittain hajanaista tietoa, jota pyritään jäsentämään ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi. Systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta poiketen, narratiivinen katsaus ei välttämättä edellytä kaikkien aiheita koskevien julkaisujen kattavaa läpikäyntiä, vaan se antaa kirjoittajalle enemmän joustavuutta lähteiden valinnassa. [13.]

Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen keskeiset vaiheet sisältävät tutkimuskysymysten asettamisen, aineiston haun, lähteiden valinnan ja analysoinnin sekä tulosten raportoinnin. Tutkimuskysymykset ohjaavat koko katsauksen toteutusta, määrittäen millaista aineistoa haetaan ja miten sitä analysoidaan. Narratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa aineiston valinta tapahtuu harkinnanvaraisesti, ja kirjoittaja voi painottaa aineistoa tutkimuskysymystensä ja aihepiirin olennaisuu- den perusteella. [13.]

Tämän insinööriyön luotettavuuden varmistamiseksi kirjallisuuskatsauksessa on hyödynnetty SANRA-mittarin (Scale for the Quality Assessment of Narrative Review Articles) kriteereitä kirjallisuuskatsauksen rakenteen ja sisällön ohjaavina periaatteina. SANRA on kuusiportainen arviointityökalu, joka on kehitetty erityisesti narratiivisten kirjallisuuskatsausten laadun ja luotettavuuden arviointiin. Se keskittyy muun muassa tutkimuskysymyksen selkeyteen, aiheen merkittävyyteen, lähdeaineiston kattavuuteen, tiedon esittämisen johdonmukaisuuteen, johtopäätösten perusteltavuuteen sekä esitystavan objektiivisuuteen. Näiden kriteerien huomioiminen edistää kirjallisuuskatsauksen systemaattisuutta, läpinäkyvyyttä ja tieteellistä uskottavuutta. [14.]

Taulukko 2. SANRA-mittarin kriteerit. [14.]

Kriteeri	Selitys
Merkityksen perustelu lukijalle	Katsauksen tulee tuoda esiin sen tieteellinen merkitys. Merkityksen tulee olla perusteltu selkeästi ja kontekstissa lukijakunnan näkökulmasta.
Selkeiden ja konkreettisten tavoitteiden/tutkimuskysymysten esittäminen	Hyvä katsaus esittää vähintään yhden konkreettisen tavoitteen tai tutkimuskysymyksen, johon tekstissä pyritään vastaamaan tai jota tarkastellaan.
Kirjallisuushaun kuvaus	Lähteiden alkuperä on esitettävä läpinäkyvästi. Hyvä kuvaus sisältää käytetyt hakusanat, valintakriteerit ja tietokannat, jolloin lukija voi arvioida haun kattavuuden.
Lähteiden käyttö ja viittaaminen	Keskeiset väittämät tulee tukea asianmukaisilla lähdeviitteillä. Viittaustavan tulee olla johdonmukainen ja kattava, erityisesti keskeisten argumenttien osalta.
Tieteellinen perustelu	Vahva narratiivinen katsaus käyttää asianmukaisia tieteellistä näyttöä väitteidensä tueksi.
Tulosten asianmukainen esittäminen	Tutkimustulokset on esitettävä selkeästi ja johdonmukaisesti. Tietojen esitystavan tulee olla asianmukainen.

4.2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän insinööriyön tavoitteena on selvittää kirjallisuuskatsauksen avulla, millaisia mahdollisuuksia terveysteknologian digitaalisilla mobiili- (mHealth) ja verkkopohjaisilla (eHealth) terveystratkaisuilla on Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa. Kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään kartoittamaan olemassa olevaa tutkimus- ja kehitystietoa mHealth- ja eHealth-ratkaisujen hyödyntämisestä Alzheimerin taudin varhaisvaiheen tunnistamisessa sekä arvioimaan näiden teknologisten sovellusten nykytilaa, käyttökelpoisuutta ja tulevaisuuden kehitysnäkymiä.

Tutkimusta ohjaavat seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Miten mHealth- ja eHealth-ratkaisuja hyödynnetään tällä hetkellä Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa?
2. Millä mHealth- ja eHealth-ratkaisuilla Alzheimerin taudin varhaista tunnistamista voitaisiin tehostaa tulevaisuudessa?

4.3 Tiedonhaku

Tiedonhaku tämän insinööriyön kirjallisuuskatsausta varten toteutettiin maaliskuussa ja huhtikuussa 2025. Tavoitteena oli löytää relevantteja, tieteellisiä julkaisuja, jotka käsittelevät Alzheimerin taudin varhaista tunnistamista digitaalisten terveysratkaisujen, kuten mobiili- ja verkkopohjaisten sovellusten, avulla.

Kirjallisuuskatsauksen lähteiden haku kohdistettiin kahteen kansainvälisesti tunnettuun ja laajasti käytettyyn tieteelliseen tietokantaan: PubMed ja ScienceDirect. Nämä tietokannat valittiin niiden luotettavuuden, laajan julkaisukattavuuden sekä aihealueen kannalta erityisen hyvän soveltuvuuden perusteella. Molemmat tietokannat tarjoavat pääsyn vertaisarvioituihin, tieteellisiin artikkeleihin, jotka ovat keskeisiä tutkimustiedon laadun varmistamisessa.

PubMed on kansainvälisesti arvostettu, ilmainen hakupalvelu, joka sisältää yli 38 miljoonaa viitettä biolääketieteen, terveydenhuollon ja elintieteiden julkaisuista. Se on kehitetty ja ylläpidetty Yhdysvaltain kansallisen lääketieteellisen kirjaston (NLM) toimesta ja ollut julkisesti saatavilla vuodesta 1996 lähtien. PubMed koostuu muun muassa MEDLINE-tietokannasta, PubMed Central -arkistosta ja Bookshelf-kokotekstikokoelmasta, mikä tarjoaa monipuoliset hakutyökälyt tieteellisen kirjallisuuden etsintään. [15.]

ScienceDirect on Elsevierin ylläpitämä monitieteinen tietokanta, joka kattaa useita eri tieteenaloja kuten lääketiede, luonnontiede, teknologia ja yhteiskuntatieteet. ScienceDirectin kokoelmat sisältävät yli 23 miljoonaa artikkelia ja kirjan lukua, joista merkittävä osa on avoimesti saatavilla. Palvelun käyttöliittymä

tukee tehokasta tiedonhakua, ja sen älykkäät hakutoiminnot helpottavat olennaisen tutkimustiedon löytämistä. [16.]

Tiedonhaussa käytettiin johdonmukaisesti samoja ydintermejä molemmissa valituissa tietokannoissa. Hakutermit määriteltiin työn aihealueen keskeisten käsitteiden perusteella ja niihin sisällytettiin yleisesti käytettyjä synonyymejä, jotka liittyvät Alzheimerin tautiin, varhaiseen tunnistamiseen sekä mobiili- ja verkkopohjaisiin terveyssovelluksiin.

PubMed-hakulauseke muodostettiin yhdistämällä kolme aihealuetta: Alzheimerin tauti, varhainen tunnistaminen ja digitaaliset terveyssovellukset. Ensimmäinen osa kattoi kaksi yleistä kirjoitusasua sairaudesta, toinen sisälsi synonyymejä varhaiselle diagnosoinnille ja kolmas koostui termeistä, jotka kuvaavat mobiili- ja verkkopohjaisia terveysratkaisuja. AND-operaattoreilla yhdistettynä hakulauseke rajasi tulokset vain sellaisiin julkaisuihin, joissa kaikki kolme näkökulmaa olivat mukana. PubMed-tietokannassa käytetty hakulauseke oli kokonaisuudessaan seuraava:

```
("Alzheimer's disease" OR "Alzheimer disease") AND ("early detection" OR "early diagnosis") AND ("mHealth" OR "mobile health" OR "mobile application" OR "eHealth" OR "digital health" OR "telehealth" OR "web-based")
```

ScienceDirectin haku toteutettiin yhtenä hakuna, mutta se rakennettiin kahteen eri kenttään tietokannan hakurakenteen rajoitteiden vuoksi. Ensimmäiseen kenttään ("Find articles with these terms") lisättiin yleinen hakulauseke, joka rajasi aiheen Alzheimerin tautiin ja sen varhaiseen tunnistamiseen:

```
("Alzheimer's disease" OR "Alzheimer disease") AND ("early detection" OR "early diagnosis")
```

Toiseen kenttään ("Title, abstract or author-specified keywords") lisättiin digitaalisia terveysratkaisuja kuvaavat hakusanat, jolloin haku kohdistui vain julkaisuihin, joissa näitä termejä esiintyi otsikossa, tiivistelmässä tai kirjoittajien määrittelemissä asiasanoissa:

("mHealth" OR "mobile health" OR "mobile application" OR "eHealth" OR "digital health" OR "telehealth" OR "web-based")

Ennen rajauksia ja mukaanottokriteerien soveltamista hakutulosten määrä vaihteli tietokantojen välillä. PubMed-haulla saatiin aluksi 48 osumaa, kun taas ScienceDirect tuotti yhteensä 145 osumaa. Seuraavassa luvussa käydään läpi tarkemmin sovellettuja mukaanottokriteereitä.

4.4 Lähdemateriaalin rajaaminen ja valinta

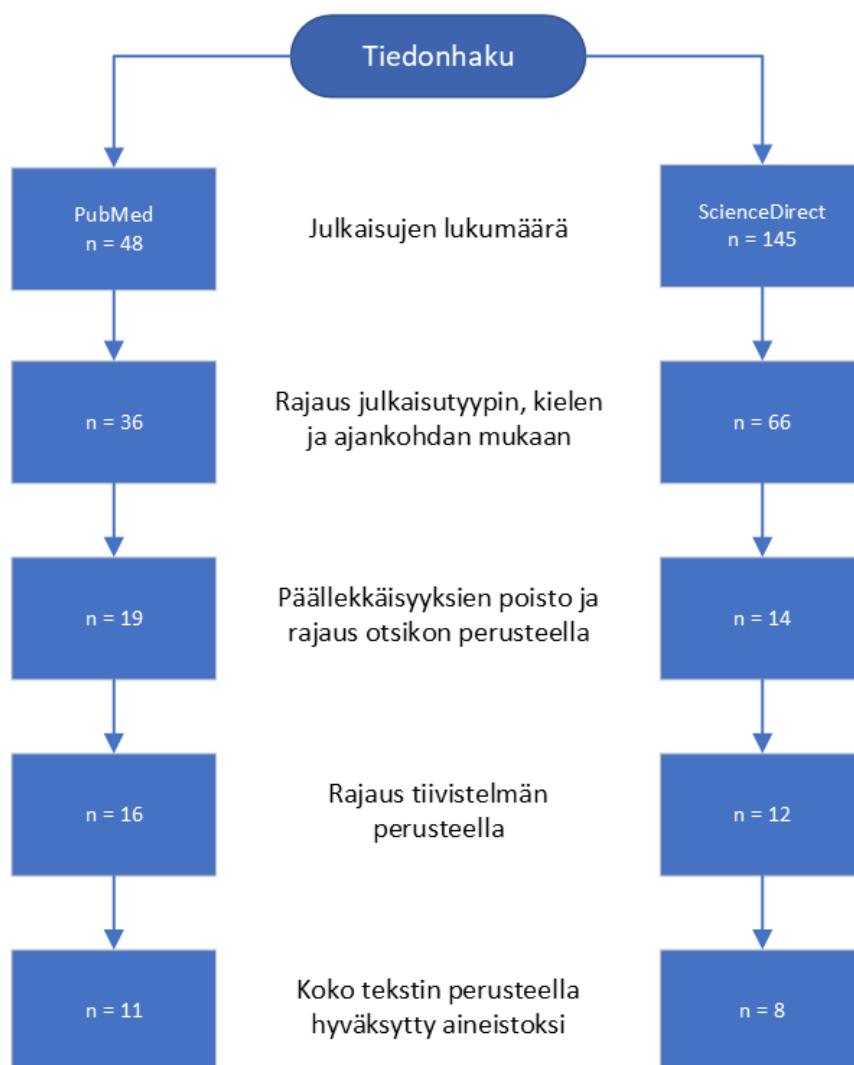
Tiedonhaussa saadut artikkelit käytiin läpi vaiheittain, jotta mukaan valikoituivat ainoastaan tämän työn tutkimusaiheen kannalta olennaiset ja laadukkaat julkaisut. Julkaisujen kelpoisuutta arvioitiin ennalta määriteltyjen mukaanotto- ja poissulkukriteerien perusteella. Taulukko 3 esittää mukaanotto- ja poissulkukriteerit.

Taulukko 3. Mukaanotto- ja poissulkukriteerit.

Mukaanottokriteerit	Poissulkukriteerit
Artikkeli on vertaisarvioitu, tieteellinen artikkeli	Artikkeli ei ole vertaisarvioitu tai kyseessä on esim. raportti tai esite
Julkaisuvuosi sijoittuu välille 2015–2025	Artikkeli on julkaistu ennen vuotta 2015
Artikkelin kieli on suomi tai englanti	Artikkeli on muulla kuin suomen tai englannin kielellä
Artikkeli on kokonaan vapaasti luettavissa tai luettavissa Metropolian Ammattikorkeakoulun lisenssillä.	Artikkeliä ei ole saatavilla vapaasti tai Metropolian kautta
Artikkeli käsittelee Alzheimerin taudin varhaista tunnistamista mobiili- tai verkkopohjaisella teknologialla	Artikkelin aihe ei liity Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen tai digitaalisiin ratkaisuihin

Seulontaprosessi eteni vaiheittain ja ensimmäiseksi hakutuloksia rajattiin julkaisutyyppiin, julkaisuvuoden ja kielen perusteella. Tämän jälkeen poistettiin päällekkäiset julkaisut molemmista tietokannoista. Jäljelle jääneistä julkaisuista valittiin mukaan ne, joiden otsikko ja tiivistelmä vastasivat työn aihepiiriä. Lopuksi

tarkasteltiin artikkelien koko teksti ja mukaan valittiin vain ne julkaisut, jotka käsittelevät selkeästi tutkimuskysymyksen kannalta olennaisia näkökulmia. Kuva 2 esittää lähdemateriaalin vaiheittaisen rajausero-
 cessin.



Kuva 2. Lähdemateriaalin vaiheittainen rajausero-
 cessi.

Alkuperäisessä haussa PubMedistä saatiin 48 ja ScienceDirectistä 145 julkaisua. Ensimmäisen vaiheen jälkeen, jossa rajattiin julkaisutyyppiin, kielen ja ajankohdan perusteella, jatkoon eteni PubMedissä 36 ja ScienceDirectissä 66 artikkelia. Tämän jälkeen poistettiin päällekkäisyydet ja tehtiin rajaus otsikoiden perusteella, minkä jälkeen jäljelle jäi 19 (PubMed) ja 14 (ScienceDirect) julkaisua. Seuraavassa vaiheessa seulonta perustui tiivistelmän sisältöön, ja lopuksi

artikkelit arvioitiin koko tekstin perusteella. Lopulliseen aineistoon valittiin yhteensä 19 artikkelia, 11 artikkelia PubMedistä ja 8 ScienceDirectistä.

4.5 Aineiston analysointi

Tässä kirjallisuuskatsauksessa analysoitiin yhteensä 19 tutkimusartikkelia, jotka käsittelevät terveysteknologian mahdollisuuksia Alzheimerin taudin varhaista tunnistamista digitaalisten terveysteknologien, kuten mobiili- ja verkkopohjaisten sovellusten näkökulmasta. Aineisto koostui pääasiassa vertaisarvioituista tieteellisistä artikkeleista, jotka on julkaistu vuosina 2015–2025.

Tutkimusmateriaalin analysointi toteutettiin valittujen lähteiden kriittisellä lukemisella ja sisällön arvioinnilla suhteessa asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Analyysin aikana huomio keskittyi erityisesti niihin tutkimuksiin, joissa terveysteknologian ratkaisuja käytettiin suoraan Alzheimerin taudin varhaisen tunnistamisen menetelminä tai joissa arvioitiin niiden potentiaalia tulevaisuuden kliiniseen käyttöön. Kriittisessä lukemisessa kiinnitettiin erityistä huomiota tutkimusmenetelmien tarkkuuteen sekä tulosten luotettavuuteen.

Hyväksytyt aineisto on koottu tiivistettynä taulukkoon, joka esitetään liitteessä 1. Taulukossa artikkelit on teemoitettu, jonka lisäksi niitä analysoidaan yksittäin kunkin tutkimuksen tarkoituksen ja tavoitteen, käytettyjen menetelmien ja aineistojen, keskeisten tulosten ja rajoitteiden kautta.

5 Tulokset

Tässä luvussa esitetään kirjallisuuskatsauksen keskeiset tulokset terveysteknologian digitaalisten terveysteknologien mahdollisuuksista Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen. Tulokset käsittelevät erityisesti mobiili- (mHealth) ja verkkopohjaisia (eHealth) ratkaisuja tunnistettujen teemojen pohjalta.

Liitteessä 1 esitetty aineisto voidaan jakaa kolmeen keskeiseen teemaan: digitaalisiin kognitiivisiin testeihin, mobiilisovelluksiin ja älypuhelinpohjaisiin

ratkaisuihin sekä digitaalisiin biomarkkereihin ja passiivisiin mittausten menetelmiin. Seuraavaksi tuloksia käydään läpi tarkemmin teemoittain.

5.1 Digitaaliset kognitiivisten testit

Digitaaliset kognitiiviset testit ovat viime vuosina osoittautuneet lupaaviksi Alzheimerin taudin varhaisen tunnistamisen menetelmiksi. Niiden vahvuus osana Alzheimerin taudin varhaista tunnistamista on se, että ne tarjoavat joustavan ja helposti saavutettavan tavan kognition arviointiin myös kotiloissa. Tarkasteluun valitut digitaaliset kognitiiviset testit edustavat monipuolisesti erilaisia teknologisia lähestymistapoja Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen. Mukana on muun muassa verkkopohjaisia ja mobiililaitteilla suoritettavia testejä, jotka arvioivat kognition eri osa-alueita kuten muistia, oppimista ja puheilmaisua. Taulukko 4 kokoaa yhteen nämä testit, niiden keskeiset ominaisuudet sekä vahvuudet.

Taulukko 4. Digitaaliset kognitiiviset testit.

Testi	Testityyppi	Mitä testataan	Vahvuudet
BRANCH	Monipäiväinen muistiarviointi	Muisti ja oppimiskyky	Pitkä seuranta-aika, hyvä erottelukyky
ASRT	Automaattinen tarinankerronta	Episodinen muisti, puheen sisältö	Helppo toteuttaa etänä, korkea diagnostinen tarkkuus
LASSI-BC	Tietokonepohjainen muistitehtävä	Episodinen muisti, muististrategiat	Hyvä sensitiivisyys varhaisten muutosten tunnistamiseen
Mayo Test Drive	Etänä toteutettavat kognitiiviset testit	Useat kognition osa-alueet	Pystyy havaitsemaan varhaisvaiheen Alzheimerin taudin hienovaraisia kognitiivisia muutoksia

J-Cog	iPad-pohjainen seulonta	Useat kognition osa-alueet	Helppo käyttää väestötasolla, tehokas seulonta
MOPEAD-project	Verkkopohjainen seulontaportaali yhdistettynä digitaaliseen markkinointikampanjaan	Yleinen kognitiivinen tila	Tavoittaa suuren joukon ihmisiä
FDRS	Verkkopohjainen koneoppimistykälu	Dementiariskin arviointi	Korkea diagnostinen tarkkuus, resurssitehokas
MyCog Mobile Screening App	Mobiilisovellus kognition seulontaan	Yleinen kognitiivinen tila	Käyttäjystävällinen, hyvä toistettavuus

Kuten taulukosta 4 voidaan todeta, digitaaliset kognitiiviset testit eroavat toisistaan niin testattavien kognition osa-alueiden, toteutustavan kuin soveltuvuuden osalta. Yhteistä niille on kuitenkin se, että ne mahdollistavat joustavan ja usein etänä toteutettavan arvioinnin, mikä lisää testien saavutettavuutta ja käyttökelpoisuutta erityisesti varhaisessa seulonnassa.

Weizenbaum ym. [17] tarkastelivat monipäiväistä BRANCH-testiä (Boston Remote Assessment of Neurocognitive Health), joka on verkkopohjainen muistin ja oppimiskyvyn arviointimenetelmä. Testiä suoritettiin seitsemänä peräkkäisenä päivänä ja tuloksia verrattiin yleisesti käytettyihin kliinisiin testeihin (MMSE, QDRS). Tutkimuksessa havaittiin, että BRANCH-testillä oli korkea toteutettavuus sekä selkeä kyky erotella kognitiivisesti terveet henkilöt niistä, joilla esiintyi lievää kognitiivista heikentymistä. Tulokset osoittivat myös, että testi kykenee ennustamaan luotettavasti käyttäjän kognitiivisen tilan muutoksia pidemmällä aikavälillä.

Skirrow ym. [18] tutkivat ASRT-testiä (Automatic Story Recall Task), joka hyödyntää automaattista puheanalyysia tarinankerrontatehtävän aikana. ASRT-testi suoritettiin älypuhelinsovelluksen avulla etänä ja sen diagnostista tarkkuutta arvioitiin vertaamalla tuloksia kliinisiin diagnooseihin. Tutkimuksessa todettiin, että ASRT erotteli erinomaisesti lievää Alzheimerin tautia sairastavat ja

kognitiivisesti terveet henkilöt toisistaan. Menetelmän vahvuudeksi osoittautui erityisesti sen helppo ja nopea käytettävyys, mikä tekee siitä potentiaalisen työkalun laajamittaisiin seulontoihin kotiympäristössä.

Curiel Cid ym. [19] puolestaan keskittyivät tutkimaan LASSI-BC-testiä, joka on tietokone- tai tablettipohjainen digitaalinen muistitehtävä. Testin avulla arvioidaan episodista muistia ja käyttäjien muististrategioita. LASSI-BC osoittautui erityisen hyväksi tunnistamaan varhaisia muutoksia muistitoiminnoissa henkilöillä, joilla esiintyi lievää kognitiivista heikentymistä. Lisäksi testi on helppokäyttöinen ja soveltuu joustavasti erilaisiin testausympäristöihin, mikä tukee sen käytettävyyttä sekä kliinisessä käytössä että kotona tehtävissä arvioinneissa.

Boots ym. [20] tarkastelivat Mayo Test Drive -kokonaisuutta, jossa iäkkäät osallistujat suorittivat etätestejä älylaitteella, ja niiden tuloksia verrattiin Alzheimerin taudille tyypillisiin biomarkkereihin kuten amyloidipitoisuuksiin ja PET-kuvantamiseen. He havaitsivat selkeitä yhteyksiä matalien testisuoritusten ja biomarkkereiden välillä, mikä viittaa siihen, että testit voivat havaita varhaisia kognitiivisia muutoksia ennen kliinistä diagnoosia.

Lisäksi Shimada ym. [21] tutkivat väestötasolla iPad-pohjaista J-Cog-testiä, joka osoittautui erittäin käyttökelpoiseksi seulontamenetelmäksi ja erottui edukseen erityisesti pitkäaikaisessa seurannassa verrattuna MMSE-testiin. Rodrigo ym. [22] taas osoittivat MOPEAD-projektissa, että digitaalinen markkinointi yhdistettynä verkkopohjaiseen testaukseen tavoitti suuren joukon riskiryhmään kuuluvia henkilöitä, ja lähes puolet seulotuista riskihenkilöistä todettiin kognitiivisesti heikentyneiksi. Myös Pan ym. [23] kehittivät koneoppimiseen perustuvan FDRS-verkkotyökalun, joka saavutti hyvän AUC-arvon (0.82) ja osoittautui lupaavaksi seulontamenetelmäksi. Young ym. [24] keskittyivät MyCog -sovelluksen kanssa testien käytettävyyteen ja havaitsivat, että ikäihmiset pystyivät suorittamaan testit itsenäisesti mobiilisovelluksella ja testin sisäinen johdonmukaisuus sekä toistettavuus olivat korkealla tasolla.

Digitaalisten kognitiivisten testien käytön haasteena on edelleen niiden validointi sekä sovellettavuus monipuolisiin käyttäjäryhmiin ja erilaisiin ympäristöihin. Vaikka testeillä on osoitettu hyvä herkkyys tunnistaa varhaiset kognitiiviset muutokset, monien digitaalisten testien psykometrinen ominaisuuksien systemaattinen arviointi on ollut vielä rajallista [25]. Lisäksi Wilson ym. [26] korostivat, että terveydenhuollon ammattilaiset pitävät tärkeänä, että digitaalisten teknologioiden kehittämisessä kiinnitetään erityistä huomiota niiden tarkkuuteen, soveltuvuuteen erilaisille käyttäjäryhmille ja käytännön implementointiin terveydenhuoltoon, jotta ne eivät lisäisi palvelujärjestelmän kuormitusta tai potilaiden ahdistusta.

5.2 Mobiilisovellukset ja passiiviset mittausmenetelmät

Mobiiliteknologian kehitys on avannut uusia mahdollisuuksia Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen erityisesti sen ansiosta, että älypuhelinsovellukset voidaan yhdistää osaksi ihmisten arkea. Mobiilisovellukset mahdollistavat sekä aktiivisen että passiivisen tiedonkeruun, ja niiden avulla voidaan arvioida käyttäjän kognitiivista tilaa monin eri tavoin, joko testipohjaisesti tai seuraamalla käyttäytymistä ja toimintaa arjessa. Sovellusten etuna on saavutettavuus, helppokäyttöisyys ja mahdollisuus toteuttaa arviointi osana jokapäiväistä elämää.

Tarkasteluun valitut mobiilipohjaiset ratkaisut edustavat erilaisia lähestymistapoja Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen. Mukana on tekoälypohjaisia sovelluksia, jotka yhdistävät kliinistä- ja kuvantamisdataa sekä sovelluksia, jotka hyödyntävät GPS- tai käyttäytymisdataa kognition muutosten tunnistamiseen. Taulukko 5 kokoaa yhteen kolme keskeistä sovellusta, niiden toimintaperiaatteet ja tunnistetut vahvuudet.

Taulukko 5. Mobiilisovellukset ja älypuhelinpohjaiset ratkaisut

Sovellus	Toiminta	Keskeiset ominaisuudet
AlzDiagnosics	MRI-kuvat sekä kliininen data ja MMSE-testi analysoidaan tekoälyllä	Yhdistää useita tietolähteitä, korkea tarkkuus (MRI 98 %, kliininen data ja MMSE 76 %)
mindLAMP	GPS-pohjainen passiivinen seuranta	Havaitsee muutoksia liikkumisessa ja aktiivisuudessa
Behapp	Passiivinen sosiaalisen käyttäytymisen seuranta	Havaitsee muutoksia sosiaalisessa aktiivisuudessa

Kuten taulukosta 5 voidaan todeta, mobiilisovellukset tarjoavat erilaisia mutta toisiaan täydentäviä keinoja kognitiivisen tilan arviointiin. Koneoppimista hyödyntävä AlzDiagnosics yhdistää useita tietolähteitä tarkkuuden maksimimiseksi, kun taas mindLAMP ja Behapp keskittyvät passiiviseen arjen seurannan kautta kerättyyn tietoon. Nämä lähestymistavat mahdollistavat kognitiivisten muutosten tunnistamisen ilman perinteisiä testejä ja voivat olla arvokkaita työkaluja erityisesti varhaisessa seulonnassa.

Ciocan ym. [27] tarkastelivat AlzDiagnosics-sovellusta, joka yhdistää tekoälypohjaisesti MRI-kuvia, kliinistä tietoa sekä MMSE-tuloksia Alzheimerin taudin arviointiin. Sovelluksen koneoppimismallit saavuttivat korkean tarkkuuden: MRI-kuviin perustuva malli luokitteli oikein 98 % tapauksista ja kliiniseen dataan sekä MMSE-testiin perustuva malli 76 %. Ratkaisu osoittaa, kuinka perinteisiä ja digitaalisia tietolähteitä yhdistelemällä voidaan parantaa diagnostiikan kattavuutta ja tarkkuutta.

Hackett ym. [28] kehittivät mindLAMP-sovelluksen, joka perustuu GPS-teknoologiaan ja käyttäjän passiiviseen liikkumisen seurantaan. 37 iältään 63–85-vuotiaasta käyttivät sovellusta 4 viikon ajan ja tutkimuksessa havaittiin, että suuremmat päiväkohtaiset GPS-muuttujien vaihtelut ovat yhteydessä parempaan kognitiiviseen tilaan ja mielialaan. Näin ollen muutokset arjen liikkumisessa voivat olla yhteydessä kognitiivisen toimintakyvyn heikkenemiseen. Tämä lähestymistapa ei vaadi käyttäjältä aktiivista osallistumista ja voi siten soveltua erityisesti niille henkilöille, joilla perinteiset testit voivat olla kuormittavia.

Muurling ym. [29] tutkivat Behapp-sovellusta, joka seuraa passiivisesti käyttäjän sosiaalista aktiivisuutta, kuten puheluiden määrää, viestintää ja vuorovaikutuksen tiheyttä. 288 osallistujaa käytti Behapp-sovellusta 7–42 päivän ajan. Sovellus mittasi passiivisesti puheluita, sovellusten käyttöä ja sijaintia (GPS). Osallistujiin kuului eri kognitiivisen tason omaavia henkilöitä normaalista tasosta Alzheimer-tyyppin dementikkoihin. Tutkimuksen perusteella henkilöt, joilla on heikentynyt kognitiivinen taso, soittivat harvemmille uniikeille kontakteille, toistivat kontakteja enemmän ja käyttivät sovelluksia vähemmän kuin henkilöt, joilla on normaali taso. Heidän kommunikointinsa oli kaventunutta ja vähemmän vaihtelevaa. Tulosten perusteella sosiaalisen käyttäytymisen muutokset voivat olla varhaisia merkkejä kognitiivisista ongelmista, ja sovellus osoittautui lupaavaksi työkaluksi tällaisen muutoksen havaitsemisessa erityisesti lievän kognitiivisen heikentymisen vaiheessa.

Kaikissa tarkastelluissa tutkimuksissa ei keskitytty tiettyyn sovellukseen, vaan osa käsitteli mobiiliteknologian ja passiivisten mittausmenetelmien yleistä potentiaalia. Näissä tutkimuksissa korostettiin erityisesti teknologian saavutettavuutta, mahdollisuuksia pitkäaikaisen seurannan toteuttamiseen sekä siihen liittyviä haasteita kuten tietosuojan, validoinnin ja käyttäjien motivaation varmistaminen.

Piau ym. [30] ja Chudzik ym. [31] nostivat esiin erityisesti sensoripohjaiset ratkaisut, kuten kasvojen ilmeiden, silmänliikkeiden ja ympäristöön upotettujen sensoreiden hyödyntämisen. Tällaiset menetelmät voivat mahdollistaa hienovaraisten kognitiivisten muutosten tunnistamisen jo ennen kliinisiä oireita. Tutkijat kuitenkin painottivat, että näiden teknologioiden integrointi osaksi kliinistä työtä vaatii vielä mittausstandardien ja eettisesti kestävien tietosuojakäytäntöjen kehittämistä.

He ym. [32] tarkastelivat teknologian käyttöä käyttäjän sitoutumisen näkökulmasta. Heidän tutkimuksessaan kehitettiin koneoppimismalleja, joiden avulla voidaan ennakoida, milloin käyttäjän motivaatio kotiharjoitteisiin heikkenee. Tällaiset järjestelmät voivat tukea käyttäjiä oikea-aikaisilla muistutuksilla ja parantaa digitaalisten interventioiden tehokkuutta. Vastaavasti Koo ym. [33] laajassa

katsauksessaan korostivat mobiilipohjaisten arviointimenetelmien saavutettavuutta ja kotikäytettävyyttä, mutta toivat esiin tarpeen uusille viitearvoille ja validoinnille erityisesti silloin, kun mobiiliversiot perustuvat aiempiin kliinisiin testeihin.

Myös Nester ym. [34] toivat esiin mobiiliratkaisujen herkkyyden kognitiivisten muutosten mittaamisessa pitkittäisseurannassa. Heidän tutkimuksessaan havaittiin yhteys subjektiivisten kognitiivisten huolien ja älypuhelimella tehtyjen kognitiivisten testien tulosten välillä. Tämä viittaa siihen, että passiivisten mitausten ja käyttäjäkokemusten yhdistäminen voi tarjota arvokasta lisätietoa varhaisen heikentymisen tunnistamiseen etenkin silloin, kun käyttäjä ei vielä täytä kliinisiä diagnoosikriteereitä.

Yleisesti tarkasteltuna tutkimukset osoittavat, että mobiili- ja sensoripohjaiset ratkaisut ovat monipuolisia ja lupaavia työkaluja Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa. Ne eivät kuitenkaan ole vielä valmiita laajaan kliiniseen käyttöön ilman lisätutkimusta, standardointia ja käytettävyyden parantamista. Teknologioiden tulevaisuuden käyttöarvo piilee erityisesti niiden kyvyssä kerätä tietoa luonnollisessa ympäristössä mahdollisimman huomaamattomasti ja käyttäjälähtöisesti.

6 Pohdinta

6.1 Tulosten tarkastelu

Tässä työssä tarkastellut eHealth- ja mHealth-ratkaisut Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen edustavat eri teknologisia lähestymistapoja, joilla kaikilla on omat vahvuutensa ja haasteensa. Tulosten perusteella voidaan tunnistaa kolme pääsuuntaa: digitaaliset kognitiiviset testit, mobiilisovellukset ja passiiviset mittausten menetelmät. Näiden kolmen lähestymistavan välinen raja on kuitenkin usein melko häilyvä, sillä ratkaisut liittyvät vahvasti toisiinsa ja täydentävät toisiaan. Usein käytännön sovelluksissa nämä teknologiat muodostavat

yhdistelmiä: esimerkiksi mobiilisovellukset voivat sisältää sekä digitaalisia kognitiivisia testejä että passiivista käyttäytymisen seuranta.

Digitaaliset kognitiiviset testit tarjoavat mahdollisuuden strukturoituun ja toistettavaan arviointiin, joka voidaan toteuttaa ilman ammattilaisten jatkuvaa läsnäoloa. Esimerkiksi puheeseen perustuva ASRT-testi osoitti erinomaisen erotuskyvyn lievän Alzheimerin taudin ja normaalikognition välillä. Vastaavasti BRANCH-testin monipäiväinen lähestymistapa mahdollisti osallistujien kognitiivisen tilan arvioinnin pidemmältä ajalta, mikä parantaa testitulosten luotettavuutta. Tällaiset testit voivat olla käyttökelpoisia paitsi seulontaan, myös pitkäaikaiseen hoidon seurantaan, sillä niiden avulla voidaan havaita muutoksia käyttäjän kognitiivisessa toimintakyvyssä.

Mobiilisovellukset erottuvat edukseen erityisesti saavutettavuuden ja käytännöllisyyden näkökulmasta. Älypuhelimet kulkevat käyttäjien mukana ja sisältävät useita sensoreita, joiden avulla voidaan toteuttaa sekä aktiivista että passiivista mittausta. Sovellukset kuten mindLAMP ja Behapp hyödyntävät GPS- ja käyttäytymisdataa, jolloin kognitiivisen heikentymisen merkkejä voidaan havaita arjen toimintojen kautta ilman käyttäjän aktiivista osallistumista. Tämä tekee niistä erityisen hyödyllisiä henkilöille, joille perinteiset testit voivat olla kuormittavia.

Passiiviset mittausmenetelmät ja digitaaliset biomarkkerit edustavat teknologisesti edistyksellisintä lähestymistapaa. Sensorit, reaktioaikamittaukset, silmänliike- ja kasvoanalyysi ovat kaikki jossain määrin mitattavissa nykyaikaisilla älypuhelimilla ja voivat paljastaa hyvin hienovaraisia muutoksia käyttäjän toiminnassa jo varhaisessa vaiheessa. Nämä menetelmät voisivat tulevaisuudessa toimia osana jatkuvaa, huomaamatonta seuranta, mutta niiden laajempi käyttöönotto edellyttää lisätutkimusta, mittausstandardien yhtenäistämistä sekä eettisesti kestävää tietosuojan hallintaa.

6.2 Johtopäätökset ja tulevaisuuden kehityssuunnat

Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen kehitetyt digitaaliset ratkaisut ovat kehittymässä kohti entistä käyttäjälähtöisempiä, saavutettavampia ja teknisesti kehittyneempiä muotoja. Erityisesti mobiilisovellusten ja passiivisten mittausten menetelmien yhdistyminen mahdollistaa kognition seuranta aiempaa hienovaraisemmin ja osana arjen toimintaa ilman käyttäjän aktiivista osallistumista.

Tulevaisuudessa on todennäköistä, että kognitiivisten toimintojen arviointi tapahtuu yhä enemmän etänä ja toistuvasti, jolloin saadaan tarkempaa tietoa yksilön tilan muutoksista pitkällä aikavälillä. Tämän ansiosta teknologia ei tule palvelemaan ainoastaan varhaista tunnistamista, vaan sillä voi olla merkittävä rooli myös hoidon seurannassa ja näin ollen mahdollisesti myös taudin etenemisen hidastamisessa.

Koneoppimismallien kehitys mahdollistaa jatkossa yhä tarkemman yksilöllisen arvioinnin, kun käyttäjistä kerätty data jalostetaan reaaliaikaiseksi ja ennakkoivaksi palautteeksi. Erityisesti yhdistämällä eri tietolähteitä kuten puhedataa, liikkumistietoa ja perinteisiä muistitestejä, voidaan saavuttaa kokonaisvaltaisempi käsitys yksilön kognitiivisesta tilasta.

On odotettavissa, että myös digitaalisten biomarkkereiden käyttö yleisty, kun sensortechnologia kehittyy ja mittausmenetelmät saavat lisää kliinistä validointia. Samalla käyttäjäkokemukseen tullaan panostamaan, sillä sovellusten käyttöliittymien odotetaan olevan yhä intuitiivisempia ja saavutettavampia myös ikääntyneelle väestölle.

Digitaaliset ratkaisut eivät tule todennäköisesti korvaamaan kliinistä asiantuntija-arviointia, mutta niiden rooli osana taudin alun oire arviota ja siitä seuraavaa hoitopolkua tulee todennäköisesti kasvamaan. Parhaimmillaan ne voivat mahdollistavat jatkuvan, käyttäjälle harmittoman seurannan, joka täydentää perinteistä diagnostiikkaa ja mahdollistaa yksilöllisempien hoitostrategioiden suunnittelun.

Myös aivoterveysten mittaamisen, ja sitä kautta Alzheimerin taudin havaitsemisen, laajentaminen kognitiivisten oireiden ulkopuolelle on mahdollista. Tästä yksi kiinnostava esimerkki on Oulun yliopistossa kehitteillä oleva Glymphometer-menetelmä, joka tarjoaa mahdollisuuden mitata aivojen glymfaattisen puhdistusjärjestelmän toimintaa kotioloissa. Glymfaattisen järjestelmän häiriöiden on osoitettu liittyvän muun muassa unen, stressin ja työkuormituksen vaikutuksiin, joilla saattaa olla yhteys aivorappeumasairauksien, kuten Alzheimerin taudin, kehittymiseen. Tällaiset uudet mittausmenetelmät voivat tulevaisuudessa täydentää varhaisen tunnistamisen kokonaisuutta tarjoamalla uusia näkökulmia aivojen hyvinvointiin. [35.]

Tulevaisuudessa on tärkeää suunnata tutkimuksia entistä enemmän pitkittäistutkimuksiin, joissa seurataan yksittäisten henkilöiden kognitiivisen tilan muutoksia pidemmän ajan kuluessa. Käsitellyt tutkimukset perustuivat usein vertailuun eri kognitiivisen tason omaavien henkilöiden välillä, esimerkiksi vertaillen kognitiivisesti terveitä ja lievästi heikentyneitä henkilöitä. Kuitenkin diagnostisesti ja hoidon näkökulmasta arvokkainta olisi ymmärtää tarkemmin, miten ja milloin yksittäisten henkilöiden tiedonkäsittely alkaa heikentyä. Tällainen tieto edellyttää pitkäaikaisia seurantatutkimuksia, joissa voidaan havaita varhaiset muutokset yksilötasolla.

6.3 Työn eettisyys ja luotettavuus

Hyvä tieteellinen käytäntö tarkoittaa tiedeyhteisön tunnustamien toimintatapojen noudattamista tutkimustyön kaikissa vaiheissa. Tämä sisältää rehellisyyden, yleisen huolellisuuden ja tarkkuuden niin aineiston keruussa, analyysissä kuin tulosten tallentamisessa ja esittämisessä. Tutkimuksessa on sovellettu eettisesti kestäviä ja tieteellisesti hyväksyttäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Lisäksi on noudatettu vastuullisen tiedeviestinnän periaatteita: muiden tutkijoiden työn tuloksiin on viitattu asianmukaisesti, heidän saavutuksensa on tunnustettu ja tieteellisen tiedon avoimuuteen on pyritty aina mahdollisuuksien mukaan. Tutkimus on pyritty suunnittelemaan, toteuttamaan ja raportoimaan tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. [36.]

Tämän työn toteutuksessa on pyritty noudattamaan hyvän tieteellisen käytännön periaatteita koko työskentelyprosessin ajan. Työssä on kiinnitetty huomiota rehellisyyteen, huolellisuuteen ja tarkkuuteen aineiston haussa, analysoinnissa sekä raportoinnissa. Koska kyseessä on narratiivinen kirjallisuuskatsaus, tutkimus ei edellyttänyt tutkimuslupaa eikä eettisen toimikunnan ennakkoarviointia.

Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen menetelmä mahdollistaa joustavan lähestymistavan aineiston käsittelyyn, mutta samalla se tuo mukanaan tiettyjä haasteita luotettavuuden suhteen. Aineiston valinta ja tulkinta voivat sisältää tutkijasta johtuvia vinoumia, vaikka niiden minimoimiseksi pyrittiin käyttämään ennalta määriteltäviä sisäänottokriteereitä sekä kattavaa hakustrategiaa. Työssä käytetty aineisto koostui vertaisarvioiduista tutkimuksista ja muista luotettavista lähteistä, jotka valittiin tutkimuskysymysten ja työn tavoitteiden perusteella. Laadun arviointiin on käytetty JBI:n arviointikriteerejä narratiiviselle tekstille, mikä on esitetty liitteessä 2.

Työn luotettavuutta tukee se, että koko insinööriyöprosessin ajan on pyritty seuraamaan SANRA-mittarin kriteereitä työn sisällön ja rakenteen ohjaavina periaatteina. Lisäksi työn rakenne ja eteneminen dokumentoitiin huolellisesti, jotta prosessi olisi jäljitettävissä ja arvioitavissa.

On kuitenkin tärkeää huomioida, että osa tarkastelluista tutkimuksista oli vielä alkuvaiheen kokeellisia tutkimuksia tai pilottiluontoisia selvityksiä, joissa otoskoot olivat pieniä ja seuranta-aika lyhyt. Tämä vaikuttaa osaltaan tulosten yleistettävyyteen ja vahvojen johtopäätösten tekemiseen.

Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen luonteeseen kuuluu myös, että aineistoa ei ole systemaattisesti seulottu samalla tavalla kuin järjestelmällisessä katsauksessa. Näin ollen on mahdollista, että joitain olennaisia tutkimuksia on jäänyt tarkastelun ulkopuolelle.

Lisäksi työn luotettavuuteen voi vaikuttaa se, että suurin osa aineistosta oli englanninkielistä, joka ei ole opinnäytetyön tekijän äidinkieli. Näin ollen on aina olemassa väärinymmärryksen mahdollisuus erityisesti silloin, kun tulkitaan

monimutkaisia tutkimusasetelmia ja -tuloksia. Tämän riskin minimoimiseksi lähteet käytiin huolellisesti läpi useaan kertaan ja pyrittiin varmistamaan, että keskeiset käsitteet ja tulkinnat vastaavat alkuperäisiä tarkoituksia.

7 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä tarkasteltiin, miten terveysteknologian ratkaisuja, erityisesti mobiili- ja verkkopohjaisia sovelluksia, voidaan hyödyntää Alzheimerin taudin varhaisessa tunnistamisessa. Työ perustuu narratiiviseen kirjallisuuskatsaukseen, jossa analysoitiin 19 vertaisarvioitua tutkimusta aiheeseen liittyen. Alzheimerin tauti on merkittävä kansanterveydellinen ongelma, jonka varhainen havaitseminen mahdollistaa oikea-aikaisen hoidon aloittamisen ja potilaiden elämänlaadun parantamisen.

Työn tavoitteena oli selvittää, millaisia digitaalisia terveysteknologian ratkaisuja on kehitetty Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen, arvioida niiden käyttökelpoisuutta ja tarkastella niiden tulevaisuuden kehitysnäkymiä. Tulokset osoittivat, että digitaaliset kognitiiviset testit ja mobiilipohjaiset ratkaisut tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen. Erityisesti digitaalisten testien avulla voidaan tehokkaasti arvioida muistitoimintoja, oppimiskykyä ja muita kognition osa-alueita myös kotiympäristössä. Mobiilisovellukset ja passiiviset mittausmenetelmät puolestaan tarjoavat potentiaalia jatkuvaan ja käyttäjälle huomaamattomaan kognitiivisen tilan seurantaan, mikä mahdollistaa hienovaraisten muutosten havaitsemisen varhaisessa vaiheessa.

Vaikka tulokset ovat lupaavia, ratkaisujen laajamittaiseen käyttöönottoon liittyy vielä monia haasteita. Näistä merkittävimmit nousivat menetelmien saavutettavuuden ja käytettävyyden varmistaminen, käyttäjien motivoiminen teknologian käyttöön sekä tietosuojakysymykset. Lisäksi nykyiset tutkimukset ovat pääosin lyhytkestoisia, ja niiden tulokset voivat olla vaikeasti yleistettävissä laajempiin väestöryhmiin. Myös monien ratkaisujen kliininen validointi on edelleen puutteellista.

Yhteenvetona voidaan todeta, että mobiili- ja verkkopohjaiset terveystratkaisut tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia Alzheimerin taudin varhaiseen tunnistamiseen ja hoidon tukemiseen. Vaikka teknologiset ratkaisut ovat edelleen osittain kehitysvaiheessa, niiden hyödyntäminen osana terveydenhuollon palveluja voisi tulevaisuudessa parantaa Alzheimerin taudin varhaista diagnostiikkaa ja sitä kautta vähentää sairauden aiheuttamaa inhimillistä ja taloudellista taakkaa. Teknologian täysimittainen hyödyntäminen vaatii kuitenkin ensin lisätutkimusta ja käytännön validointia.

Lähteet

- 1 Muistisairaudet. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Societas Gerontologica Fennican, Suomen Geriatri -yhdistyksen, Suomen Neurologisen Yhdistyksen, Suomen Psykogeriatrisen Yhdistyksen ja Suomen Yleislääketieteen yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2023. Verkkoaineisto. <<https://www.kaypahoito.fi/hoi50044>>. Luettu 25.2.2025.
- 2 Juva, Kati. 2024. Alzheimerin tauti. Lääkärikirja Duodecim. Verkkoaineisto. <<https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00699>>. Luettu 15.2.2025.
- 3 Koivisto, Anne M; Paajanen, Teemu; Rinne, Juha; Hokkanen, Laura; Vanhinen, Ritva; Herukka, Sanna-Kaisa; Lötjönen, Jyrki; Hallikainen, Merja. 2018. Alzheimerin taudin varhainen tunnistaminen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Verkkoaineisto. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo14670>>. Luettu 25.2.2025.
- 4 Rosenvall, Ari. 2023. Alzheimerin taudin kulku. Verkkoaineisto. <<https://www.kaypahoito.fi/nix00516>>. Luettu 25.2.2025.
- 5 Plasman pTau217. Itä-Suomen yliopisto. Verkkoaineisto. <<https://sites.uef.fi/aivobiomarkkeritutkimukset/plasman-ptau217/>>. Luettu 20.2.2025.
- 6 Liede, Sandra. Terveysteknologia toimialana. Healthtech Finland. Verkkoaineisto. <<https://teknologiateollisuus.fi/healthtech/terveysteknologia-osana-terveysalaa/>>. Päivitetty 04.09.2024. Luettu 25.2.2025.
- 7 Kehityssuunnat sote-digitalisaatiossa. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Verkkoaineisto. <<https://thl.fi/aiheet/sote-palvelujen-johtaminen/kehittyvapalvelujarjestelma/digitaaliset-palvelut/kehityssuunnat-sote-digitalisaatiossa>>. Päivitetty 8.12.2023. Luettu 10.3.2025.
- 8 Holopainen, Arto. 2015. Mobiilitekniologia ja terveyssovellukset, mitä ne ovat? Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim. Verkkoaineisto. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo12334>>. Luettu 26.2.2025.
- 9 Sindi, Shireen; Calov, Elisabeth; Fokkens, Jasmine; Ngandu, Tiia; Tuomi-lehto, Jaakko; Kivipelto, Miia. 2015. The CAIDE Dementia Risk Score App: The development of an evidence-based mobile application to predict the risk of dementia. Alzheimer's & dementia (Amsterdam, Netherlands), 1(3). Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1016/j.dadm.2015.06.005>>. Luettu 11.3.2025.

- 10 Reponen, Jarmo. 2015. Terveystieteiden sähköiset palvelut murroksessa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. Verkkoaineisto. <<https://www.duodecimlehti.fi/duo12323>>. Luettu 26.2.2025.
- 11 Kela, Kanta-palvelut. OmaKannan palvelukuvaus. 2025. Verkkoaineisto. <<https://www.kanta.fi/documents/20143/120102/OmaKannan+palvelukuvaus.pdf/febae214-5b2e-f661-29e4-044c8f66f0af?t=1740386879661>>. Luettu 10.3.2025.
- 12 Muistisairaudet. Terveyskylä. Verkkoaineisto. <<https://www.terveyskyla.fi/aivotalo/aivosairaudet/muistisairaudet>>. Luettu 10.3.2025.
- 13 Salminen Ari. 2023. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. 2., uudistettu painos. Vaasan yliopisto. Verkkoaineisto. <<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-395-081-8>>. Luettu 15.3.2025.
- 14 Baethge, Christopher; Goldbeck-Wood, Sandra; Mertens, Stephan. 2019. SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles. *Research Integrity and Peer Review*. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1186/s41073-019-0064-8>>. Luettu 15.3.2025.
- 15 Pubmed Overview. Verkkoaineisto. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>>. Päivitetty 11.3.2025. Luettu 20.3.2025.
- 16 ScienceDirect: Elsevier's premier platform of peer-reviewed scholarly literature. Verkkoaineisto. <<https://www.elsevier.com/products/sciencedirect>>. Luettu 20.3.2025.
- 17 Weizenbaum, Emma L; Hsieh, Stephanie; Molinare, Cassidy; Soberanes, Daniel; Christiano, Caitlyn; Román Viera, Andrea M; Anzai, Juliana A.U.; Moreno, Stephanie; Campbell, Emily C; Yang, Hyun-Sik; Marshall, Gad A; Sperling, Reisa A; Papp, Kathryn V; Amariglio Rebecca E. 2025. Validation of the multi-day Boston remote assessment of neurocognitive health (BRANCH) among cognitively impaired & unimpaired older adults. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*. Volume 12, Issue 3. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1016/j.tjpad.2025.100057>>. Luettu 4.4.2025.
- 18 Skirrow, Caroline; Meszaros, Marton; Meepegama, Udeepa; Lenain, Raphael; Papp, Kathryn V; Weston, Jack; Fristed, Emil. 2022. Validation of a Remote and Fully Automated Story Recall Task to Assess for Early Cognitive Impairment in Older Adults: Longitudinal Case-Control Observational Study. *JMIR Aging*. Volume 5, Issue 3. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/37090>>. Luettu 4.4.2025.

- 19 Curiel Cid, Rosie E; Crocco, E.A; Kitaigorodsky, M; Beaufile, L; Peña, P.A; Grau, G; Visser, U; Loewenstein, D.A. 2021. A Novel Computerized Cognitive Stress Test to Detect Mild Cognitive Impairment. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*. Volume 8, Issue 2. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.14283/jpad.2021.1>>. Luettu 4.4.2025.
- 20 Boots, E.A; Frank, R.D; Fan, W.Z; Christianson, T.J; Kremers, W.K; Stricker, J.L; Machulda, M.M; Fields, J.A; Hassenstab, J; Graff-Radford, J; Vemuri, P; Jack, C.R; Knopman, D.S; Petersen, R.C; Stricker, Nikki H. 2024. Continuous Associations between Remote Self-Administered Cognitive Measures and Imaging Biomarkers of Alzheimer's Disease. *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*. Volume 11, Issue 5. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.14283/jpad.2024.99>>. Luettu 4.4.2025.
- 21 Shimada, Hiroyuki; Doi, Takehiko; Tsutsumimoto, Kota; Makino, Keitaro; Harada, Kenji; Tomida, Kouki; Morikawa, Masanori; Makizako, Hyuma. 2025. A New Computer-Based Cognitive Measure for Early Detection of Dementia Risk (Japan Cognitive Function Test): Validation Study. *Journal of medical Internet research*. vol. 27. e59015. doi:10.2196/59015. Luettu 5.4.2025.
- 22 Rodrigo, Adrián; Trigueros, Paloma; Jamilis, Laura; Alegret, Montserrat; Rodríguez, Octavio; Tárraga, Lluís; González-Pérez, Antonio; Kramberger, Milica; Winblad, Bengt; Visser, Pieter Jelle; Jessen, Frank; Campo, Laura; Boada, Mercè; MOPEAD consortium. 2021. Identification of undiagnosed dementia cases using a web-based pre-screening tool: The MOPEAD project. *Alzheimer's & dementia: the journal of the Alzheimer's Association*, 17(8), 1307–1316. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1002/alz.12297>>. Luettu 5.4.2025.
- 23 Pan, Yijun; Chu, Chenyin; Wang, Yifei; Wang, Yihan; Ji, Guangyan; Masters, Colin L; Goudey, Benjamin; Jin, Liang; AIBL Research Group. 2024. Development and validation of the Florey Dementia Risk Score web-based tool to screen for Alzheimer's disease in primary care. *eClinicalMedicine* volume 76. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102834>>. Luettu 5.4.2025.
- 24 Young, Stephanie Ruth; Dworak, Elizabeth McManus; Byrne, Greg Joseph; Jones, Callie Madison; Yao, Lihua; Benavente, Julia Noelani Yoshino; Diaz, Maria Varela; Curtis, Laura; Gershon, Richard; Wolf, Michael; Nowinski, Cindy J. 2024. Remote Self-Administration of Cognitive Screeners for Older Adults Prior to a Primary Care Visit: Pilot Cross-Sectional Study of the Reliability and Usability of the MyCog Mobile Screening App. *JMIR formative research*, vol 8, e54299. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/54299>>. Luettu 6.4.2025.

- 25 Charalambous, Anna Pavlina; Pye, Annie; Yeung, Wai Kent; Leroi, Iracema; Neil, Malcolm; Thodi, Chrissy; Dawes, Piers. 2020. Tools for App- and Web-Based Self-Testing of Cognitive Impairment: Systematic Search and Evaluation. *Journal of Medical Internet Research*. Volume 22, Issue 1. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/14551>>. Luettu 6.4.2025.
- 26 Wilson, Sarah; Tolley, Clare; Mc Ardle, Riona; Beswick, Emily; Slight, Sarah P. 2023. Key Considerations When Developing and Implementing Digital Technology for Early Detection of Dementia-Causing Diseases Among Health Care Professionals: Qualitative Study. *Journal of medical Internet research* vol. 25. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/46711>>. Luettu 10.4.2025.
- 27 Ciocan, Andreea; Stoleru, Georgiana-Ingrid; Haivas, Daniel-Andrei; Strati-anu, Bianca Ionela; Iftene, Adrian. 2023. AlzDiagnostics: A Mobile Alzheimer's Diagnosis Solution. *Procedia Computer Science*, Volume 225. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.218>>. Luettu 6.4.2025.
- 28 Hackett, Katherine; Xu, Shiyun; McKniff, Moira; Paglia, Lido; Barnett, Ian; Giovannetti, Tania. 2024. Mobility-Based Smartphone Digital Phenotypes for Unobtrusively Capturing Everyday Cognition, Mood, and Community Life-Space in Older Adults: Feasibility, Acceptability, and Preliminary Validity Study. *JMIR Human Factors*, Volume 11. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/59974>>. Luettu 7.4.2025.
- 29 Muurling, Marijn; Reus, Lianne M; de Boer, Casper; Wessels, Sterre C; Jagesar, Raj R; Vorstman, Jacob A S; Kas, Martien J H; Visser, Pieter Jelle. 2022. Assessment of Social Behavior Using a Passive Monitoring App in Cognitively Normal and Cognitively Impaired Older Adults: Observational Study. *JMIR Aging*, Volume 5, Issue 2. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/33856>>. Luettu 8.4.2025.
- 30 Piau, Antoine; Wild, Katherine; Mattek, Nora; Kaye, Jeffrey. 2019. Current State of Digital Biomarker Technologies for Real-Life, Home-Based Monitoring of Cognitive Function for Mild Cognitive Impairment to Mild Alzheimer Disease and Implications for Clinical Care: Systematic Review. *Journal of medical Internet research*, 21(8). Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/12785>>. Luettu 8.4.2025.
- 31 Chudzik, Artur; Śledzianowski, Albert; Przybyszewski Andrzej W. 2024. Machine Learning and Digital Biomarkers Can Detect Early Stages of Neurodegenerative Diseases. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 24(5). Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.3390/s24051572>>. Luettu 5.4.2025.
- 32 He, Zhe; Dieciuc, Michael; Carr, Dawn; Chakraborty, Shayok; Singh, An-kita; Fowe, Ibukun E; Zhang, Shenghao; Lustria, Mia Liza A; Terracciano, Antonio; Charness, Neil; Boot, Walter R. 2023. New Opportunities for the

- Early Detection and Treatment of Cognitive Decline: Adherence Challenges and the Promise of Smart and Person-Centered Technologies. BMC digital health, vol. 1. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1186/s44247-023-00008-1>>. Luettu 10.4.2025.
- 33 Koo, Bon Mi; Vizer, Lisa M. 2019. Mobile Technology for Cognitive Assessment of Older Adults: A Scoping Review. Innovation in aging, 3(1). Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.1093/geroni/igy038>>. Luettu 6.4.2025.
- 34 Nester, Caroline O; De Vito, Alyssa N; Prieto, Sarah; Kunicki, Zachary J; Strenger, Jennifer; Harrington, Karra D; Roque, Nelson; Sliwinski, Martin J; Rabin, Laura A; Thompson, Louisa I. 2025. Association of Subjective Cognitive Concerns With Performance on Mobile App–Based Cognitive Assessment in Cognitively Normal Older Adults: Observational Study. JMIR aging, vol. 8. Verkkoaineisto. <<https://doi.org/10.2196/64033>>. Luettu 10.4.2025.
- 35 Brain Health Monitoring And Early Detection Of Neurodegenerative Diseases: A Promising Future. 2023. 6G Flagship. University of Oulu. Verkkoaineisto. <<https://www.6gflagship.com/news/brain-health-monitoring-and-early-detection-of-neurodegenerative-diseases-a-promising-future/>>. Luettu 29.4.2025.
- 36 Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Verkkoaineisto. Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). Verkkoaineisto. <<https://tenk.fi/fi/tiedevilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>>. Päivitetty 9.10.2023. Luettu 23.4.2025.

Liite 1. Kirjallisuuskatsauksen aineisto

Taulukko 1. Aineistoon valitut tutkimusartikkelit

Tekijät ja julkaisu-vuosi	Teema	Tarkoitus/tavoite	Menetelmät ja aineisto	Tulokset	Rajoitteet
Pan ym., 2024	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökalut	Kehittää ja validoida verkkotyökalu (FDRS) Alzheimerin seulontaan.	Kaksi aineistoa, 1937 hlöä, koneoppiminen.	Saavutti hyvän seulontatarkkuuden: AUC 0.82, sensitiivisyys 74 % ja spesifisyys 73 %.	Simuloitu data, ei kliinistä testiä
Ciocan ym., 2023	Mobiilisovellukset ja älypuhelinpohjaiset ratkaisut	Alzheimerin varhainen diagnosointi mobiilisovelluksella.	CNN (6400 MRI-kuvaa), XGBoost (2425 potilasta)	MRI 98 %, kliininen data 76 % tarkkuus	Ei kliinisessä käytössä
Weizenbaum ym., 2025	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökalut	BRANCH-testin luotettavuuden arviointi varhaisen Alzheimerin tunnistamisessa.	144 osallistujaa, 7 päivän verkotestaus.	Hyvä käytettävyys ja luotettavuus MMSE/QDRS-verrattuna.	Lyhyt seuranta-aika
Skirrow ym., 2023	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökalut	Automaattisen muistitehtävän validointi (ASRT)	200 hlöä, 7–8 päivän mobiili-testi.	Korkea käytettävyys, hyvä validiteetti.	Ei pitkäaikaista seuranta-aikaa

Hackett ym., 2024	Mobiilisovellukset ja älypuhelinpohjaiset ratkaisut / Digitaaliset biomarkkerit ja passiiviset mittausmenetelmät	GPS-pohjaisen fenotyypityksen arviointi.	37 hlöä, 4 vk GPS-seuranta	Hyvä korrelaatio kognition ja mielialan kanssa.	Pieni otoskoko
Muurling ym., 2022	Mobiilisovellukset ja älypuhelinpohjaiset ratkaisut / Digitaaliset biomarkkerit ja passiiviset mittausmenetelmät	Sosiaalisen käyttäytymisen seuranta sovelluksella	288 eri kognitiivisia tasoja omaavia henkilöitä. Passiivinen seuranta 7–42 pv.	Kognitiiviset ongelmat näkyvät sosiaalisen toiminnan muutoksissa.	Ei standardoitua käyttöä
Curiel Cid ym., 2021	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökälyt	Kognitiivisen stressitestin kehittäminen MCI-tunnistukseen.	64 iästä osallistujaa (39 CN, 25 aMCI). Tietokonepohjainen stressitesti	Tehokas MCI:n havaitsemisessa.	Ei laajaa validointia
Charalambous ym., 2020	Yleiset katsaukset ja teknologioiden käyttöönotto	Sovellusten arviointi kognitiivisen heikentymisen testaukseen.	Katsaus, 25 sovellusta analysoitu.	Monipuolisia, lupaavia työkaluja varhaiseen arviointiin. Vain 7 työkalulla oli tietoa psykometrista ominaisuuksista, ja vain yhdellä oli dataa	Kirjallisuuskatsaus

				normiarvoista, valiteetista, reliabiliteetista sekä herkkyydestä ja spesifisyydestä.	
Piau ym., 2019	Digitaaliset biomarkkerit ja passiiviset mitausmenetelmät	Kotiseurannan digitaalisten biomarkkerien arviointi.	Katsaus kotipohjaisista ratkaisuista.	Potentiaalia varhaisessa seulonnassa.	Kirjallisuuskatsaus
Chudzik ym., 2024	Digitaaliset biomarkkerit ja passiiviset mitausmenetelmät	Digitaalisten biomarkkerien kyky havaita neurodegeneraatio.	Katsaus mm. silmänliiketunnistukseen, kasvojen ilmeanalyysiin, reaktioaikamittauksiin ja puettavaan teknologiaan pohjautuviin tutkimuksiin.	Tarkkoja menetelmiä varhaiseen diagnosointiin.	Kirjallisuuskatsaus
Lott ym., 2024	Yleiset katsaukset ja teknologioiden käyttöönotto	Katsaus digitaalisten sovellusten validointiin Alzheimerissa	106 teknologiaa, 172 tutkimusta analysoitu.	Validoinnin lisäarvo tunnistettu laajasti.	Kirjallisuuskatsaus
He ym., 2023	Digitaaliset biomarkkerit ja passiiviset mitausmenetelmät	Kognitiivisen heikkenehmissen varhaisen tunnistamisen teknologiat	Älykkäät, käyttäjakeskeiset menetelmät.	lökkäillä henkilöillä on monia erilaisia motivaatioprofiileja osallistua kognitiivisiin harjoitteisiin ja/tai seurantoihin. Potentiaalia yksilöllisessä seurannassa.	Haasteena käyttäjäadherenssi

Koo ym., 2019	Mobiilisovellukset ja älypuhelinpohjaiset ratkaisut	Mobiiliteknologiat ikääntyneiden kognition arvioinnissa.	Katsaus eri mobiilitestien käyttöön.	Mobiilipohjaisilla arviointimenetelmillä on huomattavaa potentiaalia.	Kirjallisuuskatsaus
Boots ym., 2024	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökalut	MTD-testin ja Alzheimerin kuvantamisbiomarkkerien yhteys.	684 hlöä, etänä tehtävä MTD-testi ja kuvantaminen.	MTD yhdistyi tehokkaasti AD-kuvantamiseen.	Ei testattu käytännössä laajasti
Wilson ym., 2023	Yleiset katsaukset ja teknologioiden käyttöönotto	Digiteknologian toteutuksen haasteet muistisairauksien havaitsemiseen	18 potilastyössä toimivaa terveydenhuollon ammattilaista sekä perus- että erikoissairaanhoidosta. Laadulliset haastattelut.	Saavutettavuus, käyttäjäystävällisyys ja integrointi ehdottoman tärkeää.	Pieni otos
Rodrigo ym., 2021	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökalut	Web-pohjainen seulontatyökalu dementian tunnistamiseen.	1487 hlöä, viiden maan webkampanja, joka ohjasi 65–85-vuotiaita henkilöitä verkkopohjaiseen alustaan. Osallistujat tekivät siellä kaksi lyhyehköä CANTAB-testiä.	Verkkopohjaisen esiseulonnan positiivinen ennustearvo (PPV) oli hieman yli 50 %. Yleisesti menetelmällä onnistuttiin tunnistamaan verkosta sellaisia kognitiivisesti heikentyneitä henkilöitä, jotka eivät muutoin olisi hakeutuneet klinisiin tutkimuksiin.	Tuloksissa vaihtelua maittain.

Shimada ym., 2025	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökälyt	J-Cog-testin ennustuskyvyn validointi verrattuna MMSE.	2520 hlöä, 5 vuoden seuranta.	J-Cog ennusti tulevaa dementian ilmaantumista paremmin kuin MMSE.	Vaatii laajempaa validointia.
Young ym., 2024	Digitaaliset kognitiiviset testit ja seulontatyökälyt	MyCog-sovelluksen käytettävyys kognitiivisessa seulonnassa	Pilottitutkimus, vanhukset ennen terveystarkastusta	Käyttäjäystävällinen, luotettava tulos.	Pilottitutkimuksen rajoitukset
Nester ym., 2025	Digitaaliset biomarkkerit ja passiiviset mittausten menetelmät	Subjektiiivisten huolien yhteys mobiilipohjaiseen kogniotestiin.	Observointitutkimus normaali-kognitiivisilla ikääntyneillä.	Mobiilisovellus voi olla herkkä menetelmä havaitsemaan lieviä kognitiivisia muutoksia etenkin muistialueella henkilöillä, joilla on subjektiiivisiä huolia kognitiostaan.	Ei kliinistä vahvistusta

Liite 2. Arviointikriteerit narratiiviselle tekstille



21.1.2019

JBI: Arviointikriteerit asiantuntijoiden näkemykselle ja narratiiviselle tekstille

Tätä tarkistuslistaa käytetään asiantuntijoiden näkemyksen ja narratiivisen tekstin metodologisen laadun arviointiin. Arvioinnin tarkistuslistaan sisältyy yhteensä 6 arviointikriteeriä joiden yksityiskohtaiset sisällöt on lyhyesti kuvattu alla. Arvioijan on hyvä tutustua myös Joanna Briggs Instituutin julkaisemaan katsauksen tekijöiden [käsikirjaan](#) arviointia tehdessään. Tarkistuslistan alkuperäinen englanninkielinen versio löytyy tästä [linkistä](#). Kunkin kriteerin toteutuminen arvioidaan asteikolla: Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?), Ei sovellettavissa (NA). (McArthur ym. 2015.)

Arvioija _____ Päiväys _____

Tekijä(t) _____ Vuosi _____ Nro _____

Arviointikriteeri	K	E	?	NA
1. Onko mielipiteen lähde selkeästi tunnistettavissa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Onko mielipiteen lähteellä asema asiantuntijoiden joukossa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ovatko kohdeyleisön kiinnostuksen kohteet kirjoituksen keskiössä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Onko esitetty näkemys analyttisen prosessin tulos, ja onko esille tuodun mielipiteen taustalla logiikkaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Viitataan olemassa olevaan kirjallisuuteen/näyttöön?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Puolustaa kirjoittaja näkemystään loogisesti suhteessa muuhun kirjallisuuteen tai lähteisiin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kokonaisarviointi: Hyväksy Hylkää Lisätietoja tarvitaan

Kommentteja (mukaan lukien syy hylkäykseen):

Lähde: McArthur A, Klugarova J, Yan H, Florescu S. Innovations in the systematic review of text and opinion. *Int J Evid Based Healthc.* 2015;13(3):188-195.



Kriittisen arvioinnin tarkistuslista asiantuntijoiden näkemykselle ja narratiiviselle tekstille

Lähde: McArthur A, Klugarova J, Yan H, Florescu S. Innovations in the systematic review of text and opinion. *Int J Evid Based Healthc.* 2015;13(3):188–195.

1. Onko mielipiteen lähde selkeästi tunnistettavissa?

Onko tekstin kirjoittajan nimi mainittu? Nimetöntä tieteellisen lehden, sanomalehden tai aikakauslehden pääkirjoitusta tai toimituksen tekstiä voi vapaammin kommentoida, mutta kirjoittajan tulisi olla tunnistettavissa.

Arvioi: Onko tekstin kirjoittaja tunnistettavissa?

2. Onko mielipiteen lähteellä asema asiantuntijoiden joukossa?

Julkaisussa olisi mainittava kirjoittajan/kirjoittajien pätevyudet, virkanimikkeet, mistä organisaatioista kirjoittajat ovat ja mitä aiheeseen liittyviä kytköksiä heillä on. Lukijan/arvioijan pitäisi vakuuttua siitä, että kirjoittajalla/kirjoittajilla on jonkinlainen asema kyseisen alan asiantuntijoiden joukossa.

Arvioi: Onko kirjoittajalla riittävä pätevyys mielipide- tai asiantuntijatekstin kirjoittamiseen kyseisestä aiheesta? Minkälainen asema kirjoittajalla/kirjoittajilla on alan asiantuntijoiden joukossa?

3. Ovatko kohdeyleisön kiinnostuksen kohteet kirjoituksen keskiössä?

Tämän kysymyksen tarkoituksena on selvittää kirjoittajan motiivit kirjoituksen julkaisemiseen tarkastelemalla kirjoituksen kohdeyleisöä. Mikäli kirjoituksen aiheena on kliininen interventio tai terveydenhuollon toimet, terveyteen liittyviin muuttujiin keskittyminen on relevanttia kirjoitukseen liittyen. Jos kuitenkin kirjoituksen aiheena on esimerkiksi käsitellä ammattikuntien välisiä valtasuhteita, niin on soveltuvaa ja tarkoituksenmukaista keskittyä tiettyihin ryhmiin. Tähän kysymykseen pitää vastata ajatellen tekeillä olevan katsauksen asiayhteyttä.

Arvioi: Mille kohdeyleisölle teksti on kirjoitettu ja mitkä ovat kirjoittajan mahdolliset motiivit julkaista kirjoitus?

4. Onko esitetty näkemys analyyttisen prosessin tulos, ja onko esille tuodun mielipiteen taustalla logiikkaa?

Selvittääksesi näkemyksen selkeyttä, perusteluita ja lähtökohtia pohdi tekstin pääargumentteja. Mieti seuraavia kysymyksiä: Mitkä ovat kirjoituksen johtopäätösten tai suositusten pääkohdat? Mitä argumentteja kirjoittaja käyttää tukeakseen näitä pääkohtia? Ovatko argumentit loogisia? Määritettiinkö tärkeät käsitteet selkeästi? Tukevatko argumentit kirjoituksen pääsanomaa?

Arvioi: Mitkä ovat kirjoituksen pääkohdat ja onko argumentit niiden taustalla loogisia?

5. Viitataan olemassa olevaan kirjallisuuteen/näyttöön?

Jos kirjoituksessa viitataan aikaisempaan kirjallisuuteen, niin onko lähteiden käyttö puolueetonta ja edustavaa, vai tukevatko lähdeviittaukset kriittikittävästi niitä argumentteja,



mitä kirjoittaja haluaa tuoda esiin? Nämä pohdinnat auttavat arvioimaan oliko lähteiden käyttö sopivaa.

Arvioi: Miten lähteitä on käytetty, jos niitä on käytetty? Onko lähteitä käytetty kattavasti ja puolueettomasti?

6. Puolustaako kirjoittaja näkemystään loogisesti suhteessa muuhun kirjallisuuteen tai lähteisiin?

Esitetäänkö tekstissä mitään näyttöä siitä, onko näkemyksellä laajempaa tukea? Onko kirjoittaja osoittanut olevansa tietoinen vaihtoehtoisista tai hallitsevista näkemyksistä kirjallisuudessa? Onko kirjoittaja puolustanut näkemystään perustellusti suhteessa eriäviin tai samansuuntaisiin näkemyksiin.

Arvioi: Huomioiko kirjoittaja eriävät näkemykset ja perusteleeko hän omaa näkemystään suhteessa muihin näkemyksiin?