

Pertti Arvola

**mHealth-interventioiden hyödyntäminen diabeteksen
hoidossa**

Tietotekniikan Kandidaatintutkielma

15. joulukuuta 2022

Jyväskylän yliopisto

Informaatioteknologian tiedekunta

Tekijä: Pertti Arvola

Yhteystiedot: arvola.pertti@gmail.com

Ohjaaja: Timo Tiihonen

Työn nimi: mHealth-interventioiden hyödyntäminen diabeteksen hoidossa

Title in English: Utilization of mHealth in the treatment of diabetes

Työ: Kandidaatintutkielma

Opintosuunta: Informaatioteknologia

Sivumäärä: 29+0

Tiivistelmä: Diabetes on maailmanlaajuinen ongelma ja se aiheuttaa 12 prosenttia maailman terveysmenoista. Jo yli 10 prosenttia maailman väestöstä sairastaa diabetesta ja uusien tapausten ilmaantuvuus on kasvanut viime vuosina merkittävästi, joten tarve hoitomuotojen kehittämiseksi ja diabeteksen ennaltaehkäisemiseksi on suuri. mHealth-interventiot tarjoavat lupaavia ratkaisuja näihin haasteisiin. Tässä tutkielmassa tarkastellaan ensin, millaisia hyötyjä mHealth-interventioiden käytöllä voidaan saavuttaa diabeteksen hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. Tämän jälkeen pohditaan mHealth-interventioiden käyttöön liittyviä haasteita ja niihin ratkaisuja. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena aiheen aiemman tutkimuksen pohjalta. Johtopäätöksinä todettiin, että mHealth-interventioilla on potentiaalia tarjota hyötyjä diabeteksen hoitoon ja ennaltaehkäisyyn, mutta aiheesta tehty aiempi tutkimus on monelta osin puutteellista, joten lisätutkimusta tarvitaan tulevaisuudessa. Lisäksi aiemmassa tutkimuksessa korostui potilaiden sitoutumisen ja motivaation tärkeys mHealth-interventioiden hyötyjen saavuttamiseksi.

Avainsanat: terveysalan mobiilisovellukset, diabetes, terveydenhuolto, älypuhelin, mobiililaitte, sensori, tietoturva, pelillistäminen

Abstract: Diabetes is a global problem, and it accounts for 12 percent of the world's health expenses. Over 10 percent of the world population suffers from diabetes and the incidence of new cases has increased significantly in recent years, so there is a great need for the develop-

ment and prevention of diabetes treatment methods. mHealth interventions offer promising solutions to these challenges. This study examines the benefits of using mHealth interventions in the treatment and prevention of diabetes. After that, we consider the challenges of using mHealth interventions and solutions to those challenges. The study was conducted as a literature review based on previous research on the topic. As a result, it was found that mHealth interventions have the potential to provide benefits in the treatment and prevention of diabetes, but previous research on the subject is often deficient, so further research is needed in the future. In addition, previous research emphasized the importance of patient engagement and motivation in achieving the maximum benefits of mHealth interventions.

Keywords: mHealth, diabetes, health care, smartphone, mobile device, sensor, information security, gamification

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	DIABETES.....	3
	2.1 Diabetestyytit	3
	2.2 Hoitomuotojen kehittämisen tarve.....	4
3	MHEALTH.....	6
	3.1 mHealth-interventioiden tyypit	6
	3.2 Teknologinen muutos	7
4	MHEALTH-INTERVENTIOIDEN HYÖDYT JA MAHDOLLISUUDET	9
	4.1 Kustannustehokkuus	9
	4.2 Ennaltaehkäisy	10
	4.3 Pelillistämisen mahdollistaminen.....	11
5	MHEALTH-INTERVENTIOIDEN ONGELMAT JA HAASTEET	13
	5.1 Turvallisuus ja yksityisyys	13
	5.2 Sääntely	14
	5.3 Teknologinen osaaminen.....	15
	5.4 Potilaiden luottamus ja motivaatio käyttää mHealth-järjestelmiä.....	16
6	YHTEENVETO.....	18
	LÄHTEET	19

1 Johdanto

Diabetes on vakava maailmanlaajuinen ongelma, joka aiheuttaa merkittävän osan maailman terveysmenoista. Muun muassa istuvan elämäntavan ja kansalaisten huonojen elämäntapojen vuoksi diabetes on yleistynyt viime vuosikymmeninä ja oletettavasti jatkaa edelleen kasvuun tulevien vuosien aikana. Diabetes on yleisempi vanhuksilla, joten myös väestön ikääntyminen ja syntyvyyden lasku nostavat diabeteksen ilmaantuvuutta.

Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja pääasiallisena hakupalveluna käytetään Google Scholaria. Kirjallisuuskatsaus sopii aiheeseen hyvin, sillä aiheesta löytyy runsaasti aiempaa tutkimusta. mHealth:ia ja diabetesta tutkittaessa ei diabetesta yleensä eritellä vahvasti sen eri tyyppien kautta, vaan diabetekseen viitataan yleisesti, joten tässäkin tutkielmassa tätä eroa ei korosteta.

Tutkielma koostuu kuudesta luvusta, joista luvut 2-5 ovat sisältölukuja. Luvussa 2 avataan lyhyesti diabeteksen määritelmä ja kerrotaan eri diabetestyyppien eroista ja niiden hoitamisesta. Lisäksi käydään läpi tilastoja ongelman laajuuden ymmärtämiseksi ja sekä pohditaan syitä, miksi hoitoa on tärkeää pyrkiä kehittämään. On myös aiheellista avata mistä diabetes johtuu, jotta on helpompi ymmärtää uusien teknologioiden potentiaali diabeteksen hoidossa ja ennaltaehkäisyssä.

Luvussa 3 pureudutaan mHealth:iin käsitteenä ja kerrotaan, millaisia ominaisuuksia se tarjoaa diabeteksen ja muiden pitkäaikaissairauksien hoitamiseen. Luvussa kerrotaan eri mHealth-interventiotyyppien ominaisuuksista ja niiden keskinäisistä eroista. Läpi käydään myös syitä sille, miksi mHealth-interventioilla on potentiaalia tarjota ratkaisuja aiemmin mainittuihin ongelmiin.

Luku 4 käsittelee mHealth-interventioiden hyötyjä ja mahdollisuuksia diabeteksen hoidossa niin yksilön kuin yhteiskunnallisestakin näkökulmasta. Luvussa käydään läpi eri osa-alueita, tarkastellaan, millaisia ongelmia niihin liittyy ja millaisia hyötyjä mHealth:n käytöllä voidaan saavuttaa näillä osa-alueilla.

Luvussa 5 tarkastellaan millaisia ongelmia ja haasteita mHealth-interventioihin diabeteksen

hoidossa liittyy ja millaiset seikat rajoittavat niiden kehitystyötä. Myös tässä luvussa aihetta pohditaan sekä yhteiskunnallisesta, että yksilönkin näkökulmasta.

2 Diabetes

Diabetes on ryhmä aineenvaihduntasairauksia, jotka johtuvat insuliinin erityksen tai vaikutuksen ongelmista, joka aiheuttaa potilaalle hyperglykemiaa, eli epänormaalin korkeaa verensokeria. Krooniseen hyperglykemiaan liittyy pitkäaikaisia ja vakavia vaurioita, kuten silmien, munuaisten, hermojen, sydämen ja verisuonten vajaatoimintaa (Egan ja Dinneen 2019). Diabetes aiheuttaa myös masennusta ja ahdistusta (MacPherson ym. 2022). Diabeteksen asianmukaiseen hoitoon kuuluu paljon päivittäisiä tehtäviä ja rutiineja, kuten verensokerin mittaaminen, insuliinihoito sekä oikeanlaisen ruokavalion ja fyysisen aktiivisuuden ylläpitäminen. Tehokkaasti hoidettuna diabetespotilaat voivat elää normaalia elämää (Carvalho, Machado ja Brandão 2020).

2.1 Diabetestyyppit

Suurin osa diabetestapauksista jaetaan kahteen luokkaan. Huomattavasti yleisemmän diabetestyyppin, eli tyypin 2 diabeteksen syynä on insuliiniresistenssin ja riittämättömän kompensoivan insuliinin eritysvasteen yhdistelmä. Tyypin 2 diabeteksen hoidon pääpaino on yleensä glukoosin alentamisessa lääkityksen, ruokavalion ja liikunnan avulla (Association 2010). Komplikaatioiden välttämiseksi diabetespotilaiden on seurattava jatkuvasti glikoosiarvojaan (Georgsson ja Staggers 2017). Tätä diabetesmuotoa sairastavat potilaat eivät yleensä tarvitse insuliinihoitoa tyypin 1 diabetespotilaiden tavoin. Hyperglykemia kehittyy potilaille vähitellen eivätkä potilaat usein huomaa alkuvaiheessa diabeteksen tyypillisiä oireita, vaikka riski makro- ja mikrovaskulaarisille komplikaatioille on jo noussut. Suurin osa tyypin 2 diabetespotilaista on ylipainoisia ja ylipainoisuus itsessään aiheuttaa insuliiniresistenssiä (Association 2010). Yksilön tyypin 2 diabeteksen syntyminen voidaan ennaltaehkäistä ja tässä keskeisessä asemassa ovat oman käyttäytymisen ja henkilökohtaisen vastuun rooli (Browne ym. 2013).

Tyypin 1 diabetes on paljon tyypin 2 diabetesta harvinaisempi ja sitä esiintyy vain 5-10 prosentilla diabeetikoista. Sen aiheuttaa insuliinin erityksen totaalinen puute (Association 2010). Historiallisesti tyypin 1 diabetesta on pidetty pääasiassa lasten ja nuorten sairaute-

na, mutta viimeisen vuosikymmenen aikana tämä käsitys on muuttunut ja sen oireet voivat ilmaantua myös vanhemmalla iällä. Diagnoosien huiput ovat kuitenkin 5-7-vuoden iässä ja murrosiän kynnyksellä. Maailmanlaajuisesti tyypin 1 diabeteksen ilmaantuvuudessa on merkittävää vaihtelua. Suhteessa väkilukuun se on kaikista yleisin Suomessa, jossa uusia diagnooseja tehdään vuosittain 60 sataatuhatta ihmistä kohden ja Sardiassa, jossa uusia diagnooseja tehdään vuosittain 40 sataatuhatta ihmistä kohden. Diabeteksen ilmaantuvuus on myös kasvussa maailmanlaajuisesti ja esimerkiksi Suomessa on raportoitu 2,4 prosentin vuotuisen ilmaantuvuuden kasvusta. Esimerkiksi Kiinassa, Intiassa ja Venezuelassa diagnooseja tehdään vain noin 0,1 sataatuhatta ihmistä kohden (Atkinson, Eisenbarth ja Michels 2014).

Diabetestyyppin diagnosointi saattaa olla haastavaa erityisesti aikuisilla. Noin 5-15 prosentilla tyypin 2 diabeteksen diagnoosin saaneista saattaa todellisuudessa olla tyypin 1 diabetes. Oikean diagnoosin saaminen on ratkaisevan tärkeää oikeanlaisen hoidon saamisen ja komplikaatioiden välttämisen kannalta (Egan ja Dinneen 2019).

Muita harvinaisempia diabetestyyppisiä ovat muun muassa raskausdiabetes, MODY-diabetes ja sekundaarinen diabetes (Egan ja Dinneen 2019). Tässä tutkielmassa harvinaisemmat tyypit jätetään pois tarkastelusta, mutta useat tutkimustulokset ovat todennäköisesti sovellettavissa myös niihin.

2.2 Hoitomuotojen kehittämisen tarve

On arvioitu, että vuonna 2021 maailmanlaajuisesti 10,5 prosenttia, eli 536,6 miljoona, 20-79-vuotiaista sairasti diabetesta ja luvun on arvioita nousevan 12,2 prosenttiin, eli 783,2 miljoonaan, vuoteen 2045 mennessä (Sun ym. 2022). Diabetespotilaiden kasvavalle määrälle syitä ovat pääasiassa liikalihavuus, huonot ruokailutottumukset ja fyysisen aktiivisuuden puute (Alanzi 2018). Diabeteksen jatkuva yleistyminen aiheuttaa merkittäviä sosiaalisia, taloudellisia ja kehitykseen liittyviä vaikeuksia erityisesti pieni- ja keskituloisissa maissa ja hallitusten tulisi panostaa politiikkaan, jolla vähennetään diabeteksen riskitekijöitä ja varmistetaan asianmukaisen hoidon saatavuus kaikille diabeetikoille (Cho ym. 2018).

Vaikka diabeteksen hoitoon tarkoitettut teknologiat, kuten glukoosin seurantarjestelmät ja

insuliinipumput ovat kehittyneet merkittävästi viime vuosien aikana, eivät monet diabetespotilaat silti täytä sokeritasapainon hallintatavoitteitaan ja he hyötyisivät paremmasta joustavuudesta ja yksilöllisyydestä hoitojen suhteen (Eberle, Löhnert, Stichling ym. 2021). Vain noin puolet potilaista saavuttaa hoitotavoitteensa. Yksi syy diabeteksen huonolle hallinnalle on potilaiden haluttomuus muuttaa elintapojaan, kuten ruokavaliota ja liikuntatottumuksia (Rinaldi, Hijazi ja Haghparast-Bidgoli 2020). Potilaan, jotka osallistuvat aktiivisesti itse hoitoonsa, saavuttavat parempia tuloksia hoidon onnistumisen suhteen ja voivat paremmin (Howard ym. 2011). Potilaiden sitouttaminen hoitoon on haastavaa, sillä se vaatii pysyvää käyttäytymisen muutosta, joka on pitkällä aikavälillä haastavaa (Rossi ja Bigi 2017). On siis oleellista pohtia, kuinka diabeteksen hoitomuotoja voidaan kehittää ja mHealth:lla on potentiaalia tarjota ratkaisuja näihin haasteisiin (Rossi ja Bigi 2017).

3 mHealth

Eräs teknologia, jota voidaan käyttää diabeteksen itsehallinnan tukemiseksi ovat mHealth-interventiot (Deshkar, Thanseeh ja Menon 2017). mHealth-sovellusmarkkinoiden heterogeenisyydestä ja jatkuvasta kasvusta ja muutoksesta johtuen mHealth:lla ei ole tarkkaa yksiselitteistä määritelmää. Termillä kuitenkin viitataan yleensä mobiililaitteiden, kuten puhelinten ja tablettien tukemiin lääketieteellisiin ja terveyttä edistäviin menetelmiin. (Eberle, Löhnert, Stichling ym. 2021). mHealth-interventioita käytetään diabeteksen lisäksi muidenkin sairauksien, kuten HIV:n, AIDS:n, malarian, tuberkuloosin ja astman hoidossa. Lisäksi myös muilla terveyden osa-alueilla, kuten liikalihavuuden ja tupakoinnin hallinnassa (Wang ym. 2017). Sen suurimpia etuja ovat datan keräämisen helpottuminen, potilaiden elintoimintojen seuraaminen ajasta ja paikasta riippumatta, suora hoidon tarjoaminen etänä sekä tietojen välittäminen lääkäreiden, potilaiden ja myös tutkijoiden välillä (Bajwa 2014). mHealth-interventiot voidaan jakaa kolmeen ryhmään (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015). Tässä luvussa esitellään erilaiset mHealth-interventioiden tyypit sekä niiden tärkeimmät ominaisuudet ja käyttötarkoitukset.

3.1 mHealth-interventioiden tyypit

Yksinkertaisimmillaan mHealth:lla voidaan tarkoittaa järjestelmää, joka käyttää perinteisiä SMS-viestejä potilaan ja terveydenhuollon väliseen kommunikointiin (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015). Vaikka interventio on yksinkertainen ja sisältää luonnollisesti paljon rajoituksia, on niille kuitenkin edelleen tarvetta, sillä suuremmalla määrällä ihmisistä maailmanlaajuisesti on pääsy käyttämään perinteistä puhelinta, jossa ei ole älyominaisuuksia (Iribarren ym. 2017). Lisäksi tutkimukset osoittavat, että yksinkertaiset mHealth-intervention kannustavat potilaita hyödyntämään teknologiaa enemmän ja ne ovat myös kustannustehokkaampia. Potilaat kokevat useita eri teknologioita käyttävät interventiot monimutkaisiksi (Rinaldi, Hijazi ja Haghparast-Bidgoli 2020).

Toinen ryhmä on mobiilisovellukset, joiden avulla potilaan pystyvät hallitsemaan sairautaan ja hankkimaan tietoa sairauksistaan itse ilman terveydenhoidon puoleen kääntymistä.

Suurin osa näistä sovelluksista keskittyy ravitsemuskäyttäytymisen ja liikuntatottumusten seuraamiseen ja niiden parantamiseen (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015). Priesterroth ym. (2018) tekemässä tutkimuksessa Googlen Play Kaupasta löytyi 249 hakutulosta hakusanalla "diabetes". Kun hakutuloksista suodatettiin pois muut kuin englanninkieliset sovellukset, muut kuin potilaalle tarkoitettut sovellukset ja sovellukset, joita ei luokiteltu terveys- ja kuntoilukategorioihin, jäi jäljelle 171 sovellusta, joista 78 oli tarkoitettu varsinaiseen diabeteksen hoitoon ja sisälsivät esimerkiksi päiväkirjatoiminnon verensokerimittauksiin. Sovelluksista 93 oli tarkoitettu vain tiedotus- ja koulutuskäyttöön (Priesterroth ym. 2019).

Kolmas ryhmä on puettavat tai kannettavat monitorointilaitteet, joiden avulla potilaasta kerätään sairauteen tai sen hoitoon liittyvää dataa ja valvotaan potilaan terveydentilaa (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015). Näitä ovat diabeteksen hoidossa muun muassa verensokeri-, verenpaine- ja sykemittari sekä vaaka (Alanzi 2018). Näihin liittyy usein myös mobiilisovellus, johon potilas saa muun muassa terveyteen liittyviä tietoja, laboratoriotuloksia ja huomautuksia potilaiden rohkaisemiseksi jatkaa terveyttä tukevaa toimintaa. Lisäksi muistutuksia ja palautetta liittyen lääkitykseen ja ruokavalioon (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015). Vaikka diabeteksen hallintaan on nykyään saatavilla paljon laitteita ja sensoreita, eivät ne kuitenkaan varsinaisesti automatisoi hoitoa, vaan käyttäjän sitoutuminen itsehoitoon on edelleen avainasemassa hoidon onnistumisen suhteen. Yleisesti potilaat täyttävät nämä tavoitteet heikosti (Carvalho, Machado ja Brandão 2020). Onnistunut mHealth:n hyödyntäminen diabeteksen hoidossa vaatii potilaan ja hoitohenkilökunnan välistä yhteistyötä (Torbjørnsen ym. 2018).

3.2 Teknologinen muutos

Nykyajan teknologinen muutos tekee mHealth-interventioiden käytön mahdolliseksi. Baig ym. (2015) mukaan teknologiseen muutokseen liittyy kolme merkittävää tekijää, jotka vaikuttavat jokapäiväiseen elämäämme ja ovat mullistaneet terveydenhuollon lisäksi useita eri toimialoja. Ensimmäinen tekijä on puhelimiin sisäänrakennetut tai integroitavat sensorit, kuten kiihtyvyyssmittarit, gyroskoopit, GPS, mikrofoonit ja kamerat. Nämä sensorit mahdollistavat uudenlaisia sovelluksia terveydenhuollossa kuin mitä aiemmin on nähty (Imtiaz, Khan ja Shakir 2015).

Toinen merkittävänä tekijänä on älypuhelimien yleistymisen. Älypuhelimien yleistymisen myötä ihmisillä on pääsy useisiin henkilökohtaisen tietokoneen ominaisuuksiin ajasta ja paikasta riippumatta (Imtiaz, Khan ja Shakir 2015). Vuonna 2021 jo yli 6,3 miljardin ihmisen on arvioitu omistavan älypuhelin ja määrän arvioidaan nousevan yli 7,5 miljardiin vuonna 2026 (Angon ym. 2022). Vastaava luku oli kymmenen vuotta sitten hieman yli miljardi (Imtiaz, Khan ja Shakir 2015), joten yhä useammalla ihmisellä on pääsy käyttämään mHealth-sovelluksia.

Kolmas tekijä on nykyaikaisten sovellusten tarjoama mahdollisuus kerätä ja analysoida dataa suurelle joukolle ihmisiä maailmanlaajuisesti (Imtiaz, Khan ja Shakir 2015). mHealth:n kontekstissa kerättyä dataa voidaan käyttää hyödyksi potilaiden henkilökohtaisten hoitosuunnitelmien laatimisessa käsittelemällä se älykkäillä data-analyttisillä työkaluilla ja tuottamalla siitä havainnollista grafiikkaa (Alanzi 2018).

4 mHealth-interventioiden hyödyt ja mahdollisuudet

mHealth-interventioiden käyttö saattaa soveltua diabeteksen hoitoon erityisen hyvin, sillä it-sessään diabeteksen perinteiseenkin hoitoon liittyy paljon teknologiaa, kuten glukometrin ja insuliinipumpun jatkuva käyttö (Modzelewski, Stockman ja Steenkamp 2018), joten potilaiden täytyy olla lähtökohtaisestikin jossain määrin teknologiaorientoituneita hyvien hoitotulosten saavuttamiseksi. Diabeteksen monimutkaisen luonteen ja sen elämäntapojen parantamiseen liittyvien osatekijöiden vuoksi diabeteksen hoidosta yli 95 prosenttia on itsehoitoa (Georgsson ja Stagers 2017) ja potilas viettää vain 10 tuntia vuodessa lääkärin kanssa sairautensa vuoksi (Muralidharan ym. 2017), joten senkin puolesta mobiililaitteita hyödyntävät hoitomuodot sopivat hyvin diabeteksen hoitoon. Tässä luvussa tarkastellaan, millaisia positiivisia vaikutuksia mHealth:n käyttö voi mahdollistaa diabeteksen hoidossa.

4.1 Kustannustehokkuus

Diabeteksen kustannukset ovat merkittävät potilaille, valtioille ja terveydenhuollon tarjoajille. Vuonna 2018 diabeteksen hoidon kustannukset olivat 1,8 prosenttia maailman bruttokansantuotteesta ja 12 prosenttia maailman terveystuloista (Rinaldi, Hijazi ja Haghparast-Bidgoli 2020), joten on erittäin tärkeää kehittää uusia kustannustehokkaampia hoitomuotoja. Maailman terveysjärjestön mukaan yli neljännes maailman valtioista kärsii terveydenhuollon resurssien pulasta (Hoque ja Sorwar 2017).

Rinaldi ym. (2020) tekemässä tutkimuksessa mHealth:n käytöstä tyypin 2 diabeteksen hoidossa vaikuttaa olevan merkittävää taloudellista hyötyä. Tutkimusta aiheesta löytyy kuitenkin vain rajallinen määrä ja mHealth:n hyödyt vaihtelevat paljon käytetyn teknologian mukaan, joten aihe vaatii lisää tutkimusta.

Georgsson ym. (2017) tekemässä tutkimuksessa 70 prosenttia tutkimukseen osallistuneista potilaista olivat sitä mieltä, että diabeteksen itsehoitoon tarkoitettua sovellusta käyttäessä he joutuisivat vierailemaan vähemmän sairaalassa tai käymään lääkärintarkastuksessa. Osallistujat olivat kuitenkin yleisesti kokeneita älypuhelimien ja internetin käyttäjiä, joten tuloksia ei välttämättä voida yleistää vanhempaan väestöön, jolla on vähemmän kokemusta näiden tek-

nologioiden käytöstä (Georgsson ja Staggers 2017). Edistyneempien älypuhelinpohjaisten mHealth-interventioiden kustannustehokkuutta iäkkäille ihmisille on vaikeaa arvioida aieman tutkimuksen pohjalta tiedon puutteen vuoksi. Myös yksinkertaisten tekstiviestipohjaisten interventioiden kustannustehokkuudesta löydettiin vain vähän näyttöä (Ghani ym. 2020).

4.2 Ennaltaehkäisy

Merkittävä syy tyypin 2 diabeteksen yleistymiseen on liikalihavuus. Liikalihavuus aiheuttaa plasman FFA-tasojen nousua sekä perustilassa että glukoosikuormituksen jälkeen, joka johtaa insuliiniresistenssiin ja tyypin 2 diabeteksen muodostumiseen (Leong ja Wilding 1999). Useat tutkimukset ovat osoittaneet fyysisellä aktiivisuudella olevan merkittävä rooli diabeteksen ennaltaehkäisyssä ja diabeteksen ja sen komplikaatioiden maailmanlaajuisen ongelman ratkaisemiseksi huomiota tulisi kiinnittää erityisesti fyysisen aktiivisuuden lisäämiseen väestötasolla (LaMonte, Blair ja Church 2005). mHealth-interventioiden käytöstä fyysisen aktiivisuuden lisäämiseen löytyy tutkimusnäyttöä. Mönninghoff ym. (2021) tekemässä tutkimuksessa tarkasteltiin 117:a aiempaa tutkimusta koskien mHealth-interventioiden vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen. mHealth-interventiot nostivat selvästi fyysistä aktiivisuutta kontrolliryhmätyypistä riippumatta. Heterogeenisuus oli tutkimuksissa kuitenkin merkittävää ja yli 80 prosenttia tutkimuksista arvioi harhaisuuden riskin korkeaksi, joten todisteiden laatu jäi alhaiseksi.

Esidiabeteksella tarkoitetaan henkilöllä olevan heikentyneet paastogluukoosiarvot tai heikentynyt glukoositoleranssi, joka saattaa johtaa tyypin 2 diabeteksen syntymiseen (Wong ym. 2013). Wong ym. (2013) Hong Kongissa tehdyssä tutkimuksessa kokeiltiin yksinkertaista tekstiviesteihin pohjautuvaa interventiota, jossa esidiabeteksestä kärsivälle, ammattikuljettajista koostuvalle interventioryhmälle lähetettiin kahden vuoden ajan tekstiviestejä, joissa he saivat tietoa diabeteksestä, esidiabeteksestä sekä elämäntapaohjeita. Kahden vuoden kohdalla interventioryhmästä noin 11 prosentille kehittyi diabetes. Kontrolliryhmästä, joka ei saanut tekstiviestejä, 18 prosentille. Samanlaisia havaintoja tehtiin myös Ramachandran ym. (2013) Intiassa tehdyssä tutkimuksessa, jossa 35-55-vuotiasta töissä käyvistä miehistä koostuvalle interventioryhmälle lähetettiin tekstiviestitse elämäntapaohjeita. Interventioryhmästä 18 prosentille kehittyi diabetes ja kontrolliryhmästä 27 prosentille. Tämän kal-

taisilla yksinkertaisella tekstiviesteihin pohjautuvilla mHealth-interventioilla on siis selvästi potentiaalia ennaltaehkäistä diabetesta.

4.3 Pelillistämisen mahdollistaminen

mHealth-interventiot tarjoavat alustan hyödyntää pelillistämistä terveydenhuollossa. Pelillistämisen tarkoittaa pelielementtien yhdistämistä ei-pelikontekstiin tai olemassa olevan järjestelmän muuttamista peliksi. Pelillisiä elementtejä ovat esimerkiksi kilpailu, edistymispalkki, erilaiset virtuaaliset palkinnot, pistejärjestelmä ja tarinateema (Wong ja Kwok 2016). Terveysteen ja koulutukseen liittyvät tehtävät nähdään usein tylsänä ja pelit sen sijaan kouruttavina. Pelillistämällä saattaa olla potentiaalia muuttaa tylsäksi koetut aktiviteetit nautinnollisiksi (Carvalho, Machado ja Brandão 2020). Aiemman tutkimuksen mukaan 59 prosenttia ihmisistä kokee pelillistämällä olevan positiivista vaikutusta terveyteen ja hyvinvointiin. Loput 41 prosenttia kokivat vaikutukset vaihtelevaksi, kohtalaisiksi tai heikoiksi (Johnson ym. 2016). mHealth-interventioiden pelillistämisen vaikutus terveyden edistämiseen on kuitenkin vielä epäselvää ja tutkimustyötä tarvitaan lisää. Nykyinen tutkimusnäyttö on ristiriitaista muun muassa sen heterogeenisyyden vuoksi. (Xu ym. 2022).

Cafazzo ym. (2012) tekemässä tutkimuksessa pilottiryhmä 12-16-vuotiaita tyyppin 1 diabetespotilaita kokeili 12 viikkoa diabeteksen mittaamiseen tarkoitettua pelillistämistä hyödyntävää mHealth-sovellusta. Sovellus piti automaattisesti yllä verensokerimittausten tuloksia ilman tietojen manuaalista syöttämistä, ja käyttäjät saivat tehdyistä verensokerimittauksista pelinomaisia kokemuspisteitä. Testijakson aikana potilaiden päivittäinen mittaustiheys parani 50 prosenttia. Näiden hyvien tulosten saavuttaminen johtui oletettavasti juuri pelillistämistä sekä sovelluksen tarjoamista muistutuksista tehdä mittaus. Intervention käytöllä ei ollut kuitenkaan merkittävää vaikutusta potilaiden verensokeritasoihin. 88 prosenttia tutkimukseen osallistuneista nuorista olivat tyytyväisiä interventioon ja aikoivat jatkaa sen käyttämistä myös testijakson jälkeen. Myös Goldhill ja Roodt (2018) tekemässä tutkimuksessa todettiin pelillisten elementtien sisällyttämisellä mHealth-sovelluksiin olevan positiivista vaikutusta opiskelijoiden terveystietoisuuteen. Fitness-sovellukset olivat osallistujien keskuudessa suosituin sovellustyyppi ja tutkimus osoitti opiskelijoiden käyttävien todennäköisemmin sovellusta, joka sisältää pelielementtejä.

Ikä on ilmeinen tekijä, joka vaikuttaa siihen, kuinka hyvin omaksumme teknologian ja nuorten henkilöiden oletetaan yleensä kokevan pelillistäminen kiinnostavammaksi ja nautinnollisemmaksi verrattuna vanhempaan ikäryhmään, koska he ovat parempia omaksumaan teknologiaa ja heillä on enemmän kokemusta digitaalisista peleistä. Tutkimuksen mukaan kuitenkin myös vanhemmat ihmiset pelaavat ja nauttivat videopeleistä. Teknologiakuilu tulee myös kapenemaan eri ikäryhmien välillä lähivuosikymmenien aikana, sillä nykyiset nuoret sukupolvet ovat käyttäneet teknologiaa ja erityisesti digitaalisia pelejä lapsuudestaan saakka toisin kuin nykyiset vanhemmat sukupolvet (Koivisto ja Malik 2020). Kappen ym. (2018) tekemässä tutkimuksessa todettiin pelillistämällä olevan vaikutusta yli 50-vuotiaiden fyysisen aktiivisuuden motivaatioon, nautintoon ja sitoutumiseen (Kappen, Mirza-Babaei ja Nacke 2018).

5 mHealth-interventioiden ongelmat ja haasteet

mHealth-interventioiden maksimaaliseen hyödyntämiseen liittyy paljon haasteita niin yksilö- kuin yhteiskunnallisellakin tasolla. Tässä luvussa käydään läpi näitä haasteita, pohditaan niihin ratkaisuja sekä tarkastellaan, millaisia edistysaskeleita viime vuosien aikana on otettu näiden haasteiden voittamiseksi.

5.1 Turvallisuus ja yksityisyys

mHealth-sovellukset käsittelevät yhä enemmän sekä potilaiden että ammattilaisten arkaluontoista dataa. Merkittävä ero mHealth-sovelluksilla ja muilla terveydenhuoltojärjestelmillä on, että mHealth-sovellukset mahdollistavat usein paljon laajemman tiedon keräämisen potilailta, sillä mobiililaitteet keräävät tietoa pitemmältä ajalta sekä paikasta ja ajasta riippumatta. Lisäksi kerättävä data on paljon laajempaa. Se ei välttämättä liity suoraan pelkästään tutkittavaan vaivaan tai sairauteen, vaan lisäksi voidaan kerätä dataa liittyen esimerkiksi sijaintitietoihin tai sosiaaliseen vuorovaikutukseen (He ym. 2014). Yksityisyyttä ja turvallisuutta koskevat huolenaiheet vaikuttavat olevan yksi syy sille, miksi ihmiset sitoutuvat mHealth-sovellusten pitkäaikaiseen käyttöön huonosti (Woldaregay ym. 2018).

Turvallisuus- ja yksityisyysseikat on otettava vakavasti, sillä viimeaikaisen tutkimuksen mukaan yksityisyyden loukkaukset ovat yleisiä terveys- ja hyvinvointisovelluksissa. Yksi syy tälle on olemassa olevien säännösten noudattamatta jättäminen sovelluskehittäjien toimesta. Yksityisyyden loukkauksista on haittaa tietenkin potilaille, mutta ne myös hidastavat sovellusten kehittämistä ja voivat aiheuttaa maine- tai uskottavuusongelmia myös terveydenhuollon ammattilaisille (Nurgalieva, O’Callaghan ja Doherty 2020).

Yksityisyys- ja turvallisuusongelmat ovat myös yksi merkittävä syy sille, miksi mobiiliterveydenhuollon tutkimus on hitaampaa alan muuhun kehitykseen verrattuna. Tämä ongelma näkyy erityisesti esimerkiksi alkoholin käyttöä tutkiessa ja muilla arkaluontoisiksi ja häpeällisiksi koetuilla alueilla (Arora, Yttri ja Nilsen 2014). Myös diabetekseen liittyy häpeää. Browne ym. (2013) tekemässä tutkimuksessa tyypin 2 diabetespotilaista koostuvasta osallistujajoukosta 84 prosenttia uskoi leimautumiseen ja oli kokenut sairautensa takia syyttelyä

oman tilansa aiheuttamisesta, negatiivisten stereotyyppien kohteeksi joutumista, syrjintää tai rajoituksia elämässä, jonka vuoksi osallistujat kertoivat olevansa haluttomia kertomaan sairaudestaan muille. Potilaat olivat pääasiassa sitä mieltä, että tyypin 1 diabetekseen ei liity stigmaa siinä määrin, kuin tyypin 2 diabetekseen, sillä tyypin 1 diabetes ei ole potilaiden itse aiheuttama eivätkä he ole syyllisiä sairauteensa.

5.2 Säättely

mHealth-interventioihin liittyy useita alueellisia ja maailmanlaajuisia säädöksiä. mHealth-sovellukset voidaan luokitella joko lääketieteellisiin- tai terveyssovelluksiin. Sovelluksia, joita ei ole tarkoitettu lääketieteelliseen käyttöön, ei koske sama lainsäädäntö ja niitä valvotaan vain vähän (Nurgalieva, O'Callaghan ja Doherty 2020). Tämän vuoksi turvallisuuden ja käyttäjille aiheutuvan riskin arvioiminen on jätetty suurelta osin kehittäjien ja sovellusmarkkinoiden vastuulle (Kasperbauer ja Wright 2020). Esimerkiksi Apple ilmoittaa tarkastavansa tavanomaista tarkemmin sovellukset, joita voidaan käyttää potilaiden diagnosoimiseen tai hoitoon ja hylkäävänsä sovellukset, jotka voivat aiheuttaa fyysistä vahinkoa. Vastavasti myös Google Play sanoo, ettei se salli sovelluksia, jotka "sisältävät lääketieteellisiä tai terveyteen liittyviä toimintoja, jotka ovat harhaanjohtavia tai mahdollisesti haitallisia" (Kasperbauer ja Wright 2020).

Vuonna 2015 Elintarvike- ja lääkevirasto (FDA), joka on ensisijainen mHealth-sovellusten säätelystä vastaava taho, totesi, että mHealth-sovellukset voidaan luokitella lääketieteellisiksi, kun mobiilisovelluksen käyttötarkoitus on sairauden tai terveydentilan diagnosointi tai parantaminen (Crico ym. 2018). Tammikuussa 2019 FDA käynnisti ohjelman, jonka tarkoituksena on puuttua mHealth-sovellusten lainsäädäntöhaasteisiin ja mahdollistaa ainakin jonkinasteinen valvonta. Ohjelman avulla FDA voi tarkistaa laajoja osia ohjelmistojen laatuun ja turvallisuuteen liittyen ilman jokaisen sovelluksen yksilökohtaista tarkastusta. (Kasperbauer ja Wright 2020).

Yhdysvalloissa merkittäviä lääketieteellisiä sovelluksia koskevia säädöksiä ovat muun muassa Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA), joka edellyttää asianmukaisia suoja-toimia yksityisten terveystietojen suojaamiseksi ja asettaa rajoituksia ja

ehtoja tietojen käytölle ja luovuttamiselle sekä US Children's Online Privacy Protection Act (COPPA), joka tarjoaa kehyksen alle 13-vuotiaiden lasten yksityisyyden suojaamiseksi verkossa ja kieltää henkilötietojen keräämisen heiltä ilman huoltajan suostumusta (Nurgalieva, O'Callaghan ja Doherty 2020).

Vuonna 2018 Euroopan parlamentti otti käyttöön yleisen tietosuojalain (General Data Protection Regulation, GDPR). Sen tavoitteena on parantaa yksilöiden henkilötietojen suojaa ja se on merkittävin yksityisyysasetus moneen vuoteen. Sen päätavoitteena on parantaa yksilöiden mahdollisuutta hallita henkilötietojaan ja yhtenäistää säätelyä EU-alueella. GDPR velvoittaa muun muassa, että henkilöstä kerätty tieto on riittävää, merkityksellistä ja vain välttämätöntä. Tiedon on oltava myös kerätty nimenomaisesti määriteltyihin ja rajoitettuihin tarkoituksiin. Vaikka GDPR on EU:n laki, se kattaa kaikki organisaatiot, jotka keräävät tai käsittelevät EU:n kansalaisten tietoja (Zaeem ja Barber 2020). GDPR tarjoaa potilaille mahdollisuuden pysyä ajan tasalla siitä, kuinka heidän tietojansa käsitellään ja mihin tarkoitukseen (Muchagata ja Ferreira 2018). Fan ym. tekemän tutkimuksen mukaan kuitenkin iso osa mHealth-sovelluksista eivät ole GDPR:n mukaisia. Tutkitusta 796:sta sovelluksesta 189 ei tarjoa täydellisiä tietosuojakäytäntöä. Ongelmia oli eniten siinä, etteivät sovellukset pyytäneet lupaa kerätä käyttäjien henkilötietoja. Ilmeni myös, että 46 sovellusta keräsi muutakin kuin tarvittavaa dataa GDPR:n vastaisesti (Fan ym. 2020).

5.3 Teknologinen osaaminen

Yksi suurimmista mHealth-sovellusten haasteista on käytettävyyshaasteet, jotka koskevat erityisesti käyttäjiä, joilla on erityistarpeita, kuten vanhukset ja lapset (Zapata ym. 2015). mHealth-sovellusten tulisi olla tarpeeksi yksinkertaisia käyttää. Käytettävyyshaasteet saattavat liittyä niinkin yksinkertaisiin asioihin kuin fonttikoko- tai tyyppi ja käytetyt väriyhdistelmät. Käyttäjälle tarpeellisen tiedon pitäisi olla saatavilla helposti ilman suurta vaivaa (Chanda ja Polly 2020). Yksinkertaisuudella ja sovelluksen miellyttävällä ulkonäöllä on vaikutusta myös käyttäjän luottamukseen siitä, että käytettävä sovellus on aito (Gurupur ja Wan 2017).

Väestön syntyvyyden laskun ja pidemmän eliniänodotteen myötä vanhemman väestön määrä on yhä kasvussa maailmanlaajuisesti. Vuonna 2013 yli 60-vuotiaita oli 840 miljoonaa, eli 10

prosenttia maailman kokonaisväestöstä. Luvun on arvioitu nousevan yli 1,2 miljardiin vuoteen 2025 mennessä (Hoque ja Sorwar 2017). Suurin osa diabetesta sairastavista henkilöistä on yli 65-vuotiaita, joten mHealth-sovellusten kehittämisessä on syytä ottaa huomioon myös tietotekniikkaan harjaantumattomien vanhusten tarpeet (Isaković ym. 2016). Vanhemmilla käyttäjillä sovelluksen käyttöön liittyvät ongelmat saattavat johtaa sovellusten hylkäämiseen eivätkä sovellukset täytä potentiaaliaan hoitoon (Wildenbos, Peute ja Jaspers 2015). Tehokas tapa vanhusten tarpeiden huomioimiseen on ottaa heidät mukaan sovelluskehitykseen. Vanhusten tarpeiden huomioiminen saattaa jäädä kuitenkin pienempään rooliin. Vanheman ikäluokan jättäminen pois sovellussuunnittelusta ja -kehityksestä voi aiheuttaa merkittäviä käytettävyysongelmia (Isaković ym. 2016). Isaković ym. (2016) tekemän tutkimuksen mukaan valtaväestölle suunnitellut sovellukset eivät ole sopivia iäkkäille käyttäjille. Ongelmia aiheuttivat erityisesti painikkeiden koko, sijoittelu ja ymmärrettävyys. Health Care Information and Management Systems Society (HIMMS) on kehittänyt mHealth-sovelluksille suunnitteluohjeet, mutta nämä ohjeet eivät ota huomioon vanhusten rajoituksia (Wildenbos, Peute ja Jaspers 2015).

5.4 Potilaiden luottamus ja motivaatio käyttää mHealth-järjestelmiä

Eräs ratkaiseva tekijä terveydenhuollon järjestelmien hyödyntämisen onnistumiseksi on saada loppukäyttäjien, eli potilaiden, hyväksyminen järjestelmille. Käyttäjän kokemuksella järjestelmästä on suuri vaikutus siihen, kuinka onnistuneesti järjestelmä saadaan osaksi terveydenhuoltoa. Jos käyttökokemus on negatiivinen, on suuri riski sille, ettei käyttäjä käytä esimerkiksi mittauslaitteita tarpeeksi tai ollenkaan (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015). Yleisesti mHealth-sovellusten käyttöaste on alhainen. Tämä johtuu oletettavasti käyttäjien motivaatiosta sitoutua käyttämään sovelluksia pitkään. Joidenkin tutkimusten mukaan heikkoon sitoutumiseen vaikuttaa sovellusten personoinnin puute (Woldaregay ym. 2018). Ratkaisevassa roolissa käyttäjien sitouttamisen onnistumiseksi on käyttäjäkohtainen suunnittelu erityisesti projektin kehittämisen alkuvaiheessa (Baig, GholamHosseini ja Connolly 2015).

Erityisesti kehitysmaissa ihmiset eivät vaikuta olevan halukkaita käyttämään mHealth-sovelluksia. Bangladeshin slummialueella eläville ihmisille teetetyt tutkimuksen mukaan alueen asukkaat ovat tietoisia mHealth:sta, mutta vain harvat käyttivät niitä. 4915 satunnaisesta vas-

taajasta vain 5 prosenttia käytti mHealth-sovelluksia puhelimissaan, vaikka 73 prosenttia oli tietoinen niistä. Suurimmat syyt ihmisten epäkiinnostukselle olivat korkeat konsultaatiomaksut, luottamuksen puute tuntemattomiin lääkäreihin sekä tekniset ongelmat (Hoque ja Sorwar 2017).

Aiempi tutkimus osoittaa, että käyttäjien henkilökohtaisilla ominaisuuksilla on suuri vaikutus siihen, kuinka hyvin he omaksuvat ja ottavat käyttöön uutta teknologiaa ja jatkavat erilaisten mobiilisovellusten käyttöä. Potilaan luonne, ikä ja muut ominaisuudet vaikuttavat siihen, kuinka motivoituneita he ovat käyttämään mHealth-sovelluksia (Su ym. 2020). Bischoff ym. (2020) tekemässä tutkimuksessa suhteellisesti nuoremmat käyttäjät ottivat diabeteksen hoitoon tarkoitetun mHealth-sovelluksen käyttöön 9 prosenttia vanhempia käyttäjiä todennäköisemmin. Vähemmän ulospäinsuuntautuneet henkilöt ottivat sovelluksen käyttöön 29 prosenttia todennäköisemmin kuin enemmän ulospäin suuntautuneet henkilöt. Sukupuolella ei tutkimuksen mukaan ollut merkittävää vaikutusta sovelluksen käyttöönottamiseen.

6 Yhteenveto

Olemme keskellä digitaalista muutosta, joka mahdollistaa teknologian hyödyntämisen tavoilla, jotka ovat olleet mahdollisia vasta hyvin vähän aikaa. Muun muassa älypuhelimien yleistymisen tarjoaa mahdollisuuden uudentyyppisiin terveydenhuoltoon ja hyvinvointia tukeviin interventioihin. Diabetestapausten ollessa yhä kasvussa ja sen aiheuttamien terveystilojen vuoksi tarve näille interventioille on kasvava.

Erilaisia diabeteksen hoitoon tarkoitettuja mHealth-sovelluksia löytyy sovelluskaupoista paljon, mutta niiden käyttö on edelleen vähäistä. Aiemman tutkimuksen pohjalta voidaan päätellä potilaan sitoutumisen olevan merkittävässä roolissa mHealth-interventioiden maksimaalisen hyödyn saavuttamiseksi. Tulevaisuudessa tulisi kiinnittää siis erityistä huomiota käyttäjien motivoimiseen käyttäen mHealth-interventioita pitkäaikaisesti. Avainasemassa tämän tavoitteen saavuttamiseksi on räätälöidä sovellukset vastaamaan käyttäjien tarpeita esimerkiksi ottamalla käyttäjät mukaan sovellussuunnitteluun. Eri käyttäjäryhmillä on myös erilaisia tarpeita, joten huomioon tulisi ottaa kaikenlaiset käyttäjät erilaisella teknologisella osaamistalustalla. Myös pelillistämällä saattaa olla vaikutusta motivoimiseen erityisesti nuoremmilla käyttäjillä.

Vaikka mHealth on melko uusi teknologia, siihen liittyvää aiempaa tutkimusta löytyy paljon. Tutkimuksissa kuitenkin tuli toistuvasti esiin niiden heterogeenisyys, joten todisteiden laatu mHealth-interventioiden hyödyistä jäi pääasiassa heikkolaatuiseksi. Tämä on ymmärrettävää, sillä tämän kaltaisen tutkimuksen tekemiseen liittyy paljon erilaisia muuttujia, joten riittävän homogeenisen tutkimuksen toteuttaminen saattaa olla haastavaa. Tutkimukset olivat myös pääasiassa lyhytkestoisia ja tutkimusryhmät pieniä. Erityisesti pitkäaikaissairauksien, kuten diabeteksen, tutkiminen vaatisi luonnollisesti pitkäkestoisia tutkimuksia ja tutkimusryhmien tulisi olla suuria luotettavampien tulosten saavuttamiseksi. Pitkäaikaisen tutkimuksen tekeminen on kallista, mutta koska diabetes aiheuttaa merkittävän osan maailman terveystilastoista, olisi sen tekeminen todennäköisesti kuitenkin kannattavaa terveystilosten alentamisen kannalta. Näistä rajoituksista huolimatta tutkimustulokset olivat kuitenkin lupaavia erityisesti diabeteksen ennaltaehkäisyyn ja pelillistämisen hyötyjen suhteen, mutta aihe vaatii lisää tutkimusta tulevaisuudessa.

Lähteet

Alanzi, Turki. 2018. “mHealth for diabetes self-management in the Kingdom of Saudi Arabia: barriers and solutions”. *Journal of Multidisciplinary Healthcare* 11:535. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6183657/>.

Angon, Prodipto Bishnu, Md Mahbubur Rahman Khan, Md Shafiul Islam ja Rucksana Parvin. 2022. “Evaluating the parameters influencing agricultural productivity due to the limitations of smartphone-related knowledge among farmers”. *Archives of Agriculture and Environmental Science* 7 (1): 80–85. <https://www.researchgate.net/profile/Prodipto-Bishnu-Angon/publication/359474802>.

Arora, Shifali, Jennifer Yttri ja Wendy Nilsen. 2014. “Privacy and security in mobile health (mHealth) research”. *Alcohol research: current reviews* 36 (1): 143. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4432854/>.

Association, American Diabetes. 2010. “Diagnosis and classification of diabetes mellitus”. *Diabetes care* 33 (Supplement_1): S62–S69. https://diabetesjournals.org/care/article-abstract/33/Supplement_1/S62/25777.

Atkinson, Mark A, George S Eisenbarth ja Aaron W Michels. 2014. “Type 1 diabetes”. *The Lancet* 383 (9911): 69–82. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673613605917?casa_token=-E8UecpzXI0AAAAA:THuyP_ob1TnR4Y5h41LhIOfr8SiAloU0eak2wH6oqK8SzlS7KIUJR1RuyN0HN2hQSDVumiJzk.

Baig, Mirza Mansoor, Hamid GholamHosseini ja Martin J Connolly. 2015. “Mobile healthcare applications: system design review, critical issues and challenges”. *Australasian physical & engineering sciences in medicine* 38 (1): 23–38. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13246-014-0315-4>.

Bajwa, Mohammad. 2014. “mHealth security”. *Pakistan Journal of Medical Sciences* 30 (4): 904. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4121723/>.

- Browne, Jessica L, Adriana Ventura, Kylie Mosely ja Jane Speight. 2013. “‘I call it the blame and shame disease’: a qualitative study about perceptions of social stigma surrounding type 2 diabetes”. *BMJ open* 3 (11): e003384. <https://bmjopen.bmj.com/content/3/11/e003384.short>.
- Carvalho, Rui, Diogo Machado ja Pedro Brandão. 2020. “Gamification, mHealth and user adherence”. *Teoksessa 2020 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, 1–6. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9219674/>.
- Chanda, Sanjoy Kumar, ja Afsana Polly. 2020. “Digitalization and Innovations in Health Care”. *DIGITALISATION & INNOVATIONS IN BUSINESS*, 1. <https://www.editedbook.in/pdf/edited-book-of-dr-vijay-prakash-gupta.pdf#page=10>.
- Cho, Nam H, JE Shaw, Suvi Karuranga, Yafang Huang, JD da Rocha Fernandes, AW Ohlrogge ja B Malanda. 2018. “IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045”. *Diabetes research and clinical practice* 138:271–281. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168822718302031>.
- Crico, Chiara, Chiara Renzi, Norbert Graf, Alena Buyx, Haridimos Kondylakis, Lefteris Koumakis ja Gabriella Pravettoni. 2018. “mHealth and telemedicine apps: in search of a common regulation”. *Ecancermedicalscience* 12. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6057658/>.
- Deshkar, Sankalp, RA Thanseeh ja Varun G Menon. 2017. “A review on IoT based m-Health systems for diabetes”. *International Journal of Computer Science and Telecommunications* 8 (1): 13–18. https://www.ijcst.org/Volume8/Issue1/p3_8_1.pdf.
- Eberle, Claudia, Maxine Löhnert, Stefanie Stichling ym. 2021. “Effectiveness of disease-specific mHealth apps in patients with diabetes mellitus: scoping review”. *JMIR mHealth and uHealth* 9 (2): e23477. <https://mhealth.jmir.org/2021/2/e23477>.
- Egan, Aoife M, ja Seán F Dinneen. 2019. “What is diabetes?” *Medicine* 47 (1): 1–4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1357303918302627>.

Fan, Ming, Le Yu, Sen Chen, Hao Zhou, Xiapu Luo, Shuyue Li, Yang Liu, Jun Liu ja Ting Liu. 2020. “An empirical evaluation of GDPR compliance violations in Android mHealth apps”. Teoksessa *2020 IEEE 31st international symposium on software reliability engineering (ISSRE)*, 253–264. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9251060/>.

Georgsson, Mattias, ja Nancy Stagers. 2017. “Patients’ perceptions and experiences of a mHealth diabetes self-management system”. *CIN: Computers, Informatics, Nursing* 35 (3): 122–130. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4445371/>.

Ghani, Zartashia, Johan Jarl, Johan Sanmartin Berglund, Martin Andersson ja Peter Anderberg. 2020. “The cost-effectiveness of mobile health (mHealth) interventions for older adults: Systematic review”. *International journal of environmental research and public health* 17 (15): 5290. <https://www.mdpi.com/776470>.

Gurupur, Varadraj P, ja Thomas TH Wan. 2017. “Challenges in implementing mHealth interventions: a technical perspective”. *Mhealth* 3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5583043/>.

He, Dongjing, Muhammad Naveed, Carl A Gunter ja Klara Nahrstedt. 2014. “Security concerns in Android mHealth apps”. Teoksessa *AMIA annual symposium proceedings*, 2014:645. American Medical Informatics Association. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4419898/>.

Hoque, Rakibul, ja Golam Sorwar. 2017. “Understanding factors influencing the adoption of mHealth by the elderly: An extension of the UTAUT model”. *International journal of medical informatics* 101:75–84. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505617300333>.

Howard, George, Mary Cushman, Brett M Kissela, Dawn O Kleindorfer, Leslie A McClure, Monika M Safford, J David Rhodes, Elsayed Z Soliman, Claudia S Moy, Suzanne E Judd ym. 2011. “Traditional risk factors as the underlying cause of racial disparities in stroke: lessons from the half-full (empty?) glass”. *Stroke* 42 (12): 3369–3375. <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/strokeaha.111.625277>.

Imtiaz, Syed Yasir, Mahmood A Khan ja Mustafa Shakir. 2015. "Telecom sector of Pakistan: Potential, challenges and business opportunities". *Telematics and Informatics* 32 (2): 254–258. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585314000550>.

Iribarren, Sarah J, William Brown III, Rebecca Giguere, Patricia Stone, Rebecca Schnall, Nancy Stagers ja Alex Carballo-Diequez. 2017. "Scoping review and evaluation of SMS/text messaging platforms for mHealth projects or clinical interventions". *International Journal of Medical Informatics* 101:28–40. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138650561730028X>.

Isaković, Maša, Urban Sedlar, Mojca Volk ja Janez Bešter. 2016. "Usability pitfalls of diabetes mHealth apps for the elderly". *Journal of diabetes research* 2016. <https://www.hindawi.com/journals/jdr/2016/1604609/>.

Johnson, Daniel, Sebastian Deterding, Kerri-Ann Kuhn, Aleksandra Staneva, Stoyan Stoyanov ja Leanne Hides. 2016. "Gamification for health and wellbeing: A systematic review of the literature". *Internet interventions* 6:89–106. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214782916300380>.

Kappen, Dennis, Pejman Mirza-Babaei ja Lennart Nacke. 2018. "Gamification of older adults' physical activity: an eight-week study". Teoksessa *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/handle/10125/50036>.

Kasperbauer, TJ, ja David E Wright. 2020. "Expanded FDA regulation of health and wellness apps". *Bioethics* 34 (3): 235–241. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bioe.12674>.

Koivisto, Jonna, ja Aqdas Malik. 2020. "Gamification for Older Adults: A Systematic Literature", https://acris.aalto.fi/ws/portalfiles/portal/69041799/Gamification_for_Older_Adults.pdf.

LaMonte, Michael J, Steven N Blair ja Timothy S Church. 2005. "Physical activity and diabetes prevention". *Journal of applied physiology* 99 (3): 1205–1213. <https://journals.physiology.org/doi/abs/10.1152/jappphysiol.00193.2005>.

Leong, King Sun, ja John P Wilding. 1999. "Obesity and diabetes". *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 13 (2): 221–237. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871402116300662>.

MacPherson, Megan M, Kohle J Merry, Sean R Locke ja Mary E Jung. 2022. "mHealth prompts within diabetes prevention programs: a scoping review". *Mhealth* 8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9014231/>.

Modzelewski, Katherine L, Mary-Catherine Stockman ja Devin W Steenkamp. 2018. "Rethinking the endpoints of mHealth intervention research in diabetes care". *Journal of Diabetes Science and Technology* 12 (2): 389–392. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1932296817733007>.

Muchagata, Joana, ja Ana Ferreira. 2018. "Translating GDPR into the mHealth Practice". *Teoksessa 2018 International Carnahan Conference on Security Technology (ICCST)*, 1–5. IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8585546/>.

Muralidharan, Shruti, Harish Ranjani, Ranjit Mohan Anjana, Steven Allender ja Viswanathan Mohan. 2017. "Mobile health technology in the prevention and management of type 2 diabetes". *Indian journal of endocrinology and metabolism* 21 (2): 334. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5367240/>.

Nurgalieva, Leysan, David O’Callaghan ja Gavin Doherty. 2020. "Security and privacy of mHealth applications: a scoping review". *IEEE Access* 8:104247–104268. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9108214/>.

Priesterroth, Lilli, Jennifer Grammes, Kimberly Holtz, Anna Reinwarth ja Thomas Kubiak. 2019. "Gamification and behavior change techniques in diabetes self-management apps". *Journal of diabetes science and technology* 13 (5): 954–958. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1932296818822998>.

Rinaldi, Giulia, Alexa Hijazi ja Hassan Haghparast-Bidgoli. 2020. "Cost and cost-effectiveness of mHealth interventions for the prevention and control of type 2 diabetes mellitus: A systematic review". *Diabetes research and clinical practice* 162:108084. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016882271931784X>.

- Rossi, Maria Grazia, ja Sarah Bigi. 2017. “mHealth for diabetes support: a systematic review of apps available on the Italian market”. *Mhealth* 3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5427191/>.
- Su, Jingyuan, Michelle Dugas, Xitong Guo, Guodong Gordon Gao ym. 2020. “Influence of personality on mHealth use in patients with diabetes: prospective pilot study”. *JMIR mHealth and uHealth* 8 (8): e17709. <https://mhealth.jmir.org/2020/8/e17709>.
- Sun, Hong, Pouya Saeedi, Suvi Karuranga, Moritz Pinkepank, Katherine Ogurtsova, Bruce B Duncan, Caroline Stein, Abdul Basit, Juliana CN Chan, Jean Claude Mbanya ym. 2022. “IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045”. *Diabetes research and clinical practice* 183:109119. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168822721004782>.
- Torbjørnsen, Astrid, Milada Cvancarova Småstuen, Anne Karen Jennum, Eirik Årsand, Lis Ribu ym. 2018. “Acceptability of an mHealth app intervention for persons with type 2 diabetes and its associations with initial self-management: randomized controlled trial”. *JMIR mHealth and uHealth* 6 (5): e8824. <https://mhealth.jmir.org/2018/5/e125/>.
- Wang, Youfa, Hong Xue, Yaqi Huang, Lili Huang ja Dongsong Zhang. 2017. “A systematic review of application and effectiveness of mHealth interventions for obesity and diabetes treatment and self-management”. *Advances in Nutrition* 8 (3): 449–462. <https://academic.oup.com/advances/article-abstract/8/3/449/4558087>.
- Wildenbos, Gaby Anne, LW Peute ja Monique WM Jaspers. 2015. “A framework for evaluating mHealth tools for older patients on usability”. Teoksessa *Digital healthcare empowering Europeans*, 783–787. IOS Press. <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/978-1-61499-512-8-783>.
- Woldaregay, Ashenafi Zebene, David-Zacharie Issom, André Henriksen, Henna Marttila, Martin Mikalsen, Gerit Pfuhl, Keiichi Sato, Christian Lovis ja Gunnar Hartvigsen. 2018. “Motivational Factors for User Engagement with mHealth Apps.” Teoksessa *pHealth*, 151–157. <https://www.researchgate.net/profile/Andre-Henriksen/publication/325604408>.

Wong, Carlos KH, Colman SC Fung, SC Siu, Yvonne YC Lo, KW Wong, Daniel YT Fong ja Cindy LK Lam. 2013. “A short message service (SMS) intervention to prevent diabetes in Chinese professional drivers with pre-diabetes: a pilot single-blinded randomized controlled trial”. *Diabetes Research and Clinical Practice* 102 (3): 158–166. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168822713003446>.

Wong, Clara Choi-Ki, ja Ron Chi-Wai Kwok. 2016. “The effect of gamified mHealth app on exercise motivation and physical activity”, <https://core.ac.uk/download/pdf/301369453.pdf>.

Xu, Linqi, Hongyu Shi, Meidi Shen, Yuanyuan Ni, Xin Zhang, Yue Pang, Tianzhuo Yu, Xiaoqian Lian, Tianyue Yu, Xige Yang ym. 2022. “The Effects of mHealth-Based Gamification Interventions on Participation in Physical Activity: Systematic Review”. *JMIR mHealth and uHealth* 10 (2): e27794. <https://mhealth.jmir.org/2022/2/e27794>.

Zaeem, Razieh Nokhbeh, ja K Suzanne Barber. 2020. “The effect of the GDPR on privacy policies: Recent progress and future promise”. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)* 12 (1): 1–20. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3389685>.

Zapata, Belén Cruz, José Luis Fernández-Alemán, Ali Idri ja Ambrosio Toval. 2015. “Empirical studies on usability of mHealth apps: a systematic literature review”. *Journal of medical systems* 39 (2): 1–19. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10916-014-0182-2>.